

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
ALTOANDINA DE TARMA**
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



Informe de tesis

**EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y
COMPUESTOS BIOACTIVOS DE LOS FRUTOS SILVESTRES
Gaultheria myrsinoides Kunth y *Gaultheria glomerata (Cav) Sleumer* EN
ESTADO FRESCO Y NANOENCAPSULADO**

Para optar el Grado Académico de Título Profesional de Ingeniería Agroindustrial

Autores:

Bach. Hilario Paucar Joselyn Celina

Bach. Cajachagua Uscuchagua Yamely Yeraldine

Asesores:

Dr. Rafael Julián Malpartida Yapias (asesor)

Mtro. Jimmy Pablo Echevarría Victorio (co-asesor)

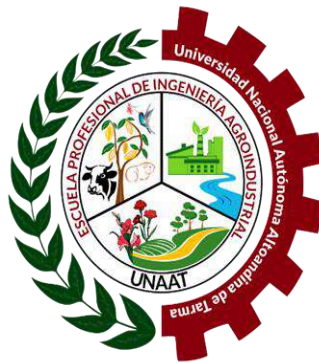
Línea de investigación:

Diseño de Innovación de Productos Agroindustriales

TARMA – PERÚ

2025

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
ALTOANDINA DE TARMA**
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



Informe de tesis

**EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y
COMPUESTOS BIOACTIVOS DE LOS FRUTOS SILVESTRES
Gaultheria myrsinoides Kunth y *Gaultheria glomerata (Cav) Sleumer* EN
ESTADO FRESCO Y NANOENCAPSULADO**

Para optar el Grado Académico de Título Profesional de Ingeniería Agroindustrial

Autores:

Bach. Hilario Paucar Joselyn Celina

Bach. Cajachagua Uscuchagua Yamely Yeraldine

Asesores:

Dr. Rafael Julián Malpartida Yapias (asesor)

Mtro. Jimmy Pablo Echevarría Victorio (co-asesor)

Línea de investigación:

Diseño de Innovación de Productos Agroindustriales

TARMA – PERÚ

2025

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	iii
INDICE DE TABLAS	v
INDICE DE FIGURAS	vii
PÁGINA DE JURADO	ix
AGRADECIMIENTO	xi
PRESENTACIÓN	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Determinación del problema.....	2
1.1.1. Problema General	3
1.1.2. Problemas Específicos.....	3
1.2. Hipótesis	3
1.2.1. Hipótesis General	3
1.2.2. Hipótesis Específicas.....	3
1.3. Objetivos	4
1.3.1. Objetivo General	4
1.3.2. Objetivo Específico	4
II. MARCO TEÓRICO	5
2.1. Antecedentes	5
2.1.1. Antecedentes Internacionales	5
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	8
2.2. Bases teóricas.....	12
2.2.1. Generalidades de la planta Macha macha (<i>Gaultheria myrsinoides</i> Kunth). 12	
2.2.2. Generalidades de la planta linlishco (<i>Gaultheria glomerata</i> (Cav) Sleumer) 16	
2.2.3. Capacidad antioxidante	18
2.2.4. Nanoencapsulación.....	20
2.2.5. Compuestos bioactivos.....	21
2.2.6. Compuestos Fenólicos totales	21
2.2.7. Antocianinas.....	22
2.2.8. Nano Spray Dryer B-90 (Nanosecador por Aspersión)	23
2.2.8.1 Funcionamiento del Nano Spray Dryer B-90.....	24
2.3. Definición de términos básicos	26
III. MARCO METODOLÓGICO	27

3.1. Tipo y nivel de investigación.....	27
3.2. Variables	27
3.2.1. Variables independientes.....	27
3.2.2. Variables dependientes.....	27
3.3. Operacionalización de las variables.....	28
3.4. Población, muestra y muestreo	29
3.4.1. Población.....	29
3.4.2. Muestra.....	29
3.4.3. Muestreo.....	29
3.5. Diseño experimental	30
3.5.1. Diseño experimental Diseño Factorial completo	30
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	31
3.6.1. Acondicionamiento de las especies de (<i>Gaultheria glomerata (Cav) Sleumer</i>) Linlishco y de (<i>Gaultheria myrsinoides Kunth</i>) Macha Macha.....	33
3.6.2. Proceso de Nanoencapsulamiento	36
3.6.3. Análisis fisicoquímicos de los frutos silvestres.....	39
3.6.4. Análisis de capacidad antioxidante	40
3.6.5. Análisis de compuestos fenólicos totales	42
3.6.6. Análisis de antocianinas	45
3.7. Métodos de análisis de datos.....	46
IV. RESULTADOS	47
4.1. Parámetros y rendimiento de productos nanoencapsulados.....	47
4.2. Resultados de análisis de capacidad antioxidante.....	48
4.3. Resultados de análisis de los compuestos fenólicos totales.....	52
4.4. Resultados de análisis de antocianinas	56
IV. DISCUSIÓN	60
V. CONCLUSIONES.....	64
VI. RECOMENDACIONES	65
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
ANEXOS.....	73

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación Taxonómica de (<i>Gaultheria Myrsinoides</i> Kunth).....	12
Tabla 2 Clasificación Taxonómica de (<i>Gaultheria glomerata</i> (Cav.) Sleumer)	16
Tabla 3 Operacionalización de variables de la investigación.....	28
Tabla 4 Diseño factorial 2 ² para el proceso de Nanoencapsulado de (<i>Gaultheria myrsinoides</i> Kunth) Macha Macha.....	30
Tabla 5 Diseño factorial 2 ² para el proceso de Nanoencapsulado de (<i>Gaultheria glomerata</i> (Cav.) Sleumer) Linlishco	31
Tabla 6 Disoluciones de las muestras	40
Tabla 7 Volumen de solución madre de ácido gálico y agua ultra pura para la curva patrón	43
Tabla 8 Rendimientos expresados en % porcentaje	47
Tabla 9 Resultados de capacidad antioxidante obtenidos.....	48
Tabla 10 Resultados de capacidad antioxidante de los frutos nanoencapsulados	48
Tabla 11 Análisis de varianza (ANOVA) de la capacidad antioxidante de la (<i>Gaultheria myrsinoides</i> Kunth) Macha macha nanoencapsulado	49
Tabla 12 Análisis de varianza (ANOVA) de la capacidad antioxidante de la (<i>Gaultheria glomerata</i> (Cav.) Sleumer) Linlishco	50
Tabla 13 Contenido de compuestos fenólicos totales de frutos frescos	52
Tabla 14 Resultados de contenido de los compuestos fenólicos totales de los frutos nanoencapsulados	52
Tabla 15 Análisis de varianza (ANOVA), compuestos fenólicos de la (<i>Gaultheria myrsinoides</i> Kunth) Macha macha	53
Tabla 16 Análisis de varianza (ANOVA), compuestos fenólicos de la (<i>Gaultheria glomerata</i> (Cav.) Sleumer) Linlishco	54
Tabla 17 Contenido de antocianinas en frutos frescos	56
Tabla 18 Contenido de antocianinas en productos nanoencapsulados	56
Tabla 19 Análisis de varianza (ANOVA) de los compuestos antociánicos de la (<i>Gaultheria myrsinoides</i>) Kunth Macha macha.....	57
Tabla 20 Análisis de varianza (ANOVA) de los compuestos antociánicos de la (<i>Gaultheria glomerata</i> (Cav.) Sleumer) Linlishco	58
Tabla 21 Característica fisicoquímicos de los frutos frescos.....	91
Tabla 22 Características fisicoquímicas – color	91
Tabla 23 Característica fisicoquímicos en frutos nanoencapsulados	92

Tabla 24 Características fisicoquímicas – color	93
Tabla 25 Resultados de las pruebas de normalidad y homocedasticidad en los datos de (Gaultheria myrsinoides Kunth) Macha Macha	95
Tabla 26 Resultados de las pruebas de normalidad y homocedasticidad en los datos de (Gaultheria glomerata (Cav.) Sleumer) Linlishco	95
Tabla 27 Comparación de medias Tukey, capacidad antioxidante de la (Gaultheria myrsinoides Kunth) Macha macha	96
Tabla 28 Comparación de medias Tukey, capacidad antioxidante de la (Gaultheria glomerata (Cav.) Sleumer) Linlishco	96
Tabla 29 Comparación de medias Tukey, compuestos fenólicos de la (Gaultheria myrsinoides Kunth) Macha macha	97
Tabla 30 Comparación de medias Tukey, compuestos fenólicos de la (Gaultheria glomerata (Cav.) Sleumer) Linlishco	97
Tabla 31 Comparación de medias Tukey, compuestos de antocianinas de la (Gaultheria myrsinoides Kunth) Macha macha	98
Tabla 32 Comparación de medias Tukey, compuestos de antocianina de la (Gaultheria glomerata (Cav.) Sleumer) Linlishco	98

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Planta Macha macha (<i>Gaultheria myrsinoides</i> Kunth)	13
Figura 2 Tallo de la Macha macha (<i>Gaultheria myrsinoides</i> Kunth)	14
Figura 3 Hojas de la Macha macha (<i>Gaultheria myrsinoides</i> Kunth)	15
Figura 4 Fruto de la Macha macha (<i>Gaultheria myrsinoides</i> Kunth)	15
Figura 5 Planta del linlishco (<i>Gaultheria glomerata</i> (Cav.) Sleumer)	17
Figura 6 Fruto del linlishco (<i>Gaultheria glomerata</i> (Cav.) Sleumer)	17
Figura 7 Espectrofotómetro	23
Figura 8 Equipo de nanoencapsulamiento - Nano Spray Dryer B-90	26
Figura 9 Ubicación geográfica de colecta de los frutos de (<i>Gaultheria myrsinoides</i> Kunth) Macha Macha y (<i>Gaultheria glomerata</i> (Cav.) Sleumer) Linlishco	29
Figura 10 Diagrama de operaciones para la obtención del nanoencapsulado de (<i>Gaultheria myrsinoides</i> Kunth) Macha macha y (<i>Gaultheria glomerata</i> (Cav.) Sleumer) Linlishco	32
Figura 11 Recolecta de la materia prima (<i>Gaultheria myrsinoides</i> Kunth) Macha macha y (<i>Gaultheria glomerata</i> (Cav.) Sleumer) Linlishco	33
Figura 12 Recepción de la materia prima	33
Figura 13 Deshojado de los frutos	34
Figura 14 Secado de las materias primas	35
Figura 15 Homogenización de las muestras	35
Figura 16 Filtración de las muestras homogéneas	36
Figura 17 Peso de maltodextrina y muestra líquida	37
Figura 18 Agitador magnético de laboratorio	37
Figura 19 Acondicionamiento de los parámetros del equipo de nanoencapsulado	38
Figura 20 Curva de calibración para determinar el tiempo óptimo de medición de la absorbancia de los extractos	41
Figura 21 Curva de calibración de ácido gálico	43
Figura 22 Capacidad antioxidante de la (<i>Gaultheria myrsinoides</i> Kunth) Macha macha nanoencapsulado	50
Figura 23 Capacidad antioxidante de la (<i>Gaultheria glomerata</i> (Cav.) Sleumer) Linlishco	51
Figura 24 Compuestos fenólicos de la (<i>Gaultheria myrsinoides</i>) Kunth Macha macha nanoencapsulado	54

Figura 25 Compuestos fenólicos de la (<i>Gaultheria glomerata</i> (Cav.) Sleumer) Linlishco	55
Figura 26 Compuestos antociánicos de la (<i>Gaultheria myrsinoides</i> Kunth) Macha macha nanoencapsulado.....	58
Figura 27 Compuestos antociánicos de la (<i>Gaultheria glomerata</i> (Cav.) Sleumer) Linlishco nanoencapsulado.....	59

EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD
ANTIOXIDANTE Y COMPUESTOS
BIOACTIVOS DE LOS FRUTOS
SILVESTRES *Gaultheria
myrsinoides* Kunth y *Gaultheria
glomerata* (Cav) Sleumer EN
ESTADO FRESCO Y
NANOENCAPSULADO

Submission date: 21-Jan-2026 05:47PM (UTC-0500)

Submission ID: 2861046538 *by* Joselyn Celina Hilario Paucar

File name: NFORME_DE_TESIS_FINAL_JOSELYN_Y_YAMELY_20_11_2025-comprimido.pdf (2.47M)

Word count: 23978

Character count: 140034

EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y COMPUESTOS BIOACTIVOS DE LOS FRUTOS SILVESTRES Gaultheria myrsinoides Kunth y Gaultheria glomerata (Cav) Sleumer EN ESTADO FRESCO Y NANOENCAPSULADO

ORIGINALITY REPORT

25% SIMILARITY INDEX	23% INTERNET SOURCES	12% PUBLICATIONS	7% STUDENT PAPERS
--------------------------------	--------------------------------	----------------------------	-----------------------------

PRIMARY SOURCES

1	hdl.handle.net Internet Source	3%
2	repositorio.unamba.edu.pe Internet Source	2%
3	repositorio.unajma.edu.pe Internet Source	2%
4	repositorio.unaat.edu.pe Internet Source	2%
5	www.scielo.cl Internet Source	1%
6	1library.co Internet Source	1%
7	repositorio.uncp.edu.pe Internet Source	1%
8	dspace.esPOCH.edu.ec Internet Source	1%
9	apirepositorio.unh.edu.pe Internet Source	<1%
10	repositorio.unap.edu.pe Internet Source	<1%
11	repositorio.usanpedro.edu.pe Internet Source	<1%

12	Submitted to Universidad Tecnológica Centroamericana UNITEC Student Paper	<1 %
13	repositorio.uns.edu.pe Internet Source	<1 %
14	repositorio.unach.edu.pe Internet Source	<1 %
15	"Proceedings of the XII International Congress on Bioscience and Biotechnology, VI Meeting of Postgraduate Students and Alumni of the CICB-UATx", Mexican Journal of Biotechnology, 2025 Publication	<1 %
16	www.coursehero.com Internet Source	<1 %
17	bibliotecadigital.exactas.uba.ar Internet Source	<1 %
18	alicia.concytec.gob.pe Internet Source	<1 %
19	revistas.unj.edu.pe Internet Source	<1 %
20	repositorio.upct.es Internet Source	<1 %
21	www.veranoregional.org Internet Source	<1 %
22	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Student Paper	<1 %
23	sedici.unlp.edu.ar Internet Source	<1 %

24	Gómez Mamani, Roger. "Efecto del tiempo de almacenamiento poscosecha sobre los compuestos funcionales de la mashua (<i>Tropaeolum tuberosum</i>) variedad de Yana año", Universidad Nacional del Altiplano de Puno (Peru) Publication	<1 %
25	repositorio.upeu.edu.pe Internet Source	<1 %
26	repositorio.unsch.edu.pe Internet Source	<1 %
27	docplayer.es Internet Source	<1 %
28	www.researchgate.net Internet Source	<1 %
29	repositorio.uwiener.edu.pe Internet Source	<1 %
30	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Student Paper	<1 %
31	Submitted to Area eped Student Paper	<1 %
32	documents.mx Internet Source	<1 %
33	repositorio.unapiquitos.edu.pe Internet Source	<1 %
34	www.slideshare.net Internet Source	<1 %
35	Duenas Zurita, Julia Alicia. "Optimizacion de las condiciones de extraccion de compuestos fenolicos a partir de cascara de uva variedad	<1 %

quebranta (Ica, Peru) empleando tecnicas convencionales y extraccion asistida por ultrasonido", Pontificia Universidad Catolica del Peru - CENTRUM Catolica (Peru), 2021

Publication

36 Submitted to Universidad Nacional Mayor de San Marcos <1 %
Student Paper

37 oatao.univ-toulouse.fr <1 %
Internet Source

38 repositorio.unu.edu.pe <1 %
Internet Source

39 Submitted to unajma <1 %
Student Paper

40 Ccopa Flores, Ruth Mery. "Optimización del proceso de extracción y evaluación de compuestos bioactivos en frutos de mullaca (Muehlenbeckia volcánica).", Universidad Nacional del Altiplano de Puno (Peru) <1 %
Publication

41 JADER RODRIGUEZ CORTINA. "CONTRIBUCION AL ESTUDIO DE LA INTENSIFICACION DEL PROCESO DE SECADO DE TOMILLO (Thymus Vulgaris L.): APLICACIÓN DE ULTRASONIDOS DE POTENCIA Y SECADO INTERMITENTE", Universitat Politecnica de Valencia, 2013 <1 %
Publication

42 Submitted to Universidad Nacional Autonoma Altoandina de Tarma <1 %
Student Paper

43 Submitted to Universidad Tecnica De Ambato- Direccion de Investigacion y Desarrollo , DIDE <1 %

44 dspace.ups.edu.ec <1 %
Internet Source

45 Submitted to Universidad San Francisco de Quito <1 %
Student Paper

46 dgsa.uaeh.edu.mx:8080 <1 %
Internet Source

47 patents.google.com <1 %
Internet Source

48 revistas.unicordoba.edu.co <1 %
Internet Source

49 pt.scribd.com <1 %
Internet Source

50 repositorio.ucv.edu.pe <1 %
Internet Source

51 repositorio.unprg.edu.pe <1 %
Internet Source

52 repositorio.uss.edu.pe <1 %
Internet Source

53 Submitted to Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López <1 %
Student Paper

54 Submitted to Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion <1 %
Student Paper

55 www.dominguezia.org <1 %
Internet Source

56 dspace.umh.es <1 %
Internet Source

57	qdoc.tips Internet Source	<1 %
58	ri-ng.uaq.mx Internet Source	<1 %
59	cosechador.siu.edu.ar Internet Source	<1 %
60	dspace.ucuenca.edu.ec Internet Source	<1 %
61	renati.sunedu.gob.pe Internet Source	<1 %
62	repositorio.unac.edu.pe Internet Source	<1 %
63	repositorio.unaj.edu.pe Internet Source	<1 %
64	repositorio.unas.edu.pe Internet Source	<1 %
65	repositorio.unc.edu.pe Internet Source	<1 %
66	repositorio.untumbes.edu.pe Internet Source	<1 %
67	Submitted to Universidad Técnica De Cotopaxi Student Paper	<1 %
68	doku.pub Internet Source	<1 %
69	repositorio.uniq.edu.pe Internet Source	<1 %
70	repositorio.unj.edu.pe Internet Source	<1 %

71	Submitted to Colegio Alemán de Temuco Student Paper	<1 %
72	Franklin Ore Areche, Aqarab Husnain Gondal, Alfonso Ruiz Rodriguez, Denis Dante Corilla Flores et al. "Fragile Effects of Climatic Variation on Goat Protein and its Products: A Review", Current Research in Nutrition and Food Science Journal, 2022 Publication	<1 %
73	Karen Belloso, Ivonne González, Rebeca Suárez, Armando Cáceres. "Actividad antioxidante de extractos de diez basidiomicetos comestibles en Guatemala", Ciencia, Tecnología y Salud, 2015 Publication	<1 %
74	Submitted to Universidad Nacional de Huancavelica Student Paper	<1 %
75	repositorio.ucss.edu.pe Internet Source	<1 %
76	repositorio.unat.edu.pe Internet Source	<1 %
77	riujap.ujap.edu.ve Internet Source	<1 %
78	repositorio.iestpffaa.edu.pe Internet Source	<1 %
79	Carlos Carbonell Alcaina. "Recuperación de compuestos fenólicos contenidos en la salmuera residual del proceso de fermentación de las aceitunas de mesa mediante procesos de membrana: combinación de la ultrafiltración y la	<1 %

nanofiltración.", Universitat Politecnica de
Valencia, 2017

Publication

80 Escarcena Flores, Roxana Milagros. <1 %
"Remoción de arsénico total y parámetros
físico-químico con zeolita, hidralgiritita y
velocidad de flujo de las aguas subterráneas
provenientes del distrito de Taraco, 2023",
Universidad Nacional del Altiplano de Puno
(Peru), 2025
Publication

81 JOSÉ CARRANZA CONCHA. "INFLUENCIA DEL <1 %
PROCESADO EN EL VALOR NUTRITIVO Y
FUNCIONAL DE LA UVA BLANCA", Universitat
Politecnica de Valencia, 2009
Publication

82 Submitted to Universidad Cesar Vallejo <1 %
Student Paper

83 Submitted to University of Arizona <1 %
Student Paper

84 es.scribd.com <1 %
Internet Source

85 revistaalfa.org <1 %
Internet Source

86 www.mdpi.com <1 %
Internet Source

87 Submitted to Escuela Politecnica Nacional <1 %
Student Paper

88 Gallegos Rojas, Justo. "Determinación del <1 %
efecto de humedad y presión en las
propiedades físicas y funcionales en dos
variedades de kiwicha (Amaranthus caudatus)

Oscar Blanco y la variedad INIA 414-Taray en el proceso de expansión por explosión", Universidad Nacional del Altiplano de Puno (Peru)

Publication

89

Submitted to Submitted on 1690824665093

Student Paper

<1 %

90

Submitted to Universidad Católica de Santa María

Student Paper

<1 %

91

Submitted to Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo

Student Paper

<1 %

92

Submitted to Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas

Student Paper

<1 %

93

archives.univ-biskra.dz

Internet Source

<1 %

94

repositorio.utelesup.edu.pe

Internet Source

<1 %

95

Submitted to CONACYT

Student Paper

<1 %

96

Grigna Josefina Piña-Dumoulín, Aureliano Peña-Lomelí, María del Rosario García-Mateos, María Teresa Martínez-Damián et al. "COMPUESTOS BIOACTIVOS EN FRUTOS CULTIVADOS Y SILVESTRES DE *Physalis* spp.", Revista Fitotecnia Mexicana, 2023

Publication

<1 %

97

cybertesis.unmsm.edu.pe

Internet Source

<1 %

98

huajsapata.unap.edu.pe

Internet Source

<1 %

99

repositorio.continental.edu.pe

Internet Source

<1 %

100

Submitted to University of Sydney

Student Paper

<1 %

101

cdigital.uv.mx

Internet Source

<1 %

102

cio.mx

Internet Source

<1 %

103

dspace.uib.es

Internet Source

<1 %

104

repositorio.ulead.edu.ec

Internet Source

<1 %

105

repositorio.unjfsc.edu.pe

Internet Source

<1 %

106

repositorio.uta.edu.ec

Internet Source

<1 %

107

repository.uaeh.edu.mx

Internet Source

<1 %

108

revfitotecnia.mx

Internet Source

<1 %

109

revistaenfoques.ciatej.mx

Internet Source

<1 %

110

www.revistabionatura.com

Internet Source

<1 %

111

www.scielo.org.mx

Internet Source

<1 %

112

www.tdx.cat

Internet Source

<1 %

113

www.uib-teusaquillo.colnodo.apc.org

Internet Source

<1 %

114

ANA CAROLINA LÓPEZ DE DICASTILLO BERGAMO. "DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN DE POLÍMEROS ACTIVOS HIDROFÍLICOS PARA EL ENVASADO DE ALIMENTOS", Universitat Politecnica de Valencia, 2011

Publication

<1 %

115

Christian Camilo Castañeda-Cardona, Diana Guerra-Ramírez, Juan Martínez-Solís, Alejandro Facundo Barrientos-Priego et al. "POTENCIAL NUTRACÉUTICO DE FRUTOS DE ESPECIES SILVESTRES DE ZARZAMORA Y FRAMBUESA", Revista Fitotecnia Mexicana, 2024

Publication

<1 %

116

Daniel A. Jacobo-Velázquez, Gerardo Castellanos-Dohnal, Porfirio Caballero-Mata, Carmen Hernández-Brenes. "Cambios bioquímicos durante el almacenamiento de puré de aguacate adicionado con antioxidantes naturales y procesado con alta presión hidrostática", CyTA - Journal of Food, 2013

Publication

<1 %

117

Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Ecuador - PUCE

Student Paper

<1 %

118

Rudra Pangeni, Surendra Poudel, Mohammad A.M. Momin, Dale Farkas et al. "Inhalable tobramycin EEG powder formulation for treating Pseudomonas aeruginosa-induced

<1 %

lung infection", International Journal of Pharmaceutics, 2024

Publication

119 cienciaspecuarias.inifap.gob.mx <1 %
Internet Source

120 eprints.uanl.mx <1 %
Internet Source

121 es.slideshare.net <1 %
Internet Source

122 jes.journals.umz.ac.ir <1 %
Internet Source

123 journal.universidadean.edu.co <1 %
Internet Source

124 repositorio.uchile.cl <1 %
Internet Source

125 www.alerweb.com.ar <1 %
Internet Source

126 www.dsalud.com <1 %
Internet Source

127 www.jove.com <1 %
Internet Source

128 www.pinterest.es <1 %
Internet Source

129 "Avanços em Ciência e Tecnologia de
Alimentos - Volume 3", Editora Científica
Digital, 2021 <1 %
Publication

130 "Proceedings of the 4th Biotechnology World
Symposium", Mexican Journal of
Biotechnology, 2024 <1 %
Publication

131 Anayansi Escalante-Aburto, Benjamín Ramírez-Wong, Patricia I. Torres-Chávez, J. Manuel Barrón-Hoyos et al. "LA NIXTAMALIZACIÓN Y SU EFECTO EN EL CONTENIDO DE ANTOCIANINAS DE MAÍCES PIGMENTADOS, UNA REVISIÓN", Revista Fitotecnia Mexicana, 2013

Publication

<1 %

132 Daniel Tánori-Encinas, Abraham Wall-Medrano, José Luis Cárdenas-López, Ana Irene Ledesma-Osuna, Maribel Robles-Sánchez. "Cápsulas de polvo de arándano como propuesta nutracéutica para mejorar la bioaccesibilidad de compuestos fenólicos", Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 2022

Publication

<1 %

133 Font Forcada, Carolina. "Evaluación agronómica y estudio de la calidad del fruto en melocotonero [*Prunus persica* (L.) Batsch]. Variabilidad y genética de asociación", Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (Spain), 2023

Publication

<1 %

134 Miguel Ángel Enríquez Estrella. "Evaluation of the antioxidant capacity and phenolic content of the essential oil of dry and humid leaves of *Guaviduca* (*Piper carpunya* Ruiz & Pav.)", Semiárida: Revista de la Facultad de Agronomía UNLPam, 2021

Publication

<1 %

135 Pauro Flores, Luis. "Protección del cultivo de quinua al ataque de las principales plagas: Aves, kcona kcona y mildiu en CIP Illpa -

<1 %

Puno", Universidad Nacional del Altiplano de Puno (Peru)

Publication

136 Tamara Fukalova Fukalova. "Caracterización nutricional y aromática de especies infravaloradas de hoja comestible", Universitat Politecnica de Valencia, 2022
Publication

137 Teran Dianderas, Amilcar Giovanny. "Efecto del caolin (Chaco) en la remediación del drenaje ácido de la SMRL Acumulación Los Rosales - Puno ", Universidad Nacional del Altiplano de Puno (Peru)
Publication

138 Teves Ponce, Luz Marina. "Comportamiento espacio temporal de índice de calidad del agua en la cuenca del río llave", Universidad Nacional del Altiplano de Puno (Peru)
Publication

139 Submitted to Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
Student Paper

140 Vilbett Briones-Labarca, Claudia Giovagnoli-Vicuña, Marcelo Chacana-Ojeda. " High pressure extraction increases the antioxidant potential and bio-accessibility of bioactive compounds from discarded blueberries ", CyTA - Journal of Food, 2019
Publication

141 academica-e.unavarra.es
Internet Source

142 apirepositorio.unu.edu.pe
Internet Source

143	ashmountprimaryschool.co.uk Internet Source	<1 %
144	digibug.ugr.es Internet Source	<1 %
145	eprints.ucm.es Internet Source	<1 %
146	per.sika.com Internet Source	<1 %
147	qomer.eu Internet Source	<1 %
148	repositorio.uladech.edu.pe Internet Source	<1 %
149	repositorio.unsaac.edu.pe Internet Source	<1 %
150	repositorio.ute.edu.ec Internet Source	<1 %
151	revfarmacia.sld.cu Internet Source	<1 %
152	revista-asyd.org Internet Source	<1 %
153	tesis.usat.edu.pe Internet Source	<1 %
154	worldwidescience.org Internet Source	<1 %
155	Claudia Marcela Agudelo Sterling. "SELECCIÓN DEL MEJOR PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE POMELO EN POLVO (Citrus Paradisi) DE ALTA CALIDAD NUTRITIVA, FUNCIONAL Y SENSORIAL", Universitat Politecnica de Valencia, 2017	<1 %

156	Díaz, Lidia Silva. "Evaluación de Polímeros Fotoactivos Para el Control de Botrytis Cinerea en UVA (Vitis Vinífera) y Arándanos (Vaccinium Corymbosum)", Pontificia Universidad Catolica de Chile (Chile), 2023 Publication	<1 %
157	agris.fao.org Internet Source	<1 %
158	cia.uagraria.edu.ec Internet Source	<1 %
159	documentop.com Internet Source	<1 %
160	dspace.unach.edu.ec Internet Source	<1 %
161	dspace.utb.edu.ec Internet Source	<1 %
162	institucional.us.es Internet Source	<1 %
163	pesquisa.bvsalud.org Internet Source	<1 %
164	reciena.esPOCH.edu.ec Internet Source	<1 %
165	repositorio.unfv.edu.pe Internet Source	<1 %
166	repositorio.upagu.edu.pe Internet Source	<1 %
167	repositorio.upao.edu.pe Internet Source	<1 %
168	repositorio.usil.edu.pe Internet Source	<1 %

<1 %

169 riunet.upv.es
Internet Source

<1 %

170 vdocuments.es
Internet Source

<1 %

171 www.aao.org
Internet Source

<1 %

172 www.holisticamente.com.ar
Internet Source

<1 %

173 www.methylcellulose.net
Internet Source

<1 %

174 www.researchsquare.com
Internet Source

<1 %

175 www.scribd.com
Internet Source

<1 %

176 Burgos Zapata, Gabriela del Pilar.
"Concentracion y Bioaccesibilidad De
Carotenoides y Compuestos fenolicos En
Papas Cocidas", Universidad de La Laguna
(Canary Islands, Spain), 2022
Publication

<1 %

177 Pajaree Abdullakasim, >Sriwatana
Songchitsomboon, Marasri Techagumpuch,
Nattaya Balee, Prasan Swatsitang, Pongtorn
Sungpuag. "Antioxidant capacity, total
phenolics and sugar content of selected Thai
health beverages", International Journal of
Food Sciences and Nutrition, 2009
Publication

<1 %

178 repositorio.unal.edu.co
Internet Source

<1 %

179 Barragan Condori, Melquiades. "Evaluación y caracterización de compuestos bioactivos del mio - mio (*Coriaria ruscifolia* L) por espectroscopia FTIR y HPLC", Universidad Nacional del Altiplano de Puno (Peru)
Publication

<1 %

180 D. M.A. Molina-Quijada, L. A. Medina-Juárez, G. A. González-Aguilar, R. M. Robles-Sánchez, N. Gámez-Meza. " Compuestos fenólicos y actividad antioxidante de cáscara de uva (L.) de mesa cultivada en el noroeste de México Phenolic compounds and antioxidant activity of table grape (L.) skin from northwest Mexico ", *CyTA - Journal of Food*, 2010
Publication

<1 %

181 chapingo-cori.mx
Internet Source

<1 %

182 tesis.ucsm.edu.pe
Internet Source

<1 %

183 www.revistas.unitru.edu.pe
Internet Source

<1 %

184 etd.aau.edu.et
Internet Source

<1 %

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography On

PÁGINA DE JURADO

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA ALTOANDINA DE
TARMA**
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



Tesis

EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y COMPUESTOS BIOACTIVOS
DE LOS FRUTOS SILVESTRES *Gaultheria myrsinoides* Kunth y *Gaultheria glomerata*
(Cav) *Sleumer* EN ESTADO FRESCO Y NANOENCAPSULADO
Sustentada y Aprobada ante los miembros del jurado evaluador:

Dr. Larry Oscar Chañi Paucar

PRESIDENTE

Mg. Kenny Ruben Montalvo Morales

SECRETARIO

Dr. Grimaldo Wilfredo Quispe Santivañez

VOCAL

Con un profundo agradecimiento, esta tesis va dedicado a mi familia, especialmente a mis amados padres Hernán Hilario Baldeón y Amanda Paucar Marcos cuyo apoyo incondicional, sacrificio y dedicación ha sido la base fundamental en mi formación profesional y personal. A mis hermanos Mereyin, Samir y Valentina, mis compañeros de vida, por su constante motivación. Gracias por confiar en mí y ser mi mayor motivación de superación que hoy ven el resultado en mí.

HILARIO PAUCAR, Joselyn

Este trabajo va dedicado a Dios, por darme salud y sabiduría para alcanzar esta meta. A mí madre Soledad Uscuchagua Cordova, por estar siempre a mi lado y ser un ejemplo a seguir en mi vida. A mi padre Efraín Cajachagua Peralta por su esfuerzo y apoyo incondicional. A mi hermanito, por ser mi inspiración y alegría constante. A mi abuelita, que desde el cielo me acompaña, para lograr cada meta que tengo. A mis abuelitos, familiares y enamorado que día a día me apoyan para no bajar la guardia, por ser mi fuerza y motivación en cada paso. Gracias por apoyarme y estar siempre a mi lado.

CAJACHAGUA USCUCHAGUA, Yamely

AGRADECIMIENTO

En primer instante agradecer a Dios por darnos la vida, salud, por ser nuestra guía y fortaleza para culminar esta etapa académica. Gracias por tu amor y bendición constante en nuestras vidas.

- Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a nuestro asesor el Dr. Rafael Julián Malpartida Yapias, por su guía y orientación experta que han sido fundamentales durante el desarrollo de este trabajo de investigación.
- A nuestro Co-Asesor el Mtro. Jimmy Pablo Echevarría Victorio por su apoyo constante y dedicación a lo largo de este proceso que fueron fundamentales para enriquecer esta investigación.
- A la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma, nuestra segunda casa, donde encontramos nuestra pasión y vocación. A la Facultad de Ingeniería por brindarnos espacios para el desarrollo de nuestra investigación.
- A nuestros docentes de la UNAAT, gracias por su compromiso con nuestra educación, por ser fuente de nuestra inspiración y orientación que nos han permitido desarrollarnos como personas y profesionales.
- Agradecemos a nuestros colegas con quienes vivimos momentos inolvidables en la universidad, por sus valiosos consejos y amistad durante este proceso de nuestra formación profesional.
- Expreso mi más sincero agradecimiento al centro poblado de Apaycancha, por su apoyo y generosa colaboración al compartir sus valiosos frutos silvestres necesarios para el desarrollo de esta investigación.
- También agradecemos a nuestros familiares y amigos cercanos, por creer en nosotras, por siempre motivarnos a seguir adelante incluso cuando el camino parecía difícil.
- Finalmente, a todos los que de alguna manera estuvieron presentes a este logro, mis más sinceros agradecimientos.

PRESENTACIÓN

La presente tesis que lleva como título “Evaluación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de los frutos silvestres (*Gaultheria myrsinoides* Kunth) Macha Macha y (*Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer) Linlishco en estado fresco y nanoencapsulado” se enfoca en el aprovechamiento y valorización de los frutos silvestres producidas en la región Junín. Asimismo, potenciar la capacidad antioxidante, compuestos fenólicos totales y antocianinas de gran importancia para la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética.

Para el desarrollo de la parte experimental se realizó en los laboratorios del Instituto de Investigación Tecnologías Altoandinas (INITA) de la Universidad Nacional Autónoma de Tarma, donde se aplicó la tecnología del nanoencapsulado para la obtención de un producto nanoencapsulado de dichas especies nativas. Los extractos fueron sometidos a análisis de capacidad antioxidante mediante el método del radical libre DPPH, compuestos fenólicos totales a través del reactivo de Folin-Ciocalteu, y contenido de antocianinas por el método de pH diferencial, evidenciándose mayores concentraciones de compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en (*Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer).

Cabe resaltar que la nanoencapsulación representa una estrategia tecnológica innovadora que permite proteger y preservar los compuestos sensibles frente a condiciones adversas como la luz, el oxígeno y la temperatura, mejorando la conservación y funcionalidad en diversas aplicaciones industriales. Además, busca revalorizar la biodiversidad andina y contribuir al desarrollo económico y social de las comunidades rurales mediante la utilización consciente de sus recursos naturales.

RESUMEN

Los frutos silvestres Macha Macha (*Gaultheria myrsinoides* Kunth) y Linlishco (*Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer) son especies nativas de zonas altoandinas que destacan por su riqueza en compuestos bioactivos, aunque su potencial ha sido escasamente investigado. El presente estudio tuvo como objetivo determinar los parámetros óptimos de nanoencapsulación, asimismo la concentración de la capacidad antioxidante, los compuestos fenólicos totales y antocianinas en estado fresco y nanoencapsulado. Para la obtención de los nanoencapsulados se empleó un secado por aspersión con Nano Spray Dryer B-90 Buchi, utilizando maltodextrina (8%) como agente encapsulante, con temperaturas de secado de 100 °C y 120 °C, con un flujo de bomba de 25% y 30%. Los análisis incluyeron capacidad antioxidante mediante el radical libre DPPH, compuestos fenólicos totales con el método de Folin-Ciocalteu y antocianinas por el método de pH diferencial. Los resultados mostraron que las condiciones óptimas de nanoencapsulación de 120 °C y 25% de flujo para Macha Macha (rendimiento 6,84 % ± 0,70) y 100 °C para Linlishco (rendimiento 5,63 % ± 0,62). En cuanto a la capacidad antioxidante, el Linlishco presentó mayores valores tanto en fresco (82,76% ± 5,95) como en encapsulado (6,68% ± 0,8) frente a Macha Macha. De manera similar, Linlishco mostró concentraciones superiores fenólicos totales y antocianinas en comparación con Macha Macha en ambos estados. Estos hallazgos evidencian que la nanoencapsulación constituye una estrategia eficaz para preservar los compuestos bioactivos de estas especies, revalorizando así recursos fitogenéticos altoandinos de interés para la industria alimentaria.

Palabras clave: fenólicos totales, pigmentos naturales, radicales libres, linlishco, Macha Macha, tecnología de conservación.

ABSTRACT

The wild fruits Macha Macha (*Gaultheria myrsinoides* Kunth) and Linlishco (*Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer) are native species of high Andean regions noted for their richness in bioactive compounds, although their potential has been poorly investigated. The present study aimed to determine the optimal nanoencapsulation parameters, including the concentration of antioxidant capacity, total phenolic compounds, and anthocyanins in both fresh and nanoencapsulated states. Nanoencapsulated fruits were obtained by spray drying using a Buchi Nano Spray Dryer B-90, using maltodextrin (8%) as the encapsulating agent, with drying temperatures of 100°C and 120°C, and pump flow rates of 25% and 30%. The analyses included antioxidant capacity using the DPPH free radical, total phenolic compounds using the Folin-Ciocalteu method, and anthocyanins using the differential pH method. The results showed that the optimal nanoencapsulation conditions were 120°C and 25% flow for Macha Macha (yield $6,84\% \pm 0,70$) and 100°C for Linlishco (yield $5,63\% \pm 0,62$). Regarding antioxidant capacity, Linlishco exhibited higher values both in fresh ($82,76\% \pm 5,95$) and encapsulated ($6,68\% \pm 0,8$) forms compared to Macha Macha. Similarly, Linlishco showed higher concentrations of total phenolics and anthocyanins compared to Macha Macha in both stages. These findings demonstrate that nanoencapsulation is an effective strategy for preserving the bioactive compounds of these species, thus enhancing the value of high Andean plant genetic resources of interest to the food industry.

Keywords: total phenolics, natural pigments, free radicals, linlishco, Macha Macha, preservation technology.

Saxdwdwecand

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el interés por los frutos silvestres ha crecido notablemente gracias a su alto contenido de compuestos bioactivos, entre ellos polifenoles, flavonoides y antocianinas, reconocidos por sus propiedades antioxidantes y sus posibles efectos positivos en la salud humana. Estos compuestos se han vinculado con la prevención de diversas enfermedades crónicas no transmisibles, como las cardiovasculares, la diabetes tipo 2 y algunos tipos de cáncer, debido a su capacidad para neutralizar los radicales libres y regular las vías de señalización celular (Martins et al., 2023).

Dentro de este contexto, el género *Gaultheria*, perteneciente a la familia *Ericaceae*, destaca por su potencial nutracéutico. Especies como (*Gaultheria myrsinoides* Kunth) y (*Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer), conocidas localmente como Macha Macha y Linlishco respectivamente, son nativas de los ecosistemas andinos, frutos que han sido tradicionalmente utilizados por comunidades locales por sus propiedades medicinales. Estudios recientes en especies afines han identificado compuestos fenólicos, actividad antioxidante significativa y efectos citoprotectores en modelos celulares (Mieres-Castro et al., 2020).

Los factores como la quema de pastizales, el cambio climático, la luz, el oxígeno, la temperatura y el pH pueden degradar estos compuestos, reduciendo la población y enfrentando desafíos en la aplicación directa de estos compuestos bioactivos relacionados con su estabilidad y biodisponibilidad.

Sin embargo, la nanoencapsulación ha emergido como una estrategia prometedora para superar estas limitaciones, al proteger los compuestos bioactivos y mejorar su absorción en el organismo. Por ejemplo, la nanoencapsulación de antocianinas de arándanos ha demostrado mejorar la estabilidad y la actividad antioxidante de estos compuestos (Chatterjee et al., 2021). Asimismo, la encapsulación de concentrados de frutas y vegetales en nanopartículas de linlishco ha mostrado una mayor estabilidad antioxidante durante la digestión in vitro (Jeong et al., 2020).

El presente estudio tiene como objetivo evaluar la capacidad antioxidante y el perfil de compuestos bioactivos de los frutos de (*Gaultheria myrsinoides* Kunth) y (*Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer), tanto en su estado fresco como nanoencapsulada. Se utilizarán

métodos espectrofotométricos, como DPPH, para evaluar la capacidad antioxidante y para la caracterización de los compuestos bioactivos.

Este estudio contribuye al conocimiento sobre el potencial nutracéutico de especies nativas andinas y al desarrollo de estrategias para mejorar la estabilidad y biodisponibilidad de compuestos bioactivos, con aplicaciones en la industria alimentaria y farmacéutica.

1.1. Determinación del problema

Se ha observado que en el Perú hasta el año 2023 se ha incrementado el 54,47% de incendios forestales, el 98% donde son parte de origen de las actividades humanas como creencia que está mejoraría la tierra antes de la siembra (SERFOR, 2023); en el año 2023 se registraron hasta más de 50 incendios forestales de pastizales en los cerros, partes lisas y chacras de la región Junín (Ramos, 2023); afectando la flora silvestre tal es el caso de los frutos silvestres conocidos como (*Gaultheria myrsinoides* Kunth) y (*Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer). Estos frutos se pueden obtener de forma natural en las alturas donde los frutos andinos están siendo afectados por las quemadas de pastizales.

El fruto (*Gaultheria myrsinoides* Kunth), conocido como Macha Macha, es una planta silvestre de la familia *Ericaceae* Juss, apreciada por su agradable sabor y consumida tanto por niños como por adultos. Además, distintas partes de esta planta se emplean en infusiones con fines medicinales (Alegre & Rojo, 2018). De igual manera, el fruto (*Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer), perteneciente a la misma familia (*Ericaceae* Juss) y al género *Gaultheria* L., es reconocido por su carácter nutracéutico y su gran potencial para la agroindustria alimentaria, gracias a su elevado contenido de antocianinas monoméricas totales, vitamina C y compuestos fenólicos (Barragán-Condori et al., 2021). Asimismo, la quema de pastizales representa un impacto negativo para el medio ambiente, ya que deteriora la biodiversidad y los hábitats naturales de las zonas rurales, afectando significativamente los ecosistemas. Este fenómeno también influye en la población de especies como la *Gaultheria* del mismo modo la calidad de los frutos, debido a que el fuego modifica la composición química, presentando un gran desafío adicional para el proceso de nanoencapsulación, cuyo objetivo permite encapsular los compuestos bioactivos y a su vez conservar todas las actividades antioxidantes que presentan los frutos andinos.

1.1.1. Problema General

- ¿Cuál es la concentración de capacidad antioxidante y compuestos bioactivos (compuestos fenólicos y antocianinas) de los frutos silvestres (*Gaultheria myrsinoides* Kunth) y (*Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer), tanto en estado fresco y nanoencapsulado?

1.1.2. Problemas Específicos

- ¿Cuáles son los parámetros óptimos para la obtención del nanoencapsulado de los frutos silvestres (*Gaultheria myrsinoides* Kunth) y (*Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer)?
- ¿Cuál es la capacidad antioxidante de los frutos silvestres (*Gaultheria myrsinoides* Kunth) y (*Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer) en estado fresco y nanoencapsulado?
- ¿Cuál es el grado de concentración de los compuestos fenólicos de los frutos silvestres (*Gaultheria myrsinoides* Kunth) y (*Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer) en estado fresco y nanoencapsulado?
- ¿Cuál es el nivel de concentración de los compuestos antociánicos de los frutos silvestres (*Gaultheria myrsinoides* Kunth) y (*Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer) en estado fresco y nanoencapsulado?

1.2. Hipótesis

1.2.1. Hipótesis General

- Los frutos silvestres de (*Gaultheria Myrsinoides* Kunth) y (*Gaultheria Glomerata* (Cav) Sleumer) presentan una diferencia significativa en la capacidad antioxidante y concentración de compuestos bioactivos, siendo la nanoencapsulación una estrategia efectiva para conservar sus propiedades.

1.2.2. Hipótesis Específicas

- La eficiencia y calidad de las nanocapsulados derivadas de (*Gaultheria Myrsinoides* Kunth) y (*Gaultheria Glomerata* (Cav) Sleumer) depende de los parámetros de procesamiento para la concentración de encapsulación.

- La capacidad antioxidante de los frutos silvestres (*Gaultheria Myrsinoides* Kunth) y (*Gaultheria Glomerata (Cav) Sleumer*) nanoencapsulado incrementa la estabilidad y mejora a lo largo del tiempo de almacenamiento.
- La escala de concentración de los compuestos fenólicos totales en los frutos silvestres (*Gaultheria Myrsinoides* Kunth) y (*Gaultheria Glomerata (Cav) Sleumer*) varían en estado fresco como nanoencapsulado.
- Los frutos silvestres frescos (*Gaultheria Myrsinoides* Kunth) y (*Gaultheria Glomerata (Cav.) Sleumer*) varía significativamente en la concentración de antocianinas en fresco y nanoencapsulado.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

- Determinar la concentración de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos (compuestos fenólicos y antocianinas) de los frutos silvestres (*Gaultheria myrsinoides* Kunth) Macha Macha y (*Gaultheria glomerata (Cav) Sleumer*) Linlishco frescos y nanoencapsulados.

1.3.2. Objetivo Específico

- Determinar los parámetros óptimos para la obtención del nanoencapsulado de los frutos silvestres (*Gaultheria Myrsinoides* Kunth) y (*Gaultheria Glomerata (Cav) Sleumer*)
- Determinar la capacidad antioxidante de los frutos silvestres (*Gaultheria Myrsinoides* Kunth) y (*Gaultheria Glomerata (Cav) Sleumer*) en estado fresco y nanoencapsulado.
- Determinar la concentración de compuestos fenólicos en los frutos silvestres (*Gaultheria myrsinoides* Kunth) y (*Gaultheria glomerata (Cav) Sleumer*), tanto en estado fresco como nanoencapsulado.
- Determinar los compuestos antociánicos en los frutos silvestres (*Gaultheria myrsinoides* Kunth) y (*Gaultheria glomerata (Cav) Sleumer*) en estado fresco y nanoencapsulado.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Existen estudios recientes a nivel internacional y nacional, precursores de investigaciones relacionadas con este estudio, que se presentan a continuación.

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Manobanda (2024), en la investigación titulada “Evaluación de la actividad antiinflamatoria in vivo en ratones (*Mus musculus*) de las hojas del mortiño (*Vaccinium floribundum Kunth*)”, investigó el potencial antiinflamatorio del extracto etanólico de las hojas de *V. floribundum Kunth* mediante el ensayo del edema plantar en modelos animales. Además, se llevó a cabo la identificación de metabolitos secundarios presentes en dichas hojas. Para ello, las muestras fueron recolectadas, limpiadas, deshidratadas y pulverizadas, obteniéndose extractos etanólicos por maceración con distintas proporciones de etanol y agua (20:80, 50:50, 80:20 y 96:4 v/v). La concentración de compuestos fenólicos y flavonoides se determinó por espectrofotometría, mientras que la capacidad antioxidante se evaluó mediante el método del radical DPPH. Los resultados indicaron que el extracto con una proporción 50:50 de etanol y agua presentó los valores más altos de fenoles ($73,627 \pm 1,6291$ mg EAG/g), flavonoides ($190,047 \pm 13,528$ mg EQ/g), y una inhibición antioxidante del $65,815 \pm 1,441$ %, además de un rendimiento superior ($28,459 \pm 6,128$ %).

Piña-Dumoulin et al., (2023), en su investigación “Compuestos bioactivos en frutos cultivados y silvestres de *Physalis spp*” realizaron la identificación y caracterización de metabolitos bioactivos presentes en extractos de frutos pertenecientes a once especies del género *Physalis* (*P. ixocarpa*, *P. peruviana*, *P. angulata*, *P. lagascae* y *P. nicandroides*). Entre los compuestos determinados se encontraron carotenoides, sapogeninas, fenoles totales, antocianinas, además de evaluarse la capacidad antioxidante de los extractos obtenidos. Los resultados mostraron que la variedad de *P. peruviana* con mayor valor de luminosidad 53,92 y (*P. nicandroides*) con valor bajo 41,22. Los valores del tono (°hue) permitieron diferencias la tonalidad de entre amarillo-naranja para *P. peruviana* frente a las demás poblaciones, cuyas tonalidades variaron entre verde y verde-morado. En cuanto a los carotenoides la variedad de (*P. nicandroides* y *P. peruviana*) tienen el valor con alto

contenido (762,15 a 294,70 μg 100 /g-1), en sapogeninas la variedad con más alto contenido es *P. peruviana* (59,56 mg DE 100 g), en compuestos fenólicos totales la variedad (*P. angulata*) (24,60 mg GAE/ 100 g) y para antocianinas los valores oscilan entre 1,33 a 7,12 mg/ 100g donde presenta mayor concentración la variable de (*P. angulata*). Concluyendo que la cantidad de sustancias bioactivas difiere entre las especies. (*P. nicandroides* y *Peruviana*) tienen la mayor cantidad de carotenoides y sapogeninas, la especie Jade TFG mostró la concentración más alta de los compuestos fenólicos totales, mientras que *lagascae* mostró los valores más bajos. La población con los compuestos fenólicos totales más altos exhibe una capacidad antioxidante más alta. Y todos los frutos contienen antocianinas dado que se tornan a una coloración morada.

Romero-Román et al., (2021) menciona en su investigación “Phenolic Compounds in Calafate Berries Encapsulated by Spray Drying: Neuroprotection Potential into the Ingredient” donde evaluó la formulación de una bebida funcional combinando calafate (*Berberis microphylla* G. Forst), rico en polifenoles, con cítricos (limón y naranja), analizando su calidad fisicoquímica (pH, °Brix, acidez titulable, color CIE Lab*), concentración en sustancias bioactivas, potencial antioxidante (ORAC y DPPH) y seguridad microbiológica bajo diferentes tratamientos por temperatura y parámetros de preservación. Para ello utilizaron un modelo estadístico multifactorial (ANOVA) complementado con comparaciones múltiples mediante la prueba de Tukey. Por ello, se encapsularon para su conservación de los compuestos bioactivos de las bayas mediante secado por aspersion a una temperatura optima de 120 °C utilizando como agente encapsulante maltodextrina al 20%. Los resultados indicaron los compuestos bioactivos se mantienen estables a altas temperaturas, el promedio de las antocianinas totales en secado por aspersion osciló entre 11,87 y 14,75 mg de base seco, en cuanto a los compuestos fenólicos totales varían entre los 15 a 25 mg, Concluyeron que el secado por atomización constituye una estrategia eficiente para preservar los contenidos de antocianinas y polifenoles, siendo una técnica prometedora para optimizar los procesos de conservación y favorecer la producción a mayor escala de formulaciones alimentarias de valor añadido con potencial efecto anti neurodegenerativo.

Egas (2019), en su trabajo de investigación “Aplicación de la atomización y la liofilización para la obtención de polvo y snack de pomelo”, evaluó dos métodos de deshidratación, con el propósito de obtener polvo de *Citrus paradisi* (pomelo) para su uso

en la elaboración de snacks. En el proceso de atomización, se aplicaron condiciones de flujo de aire de 473 L/h, una alimentación de 9 mL/min y una temperatura de entrada de 150 °C, utilizando como agentes encapsulantes goma arábica (4 %) y fibra de bambú (2 %), en una proporción de 4 g y 2 g respectivamente por cada 100 g de licuado. Para la liofilización, las muestras fueron congeladas a -45 °C durante 48 h, con una presión de 0,05 mbar y una temperatura del condensador de -55 °C, empleando 4,2 g de goma arábica y 0,58 g de fibra de bambú por cada 100 g de puré, además de 90 g de agua por 100 g de mezcla. Los resultados evidenciaron que los productos obtenidos por liofilización presentaron un menor contenido de humedad (1,1 – 2,5 g de agua/100 g de polvo) en comparación con los elaborados por atomización (2,8 – 4,1 g de agua/100 g de polvo). Se concluyó que la liofilización constituye una técnica más eficiente para la obtención de polvo de *Citrus paradisi*, ya que permite obtener un producto con mejor estabilidad y menor humedad final.

Toscano (2019), en su investigación “Obtención y caracterización de polvos por secado-spray con alta concentración de compuestos bioactivos a partir de jugos de grosella negra (*Ribes nigrum*)” se enfocó en la optimización del rendimiento en la extracción jugo de grosella negra (*Ribes nigrum*) a través del empleo de maceración asistida con enzimas, utilizando un diseño experimental Box-Behnken. A partir del jugo extraído, se produjeron polvos por secado spray (170°C) y liofilización (-55 por 48 horas), empleando maltodextrina al 10% y 20% p/p como agente de soporte. Los resultados indicaron que ambos métodos generaron polvos con propiedades fisicoquímicas y funcionales similares, en cuanto a las antocianinas monoméricas totales atomizado tuvo un valor de (4,20 ±0,11 mg de cyd-3-glu/g) y liofilizado (5,89±0,03 mg de cyd-3-glu/g), en el contenido total de polifenoles el secado por Spray obtuvo un valor bajo de (8,6±0,5 mg AG/ g) en cambio el liofilizado (13,4±0,40 mg AG/ g) evidenciando que contiene mayor concentración. En capacidad antioxidante presentan valores similares, en atomizado (4,63±0,07 mg AG/ g) y liofilizado (4,52±0,09 mg AG/ g) base seca. Finalmente, se utilizó el polvo secado por spray para elaborar un postre de gelatina, evaluando su estabilidad durante 15 días a 4 °C. El estudio concluyó que se presenta una buena estabilidad en los fitocompuestos y su eficacia como agentes antioxidantes sin presencia de sinéresis y con cambios mínimos en el color superficial.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Carrasco-Sauñe (2022), en su estudio titulado “Evaluación del contenido de polifenoles totales, antocianinas y capacidad antioxidante de los frutos maduros de Machamacha (*pernettya prostrata*) analizó la concentración de compuestos fenólicos totales, antocianinas y la capacidad antioxidante de los frutos de *Pernettya prostrata* sometidos a distintos métodos de conservación: refrigeración a 5 °C durante 48 horas, secado a 40 °C por 16 horas y congelación a –20 °C durante 48 horas, con el propósito de determinar el efecto de cada tratamiento sobre su potencial para neutralizar radicales libres. Para determinar las antocianinas utilizó el método de la diferencia de pH obteniendo los siguientes resultados: en las muestras secas (13,48 mg/100 g), aumentando en las frescas (17,89 mg/100 g) y alcanzando su valor más alto en las congeladas (20,95 mg/100 g), en cuanto a los polifenoles totales realizaron con la metodología de Folin Ciocalteau donde en las muestras congeladas obtuvieron (204,85 mg de ácido gálico/100g) presentando menor contenido, en muestras frescas con 395,11 (mg de ácido gálico/100g) y en muestra seca 451,02 (mg de ácido gálico/100g). Según los resultados obtenidos con el ensayo TEAC-DPPH, la mayor capacidad antioxidante correspondió a la muestra fresca (38,35 $\mu\text{mol/g}$), mientras que la seca presentó una ligera disminución (37,15 $\mu\text{mol/g}$) y la congelada mostró el valor más bajo (33,50 $\mu\text{mol/g}$), lo cual sugiere una posible pérdida de actividad antioxidante durante la congelación.

Flores (2022), en su trabajo de investigación “Nanoencapsulación de propóleo purificado en matrices de goma arábica y maltodextrina” determinó las características funcionales de los nanoencapsulados elaborados con propóleo purificado, utilizando como agentes de recubrimiento goma arábica y maltodextrina, para ello recolectó de diferentes provincias de Andahuaylas el propóleo las cuales fueron purificadas en una solución etanólica al 80% y posteriormente transformado en polvo mediante secado por aspersion utilizando el equipo Spray Dryer B-90 Buchi. a una temperatura de 120° C y a presión de 25 mbar para adquirir el nanoencapsulados de propóleo en polvo atomizado utilizando como encapsulante maltodextrina (15 g) y de goma arábica (0,15g), en donde se determinó los contenidos de flavonoides totales que varían variaron entre 1,81 y 2,26 mg por gramo contenidos de quercetina, mientras que los fenoles totales, expresados como equivalentes de ácido gálico, se situaron en un rango de 1,76 a 3,38 mg/g. La actividad antioxidante fue destacable, con valores comprendidos entre 10,33 y 12,55 $\mu\text{mol TE/g}$ según el ensayo

DPPH, y entre 1,03 y 2,33 $\mu\text{mol TE/g}$ mediante el método ABTS. Por otro lado, el porcentaje de eficiencia de encapsulación alcanzado osciló entre 61,27% y 69,40%, reflejando un adecuado desempeño del proceso. En cuanto a las propiedades físicas, la humedad osciló entre 4,93% y 6,26%, la actividad de agua entre 0,24 y 0,30 y la luminosidad entre 91,48 y 92,25. Los análisis estructurales revelaron la presencia de grupos hidroxilo y carbonilo, y la formación de esferas heterogéneas con tamaños de partícula entre 204,4 y 266,7 nm.

Quispe (2022), en su estudio denominado “Potencial de nutrientes y bioactividad de frutas andinas de la región Apurímac” analizó el contenido nutricional y la actividad biológica de diversas frutas andinas procedentes de la región de Apurímac, evaluadas en estado congelado y liofilizado. Las especies consideradas fueron *Physalis peruviana* (aguaymanto), *Cyphomandra betacea* (tomatillo), *Pernettya prostrata* (machamacha), *Berberis boliviana* (tankar) y *Rubus robustus* (siraca). Para determinar los compuestos bioactivos y nutricionales, se aplicaron los métodos establecidos por la Norma Técnica Peruana (AOAC), utilizando el ensayo DPPH para la capacidad antioxidante, el método de Folin-Ciocalteu para los polifenoles totales por espectrofotometría, y la cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) para la cuantificación de vitaminas, antocianinas y carotenoides totales. En frutos andinos congelados sobresaliendo el tomatillo ($601,98 \pm 81,33$ mg Eq AG/100g), seguido de un valor bajo el Aguaymanto ($73,45 \pm 1,15$ mg Eq AG/100g) en polifenoles totales, en antocianinas el valor más alto Tankar ($121,78 \pm 4,33$ mg Eq cianidina-3- glucósido/100g) y valor bajo la machamacha ($1,44 \pm 0,00$ mg Eq cianidina-3- glucósido/100g) y el mayor resultado en capacidad antioxidante Tankar ($467,21 \pm 15,94$ mg Eq Trolox CI50/100g) y con menor contenido Siraca ($61,14 \pm 2,06$ mg Eq Trolox CI50/100g), en cuanto a liofilizado en polifenoles totales el valor sobresaliente Tankar ($206,59 \pm 1,89$ mg Eq AG/100g) y menor ($66,3 \pm 1,11$ mg Eq AG/100g), en antocianinas totales con mayor contenido Tankar ($5,42 \pm 0,04$ mg Eq cianidina-3- glucósido/100g), como menor machamacha ($1,01 \pm 0,001$ mg Eq cianidina-3- glucósido/100g) y capacidad antioxidante sobresalió Tankar ($277,91 \pm 0,25$ mg Eq Trolox CI50/100g).

Barragán et al., (2021), en su investigación que lleva como título “Antocianinas y capacidad antioxidante en extractos de frutos secos y congelados de *Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer” en su investigación analizaron las concentraciones de antocianinas totales (CAT), la actividad antioxidante mediante el método DPPH, así

como el contenido de polifenoles totales (PFT) en muestras de frutos en estado fresco, congelado y seco. Los resultados arrojaron valores de CAT de 19,25; 21,71 y 12,92 mg de cianidina 3-glucósido/100g; PFT de 1585,49; 820,73 y 1804,07 mg de ácido gálico/100g; y DPPH de 38,39; 35,10 y 36,81 $\mu\text{mol trolox/g}$. El estudio concluyó que el fruto de (*Gaultheria glomerata (Cav.)*) posee un alto contenido tanto de antocianinas como de polifenoles totales, incluyendo compuestos como la delfinidina y la cianidina, lo que destaca su capacidad antioxidante. Esto lo posiciona como un alimento funcional beneficioso para la salud y un posible colorante natural para la industria alimentaria.

Huaranca (2019), en su investigación titulada “Cinética de la degradación térmica de las antocianinas en extracto de alaybilí (*Vaccinium floribundum Kunth*) y macha macha (*Gaultheria glomerata (Cav.) Sleumer*)”, investigó el proceso cinético de degradación de las antocianinas presentes en los extractos de estos frutos silvestres, analizando su estabilidad térmica a diferentes temperaturas (30, 40, 50 y 60 °C) mediante la aplicación de modelos cinéticos de orden cero, primer orden y segundo orden. Los resultados mostraron que, para el alaybilí (*V. floribundum Kunth*), la concentración de antocianinas fue de $147,986 \pm 1,215$ mg/L tanto a 30 °C como a 60 °C, mientras que, para la macha macha (*G. glomerata (Cav.) Sleumer*), las concentraciones registradas fueron de $223,732 \pm 1,403$ mg/L a 30 °C y $224,199 \pm 0,8101$ mg/L a 60 °C. Se observó que las antocianinas se degradan progresivamente con el aumento del tiempo de tratamiento térmico. En conclusión, se determinó que las bajas temperaturas contribuyen a una mayor estabilidad de las antocianinas, disminuyendo su velocidad de degradación y preservando mejor sus propiedades bioactivas.

Salas (2017), en la investigación titulada “Capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de los frutos silvestres *Gaultheria glomerata (Cav.) Sleumer* (macha macha), *Monnina vargassi* Ferreyra (Condorpausan), *Vaccinium floribundum Kunth* (alaybilí) y *Rubus roseus* Poir (frambuesa silvestre)”, se determinó la capacidad antioxidante y se cuantificaron los compuestos bioactivos, con énfasis en los contenidos de fenoles y antocianinas, presentes en frutos silvestres recolectados en la región de Apurímac. Para el análisis, se utilizaron muestras de 250 g de frutos frescos y maduros. Los resultados evidenciaron que la frambuesa silvestre presentó la mayor capacidad antioxidante, con un valor de $25\ 010,87$ $\mu\text{g Eq Trolox/100 g}$ de fruto fresco, mientras que el (Condorpausan) mostró la menor capacidad antioxidante, con $21\ 924,65$ $\mu\text{g Eq Trolox/100 g}$ de fruto

fresco. En cuanto a los fenoles totales, la frambuesa silvestre destacó con 5370,42 mg AGE/100 g de fruto fresco, y en el contenido de antocianinas totales, alcanzó 2013,967 mg cianidina-3-glucósido/100 g de fruto fresco. El estudio concluyó que la frambuesa silvestre (*Rubus roseus* Poir) posee la mayor actividad antioxidante, atribuida a su alta concentración de compuestos fenólicos y pigmentos antociánicos, lo que resalta su potencial como fuente natural de antioxidantes con valor funcional y nutracéutico.

Limaymanta & Ramos (2016), En la investigación titulada “Extracción y cuantificación de antocianinas monoméricas totales del cultivo Macha Macha sp.”, se evaluó el efecto de distintos solventes de extracción sobre el contenido de antocianinas totales en frutos de *Gaultheria myrsinoides Kunth* (macha macha) en estados pintón y maduro, además de caracterizar sus propiedades fisicoquímicas y nutricionales. Los resultados fisicoquímicos mostraron que la acidez varió entre 0,015 y 0,058, los sólidos solubles (°Brix) entre 7,00 y 11,02; el índice de madurez entre 482,777 y 189,709 y el pH de 5,53 a 4,90. En cuanto a la composición nutricional, durante el proceso de maduración se observaron variaciones en los contenidos de humedad (89,79 % a 89,65 %), proteína (1,04 % a 0,79 %), grasa (1,65 % a 0,26 %), carbohidratos (6,682 % a 6,969 %), fibra (0,158 % a 1,980 %) y ceniza (0,68 % a 0,36 %). Respecto al rendimiento de antocianinas monoméricas totales, los valores dependieron del solvente utilizado. El etanol/HCl (85/15) presentó la mayor concentración con 279,0433 mg/100 g de muestra, seguido del etanol/agua (52/50) con 240,533 mg/100 g, el etanol/agua (70/30) con 228,9367 mg/100 g, el etanol puro con 25,7033 mg/100 g, y finalmente el agua con 87,5 mg/100 g de muestra. Se concluyó que el solvente etanol/HCl (85/15) resultó ser el más eficaz para la extracción de antocianinas monoméricas totales, seguido por el etanol puro, debido a su mayor capacidad para liberar y conservar estos compuestos bioactivos durante el proceso de extracción.

Jorge & Segura (2011), evaluaron el potencial antioxidante y el contenido fenólico total del sauco (*Sambucus peruviana HBK*), proveniente de zonas altoandinas de Tarma y Huancayo. Este fruto fue sometido a una estufa para secarlos a una temperatura de 40° C por 48 horas y llevadas a una molineta para obtener el concentrado en polvo y ser evaluadas. Se realizó mediante el método de Folin-Ciocalteu, se evidenció un contenido fenólico elevado en el sauco andino, con ligeras variaciones entre las localidades de Tarma (691,13 mg GAE/100 g) y Huancayo (699,46 mg GAE/100 g). Y mediante la

técnica DPPH, se observó una elevada capacidad de neutralización de radicales libres en el sauco andino, con valores de inhibición de 44,19% (Tarma) y 45,65% (Huancayo).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Generalidades de la planta Macha macha (*Gaultheria myrsinoides* Kunth)

2.2.1.1. Origen

El género *Gaultheria* L, que pertenece a la familia *Ericaceae* Juss, incluye especies de frutas que se encuentran pródigamente distribuidas en el hemisferio norte, especialmente en Norteamérica, América Central, algunas áreas de América del Sur, Eurasia y Europa Central. En América del Sur, estas especies se encuentran principalmente en los territorios que atraviesan la sierra (Llimpe, 2017).

La macha macha (*Gaultheria myrsinoides* Kunth) comprende alrededor de 330 especies y es endémica del norte de Sudamérica, específicamente en Perú, Colombia y Ecuador. Estas plantas se desarrollan en las zonas altoandinas de la cordillera de los Andes y han sido registradas en los departamentos de Apurímac, Cusco, Áncash, La Libertad, Huánuco, Piura, Pasco, San Martín, Ucayali y, principalmente, en Junín, a altitudes que oscilan entre los 2500 y 4500 m.s.n.m A mayor altitud de cultivo, más largo es el ciclo de producción, y a menor altitud, el ciclo de producción es más corto (Limaymanta y Ramos, 2016).

2.2.1.2. Taxonomía y morfología de la Macha Macha

De acuerdo con la clasificación del (Angiosperm Phylogeny Group IV 2016), y con la información brindado del Herbario de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, la Macha Macha está catalogado de la siguiente forma:

Tabla 1

Clasificación Taxonómica de Gaultheria Myrsinoides Kunth

Reino	Plantae
Tipo	Magnoliopsida
División	Magnoliophyta
Orden	Ericales Bercht. & J. Presl
Familia	Ericaceae
Género	<i>Gaultheria</i> L.
Especie	<i>Gaultheria myrsinoides</i> Kunth
Denominación vulgar	Macha Macha

Nota: Se obtuvo del Herbario de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos

2.2.1.3. Descripción botánica

Este pequeño arbusto prospera en suelos ácidos, por lo que su sistema radicular se desarrolla activamente en sustratos arenosos o arcillosos que retienen humedad. Requiere poca luz y puede crecer tanto en semisombra como bajo luz solar directa (Teillier y Escobar, 2013). Es considerado como un arbusto pequeño que alcanza a medir hasta 1,5 metros de altura y 2 cm de largo de las hojas alternas, los bordes dentados y nervaduras pintadas. Produce de 6 a 10 flores en racimos, cada una de aproximadamente 8 mm de largo, con forma cilíndrica y una mínima cantidad de 3 a 5 frutilla de color blanquecino o un tono rosa rojizo. El fruto es redondeado, carnoso que llega a medir de ocho mm de diámetro, de un tono negro azulado o violeta, con una capa cerosa (Limaymanta y Ramos, 2016).

Figura 1

Planta Macha macha (Gaultheria myrsinoides Kunth)



Nota. Tomado en la localidad de Apaycancha - Jauja, 2024

2.2.1.4. Morfología de la planta macha macha (*Gaultheria myrsinoides* Kunth)

a) **La raíz:** Las raíces de las plantas Macha Macha son fibrosas, compuestas por haces de fibras que irradian desde un punto central, estas raíces ocupan gran parte de la superficie del suelo al contorno de la base de la baya. El sistema radicular se basa en numerosas raíces delgadas y divididas en ramas, similares a las raíces del pasto, lo que permite que se mantengan cerca de la superficie del suelo y absorben agua y nutrientes antes de profundizar en el suelo (Limaymanta y Ramos, 2016).

b) **Tallos:** Los tallos sostienen los órganos reproductivos, como las hojas y las flores, son responsables de traslado del agua y minerales desde las raíces hasta las hojas. En la mayoría de las especies, los tallos crecen en dirección opuesta a las raíces, ascendiendo desde el suelo. A partir de estos tallos, surgen ramas secundarias que contienen hojas, flores y frutos. En ciertos puntos de los tallos, se forman nudos, áreas más gruesos y resistentes, de donde surgen las ramas y las hojas. Además, los tallos poseen tubos o canales que facilitan la circulación de sustancias necesarias dentro de la planta (Limaymanta y Ramos, 2016).

c) Los tallos de la planta (*Gaultheria myrsinoides* Kunth) son delgados y flexibles, con una longitud de 10 a 15 centímetros, las ramas comienzan cerca del suelo.

Figura 2

Tallo de la Macha macha (*Gaultheria myrsinoides* Kunth)



Nota. Tomado en la localidad de Apaycancha - Jauja, 2024

d) **Hojas:** Las hojas de Macha Macha se caracterizan por estar dispuestas de manera alterna, con forma lanceolada, tamaño reducido y de un tono verde oscuro. Constituida por una lámina llamada limbo, cuyas dimensiones alcanzan hasta 1 cm de longitud y 0.75 cm de amplitud, con bordes aserrados.

Figura 3

Hojas de la Macha macha (Gaultheria myrsinoides Kunth)



Nota. Tomado en la localidad de Apaycancha - Jauja, 2024

e) **Frutos:** Los frutos de Macha macha son redondos y tienen un color rojizo que indica madurez fisiológica, tornándose azul negruzco cuando maduran agrícolamente. Tienen aproximadamente entre 6,5 y 7 mm de diámetro y normalmente pesan entre 0,4 y 0,6 gramos. La piel es rica en antocianinas y la pulpa es jugosa y deliciosa (Esteban, 2021) por lo que puedes comerla cruda sin la necesidad de lavarlas o quitar las semillas de un color marrón, ya que estas son poco notorias.

Figura 4

Fruto de la Macha macha (Gaultheria myrsinoides Kunth)



Nota. Tomado en la localidad de Apaycancha - Jauja, 2024

2.2.2. Generalidades de la planta linlishco (*Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer)

2.2.2.1. Origen Geográfico

Gaultheria glomerata Sleumer, conocida como "linlishco", corresponde a una especie nativa de América del Sur, específicamente se localiza en regiones montañosas de Bolivia y Perú. Esta planta prefiere hábitats frescos y sombríos en altitudes elevadas, se desarrolla de manera natural en las regiones altas de los andes, en etapas particulares de desarrollo vegetativo. Dado que en la provincia de Jauja podemos encontrar en la localidad de Apaycancha, en las quebradas (Ore Areche et al., 2022).

2.2.2.2. Clasificación Taxonómica

Huaranca (2019) indica que los registros proporcionados por el Herbario de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, la especie conocida comúnmente como linlishco se encuentra clasificada taxonómicamente de la siguiente manera:

Tabla 2

*Clasificación Taxonómica de (*Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer)*

Reino	Plantae
Tipo	Magnoliopsida
Orden	Ericales
Familia	Ericaceae
Género	Gaultheria
Especie	<i>Gaultheria glomerata</i> Sleumer
Nombre común	linlishco, mullaca

Nota. Se obtuvo del Herbario de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos

2.2.2.3. Caracterización botánica y morfología de la planta (*Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer)

La planta *Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer, conocida como "Linlishco", es una litofita sufrutescente semi postrada que puede alcanzar hasta 30 cm de altura y produce frutos en marzo y abril. El fruto es un polispermo esférico que mide entre 0,5 cm y 1,8 cm de grosor por 1 cm de alto, se organiza en racimos dentro de la estructura floral. Cuando madura, adquiere un aspecto violeta espectral, con granos incrustados en la pulpa de igual decoloración. Tiene un sabor dulce y un aroma agradable (Ore Areche et al., 2022).

- a) **El bulbo:** El cimiento postrado, esparcida.
- b) **Tallo:** maduros y ramitas terete, estriado, corto piloso.
- c) **Bráctea:** presenta hojas sencillas, alternadas, coriáceas y ovaladas, de color verde intenso brillante.
- d) **Flores:** son pequeñas, de aspecto blancas o rosadas y se juntan en racimos densos.
- e) **Frutos:** son frutos globosos de aproximadamente 5-8 mm de diámetro, que inicialmente son verdes y maduran a un color morado oscuro.

Figura 5

Planta del linlishco (Gaultheria glomerata (Cav) Sleumer)



Nota. Tomado en la localidad de Apaycancha - Jauja, 2024

Figura 6

Fruto del linlishco (Gaultheria glomerata (Cav) Sleumer)



Nota. Tomado en la localidad de Apaycancha - Jauja, 2024.

2.2.2.4. Propiedades o beneficios funcionales

Los frutos de *Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer, "linlishco", son utilizados tradicionalmente por comunidades locales para varios propósitos medicinales, principalmente debido a la abundancia de compuestos fisiológicamente activos con efecto antioxidante que contribuyen a la protección contra el estrés oxidativo, también contiene propiedades antiinflamatorias útiles para tratar enfermedades inflamatorias, como la artritis (Barragán et al., 2021).

Un estudio etnobotánico en Bolivia menciona que *Gaultheria glomerata* es valorada por las comunidades locales por sus propiedades medicinales, especialmente para tratar problemas gastrointestinales y renales (Perez et al., 2019).

Además, según las últimas investigaciones científicas han identificado que los frutos de *Gaultheria glomerata* poseen compuestos fenólicos y flavonoides que contribuyen a su actividad antioxidante y efecto antiinflamatorio (Araujo et al., 2020).

2.2.3. Capacidad antioxidante

Los antioxidantes son compuestos que neutralizan las especies reactivas de oxígeno, disminuyendo así la oxidación de otras moléculas. Técnicamente se deberían denominar inhibidores de la oxidación, estos incluyen diversos compuestos con una variedad de estructuras y mecanismos de acción (Sadowska & Bartosz, 2022).

Estas funciones incluyen la eliminación de los radicales libres, la inhibición de la conversión de hidroperóxido en radicales libres, la disminución de hidroperóxidos a través de mecanismos que involucran a los radicales libres y la unión de metales pesados para formar compuestos no reactivos (Llimpe, 2017) estas propiedades ayudan a prevenir enfermedades degenerativas y contribuyen a disminuir la aparición de enfermedades crónicas, trastornos cardiovasculares y algunos tipos de cáncer. Los alimentos con mayor capacidad de antioxidantes son los cereales, frutas y verduras. (Gutiérrez, 2019). Así mismo el alfa-tocoferol (vitamina E) es un nutriente fundamental que ejerce como antioxidante, rompiendo la serie y previniendo la prolongación de los radicales libres en las membranas citoplasmática.

La propagación de los procesos de oxidación provocados por especies reactivas a nivel de las membranas celulares puede ser controlada por la vitamina C, también conocida como ácido ascórbico, que actúa como un protector natural. Otros antioxidantes que

contribuyen a este mecanismo incluyen los carotenoides, ácido lipoico, polifenoles relacionados y glutatión (Surco, 2018).

2.2.3.1. Actividades antioxidantes en las frutas

Ha existido un elevado crecimiento de importancia por investigar frutas y verduras con altos contenidos de antioxidantes con el objetivo de fomentar su ingesta aprovechando su potencial para la reducción y prevenir enfermedades crónicas y cardiovasculares. Los efectos protectores de los alimentos vegetales se deben a una variedad de nutrientes y sustancias vegetales secundarias con propiedades antioxidantes. Las frutas y verduras proporcionan gran parte de su poder antioxidante a través de su contenido de vitaminas C y E, y carotenoides. La capacidad antioxidante de diferentes verduras y frutos varía según varios parámetros, como la variedad del cultivo, la ubicación geográfica y radiación solar tiene un efecto significativo en la síntesis de estos compuestos (Gutiérrez, 2019).

2.2.3.2. Mecanismo de acción antioxidante

Los efectos de oxidación que ocurren dentro de las células generan radicales libres, los cuales pueden provocar reacciones en cadena y causar daño celular (Llimpe, 2017).

Las especies reactivas son compuestos químicos extremadamente inestables que pueden causar distintos tipos de daños en el organismo, entre los cuales se destacan:

- Roturas en las cadenas de ADN y alteraciones en las bases nitrogenadas, lo que puede llevar a mutaciones y al desarrollo de cáncer.
- Peroxidación de los lípidos poliinsaturados omega-3 y omega-6 presentes en las membranas celulares, comprometiendo su integridad estructural.
- Oxidación de lípidos en lipoproteínas de baja densidad, especialmente los ácidos grasos poliinsaturados, lo que podría incrementar la probabilidad de desarrollar enfermedad arterial.
- Descomposición del ácido hialurónico, reduciendo la viscosidad del líquido sinovial afecta la lubricación de las articulaciones.
- Alteraciones estructurales y funcionales en las proteínas, incluyendo fragmentación, oxidación de metales asociados y modificados en los grupos sulfhídrico de residuos de cisteína.

2.2.2.3. Métodos para la determinación de la actividad antioxidante

- **Decoloración del radical DPPH (1,1-Difenil-2-picrilhidrazilo)**

El ensayo de decoloración del radical DPPH fue iniciado por Brand-Williams para identificar el potencial de los antioxidantes para neutralizar especies reactivas a través de su reacción con el reactivo DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazilo). El sistema consiste en hacer reaccionar el DPPH, en su forma radical, en una solución de etanol o metanol con un antioxidante (donante de hidrógeno). La reacción resulta en una molécula estable de DPPH-H, observable por el cambio de color de púrpura (DPPH) a amarillo pálido (DPPH-H). La capacidad de disminución de radicales libres se mide por el grado de decoloración tras la reacción (Rojas, 2023).

2.2.4. Nanoencapsulación

La nanoencapsulación, originaria de la biotecnología y ciencias farmacéuticas, se utiliza principalmente para proteger y administrar ingredientes, medicamentos y vacunas sensibles, mejorando así la efectividad de los procedimientos de producción. Con el tiempo, esta técnica se ha aplicado en la industria alimentaria para preservar los ingredientes activos de los alimentos. La nanoencapsulación permite que el material encapsulado esté protegido de fuentes de calor, ante las condiciones adversas como la humedad, su consistencia se refuerza y se conserva su viabilidad funcional. Así mismo, gracias a los avances tecnológicos, también están disponibles varias técnicas para encapsular ingredientes alimentarios. La técnica de la encapsulación determina el tamaño de las cápsulas, que pueden ser microcápsulas (50-200 μm) o nanocápsulas (1-100 nm) (Flores, 2022).

La nanoencapsulación tiene múltiples ventajas sobre la microencapsulación. En primer lugar, la capa ultrafina mejora de manera considerable la distribución de nutrientes esenciales a los islotes, reduciendo la cantidad total de material y células trasplantadas. Además, el pequeño tamaño de las cápsulas nanoencapsulados permite implantarlas en numerosos sitios alternativos del cuerpo (Flores, 2022). Por estas razones, la nanoencapsulación puede utilizarse para proteger muchos tipos de células, fortificar alimentos, mejorar propiedades organolépticas, incrementar la vida útil, asegurar la trazabilidad en productos agropecuarios, aplicar en fármacos con liberación controlada y desarrollar nuevos productos (Valdiviezo-Morales et al., 2017).

2.2.5. Compuestos bioactivos

Los metabolitos funcionales son sustancias naturales presentes en alimentos que pueden ayudar en procesos fisiológicos en el cuerpo humano, ofreciendo beneficios para la salud. La mayor concentración de estos compuestos se localiza principalmente en frutas, verduras, granos enteros, y hierbas. Ejemplos incluyen polifenoles, carotenoides, fitoesteroles, y compuestos azufrados (Hasler, 2020).

Los compuestos bioactivos exhiben una variedad de propiedades, como actividad antioxidante, antiinflamatoria, antimicrobiana, y modulación del sistema inmunológico. Por ejemplo, los polifenoles pueden proteger contra el estrés oxidativo al neutralizar los radicales libres (Scalbert et al., 2020).

2.2.6. Compuestos Fenólicos totales

Los metabolitos fenólicos totales, denominados también como compuestos fenólicos, consta de un grupo diversos de sustancias químicas producidas por las plantas como metabolitos secundarios, con más de ocho mil componentes diferentes. La lignina polimérica o insoluble es su forma más común, y su presencia en tejidos animales se debe al consumo de alimentos vegetales. Los compuestos fenólicos en las plantas se distribuyen de manera heterogénea, esto depende del tipo de compuesto, donde se pueden encontrar en algunas ocasiones en la pared celular como en el interior de las células vegetales (Martin Gordo, 2018).

Las propiedades organolépticas de los alimentos vegetales están estrechamente relacionadas con los compuestos fenólicos, tanto en productos frescos como procesados. Las tonalidades rojo, violeta, azul, naranja y púrpura se observan en muchas plantas y los productos transformados se deben a la presencia de antocianinas, pigmentos naturales que les confieren esas tonalidades vibrantes. El pardeamiento enzimático, causado por el proceso de oxidación enzimática de los compuestos fenoles a quinonas, facilitado por las enzimas polifenol oxidasas, que es esencial para mantener las propiedades organolépticas y nutricionales de frutas y verduras durante su procesamiento. Además, se ha descubierto que los metabolitos fenólicos, en particular en los taninos condensados o proantocianidinas, están vinculados a la sensación de contracción existente en muchas frutas comestibles (Navarro González et al., 2017).

2.2.6.1. Composición química de los compuestos fenólicos totales

Los metabolitos fenólicos son moléculas que contienen un anillo bencénico ligado a uno o varios grupos hidroxilo (-OH), y pueden presentar derivados como éteres, ésteres metílicos o glucósidos, los cuales modifican sus propiedades químicas y biológicas. Estos compuestos comprenden una amplia gama de estructuras, que van desde los ácidos fenólicos, de forma simple, hasta los taninos, de estructura más compleja. En las plantas, los compuestos fenólicos suelen encontrarse en forma de glucósidos, es decir, con uno o varios azúcares enlazados a los grupos hidroxilo, lo que influye en su comportamiento químico y en su actividad biológica. En ciertos casos, el enlace entre el azúcar y el compuesto fenólico puede producirse directamente con un carbono del anillo aromático. Esta forma glucosilada es la más frecuente en la naturaleza, ya que aumenta la solubilidad de los compuestos tanto en agua como en disolventes orgánicos. Los azúcares vinculados pueden ser monosacáridos, disacáridos o incluso oligosacáridos, según el tipo de metabolito fenólico y el proceso metabólico de la planta (Duque et al., 2023).

2.2.6.2. Propiedades Bioactivas

Los compuestos fenólicos han ganado interés por su potencial beneficio para la salud. Tienen propiedades antioxidantes, antimicrobianas, antiinflamatorias, y antihipertensivas, entre otras. Estas propiedades los hacen útiles en las industrias farmacéutica, cosmética y alimentaria. Su capacidad antioxidante es particularmente destacada, que actúa como mecanismo frente al daño oxidativo, lo que puede disminuir la probabilidad de desarrollar enfermedades crónicas, incluyendo cáncer y afecciones cardiovasculares (Arnold & Gramza, 2023).

2.2.7. Antocianinas

Son colorantes naturales clasificados dentro del grupo de los flavonoides, responsables de conferir tonos rojos, azules y púrpuras a diversas frutas, verduras y flores. Estas moléculas desempeñan un papel fundamental en los mecanismos de defensa de las plantas, participando en la atracción de polinizadores y dispersores de semillas, además de brindar protección frente a distintos factores de estrés ambiental (Condori et al., 2020).

2.2.7.1. Estructura Química de las Antocianinas

Estas moléculas poseen una estructura central denominada cianidina, la cual puede unirse a diversos azúcares (glucósidos) y grupos acilo, originando una gran variedad de

compuestos. La variabilidad en la estructura de las antocianinas se debe principalmente a las modificaciones en el tipo y número de azúcares y a la presencia de grupos funcionales como hidroxilo y metoxilo en los anillos B y C del núcleo flavonoide (Fu et al., 2022).

2.2.7.2. Propiedades Bioactivas de las Antocianinas

Las antocianinas destacan por su elevada capacidad antioxidante, que ayuda a combatir los radicales libres y prevenir el deterioro celular provocado por procesos oxidativos. Además, estudios han demostrado que las antocianinas tienen efectos antiinflamatorios, antidiabéticos, y anticancerígenos. También se ha observado que mejoran la salud cardiovascular y la función cognitiva (Huaranca, 2019).

Gracias a sus propiedades antioxidante y a su capacidad para proporcionar tonalidades intensas y atractivas, las antocianinas se utilizan ampliamente como colorantes naturales en la industria alimentaria. Además, sus efectos terapéuticos han despertado interés en la industria farmacéutica, impulsando su incorporación en el desarrollo de suplementos nutricionales y productos medicinales (Bi et al., 2017).

Figura 7

Espectrofotómetro



Nota. Espectrofotómetro JENWAY 6715 UV

2.2.8. Nano Spray Dryer B-90 (Nanosecador por Aspersión)

El Nano Spray Dryer B-90 es un equipo especializado en la producción de nanopartículas y microsferas a partir de soluciones líquidas, que ha revolucionado el campo del secado

por atomización. Este dispositivo es particularmente valorado en las industrias farmacéutica, alimentaria y química, donde se busca optimizar el tamaño y la calidad de las partículas para diversas aplicaciones. A medida que las necesidades de formulación y procesamiento continúan evolucionando, el B-90 ha emergido como una herramienta esencial para el desarrollo de productos innovadores (Chong-Canto et al., 2022).

2.2.8.1 Funcionamiento del Nano Spray Dryer B-90

El Nano Spray Dryer B-90 es un equipo diseñado para transformar soluciones líquidas en partículas finas a través de un proceso de atomización y secado, permitiendo la obtención de nanopartículas y microesferas con propiedades controladas, los pasos de funcionamiento están divididos en etapas clave:

a) Preparación de la Solución

El proceso comienza con la formulación de una solución o suspensión que contiene el material a secar, ya sea un compuesto activo, un sabor, o un ingrediente funcional. La concentración y composición de esta solución son críticas, ya que influyen en el tamaño y las propiedades de las partículas finales. Como se indica en el estudio de (Saha et al. 2018), la selección adecuada de los componentes es fundamental para garantizar la eficacia del proceso de secado.

b) Nanoencapsulado

Una vez preparada la solución, se introduce en el sistema de nanoencapsulado del B-90. Este equipo utiliza un nebulizador que puede funcionar por presión o ultrasonido. Durante el nanoencapsulado, la solución se convierte en una niebla fina compuesta de gotas de tamaño controlado. La calidad del nanoencapsulado es crucial, ya que el tamaño y la aspersión de las gotas afectan directamente las características de las partículas secas. Según (Ghosh y Tiwari 2019), un nanoencapsulado uniforme permite un secado más eficiente y resultados más consistentes.

c) Secado

Las gotas nanoencapsuladas se introducen en una cámara de secado, donde son expuestas a una corriente de aire caliente. Este aire es calentado y se introduce a una velocidad controlada, lo que facilita la evaporación rápida del solvente. Durante este proceso, la temperatura y la velocidad del aire son parámetros que pueden ajustarse para optimizar la eficiencia del secado y las propiedades de las partículas finales (Zhou et al., 2020).

El tiempo que las gotas pasan en la cámara de secado es breve, lo que minimiza la posibilidad de aglomeración y garantiza que las partículas resultantes mantengan un

tamaño y forma uniformes. En el ámbito de la farmacología, estos parámetros son clave, dado a la eficacia de un medicamento depende en gran medida de su biodisponibilidad y de un adecuado control en su liberación (Wang et al., 2021).

d) Recuperación de Producto

Una vez que el solvente ha sido evaporado, las partículas secas son separadas de la corriente de aire mediante un ciclón o un sistema de filtración. Este paso es esencial para asegurar la pureza y la calidad del producto final, evitando la contaminación por partículas no deseadas (Saha et al., 2018). Las partículas recuperadas pueden ser analizadas y utilizadas en diversas aplicaciones, desde formulaciones farmacéuticas hasta productos alimenticios.

e) Control de Parámetros

El B-90 permite un control preciso de varios parámetros operativos, lo que brinda flexibilidad en el proceso de secado. Estos parámetros incluyen:

- Temperatura de entrada y salida del aire: Ajustar estas temperaturas permite controlar la tasa de evaporación del solvente.
- Velocidad del aire: Influir en la velocidad del aire puede cambiar la eficiencia del secado y el tamaño final de las partículas.
- Tamaño de las gotas: A través del ajuste del nebulizador, se puede modificar el tamaño de las gotas, lo que impacta directamente en el producto final.
- La posibilidad de controlar estos parámetros de manera precisa es una de las principales ventajas del B-90, ya que permite la personalización del proceso para diferentes aplicaciones y materiales (Chong et al., 2023).

2.2.8.2. Aplicación del Nano Spray Dryer B-90

Una de las principales aplicaciones del Nano Spray Dryer B-90 es en la industria farmacéutica, donde se emplea para la formulación de fármacos, optimizando la solubilidad y la biodisponibilidad de los compuestos activos. Además, en la industria alimentaria, permite la encapsulación de sabores y extractos, manteniendo sus propiedades organolépticas y extendiendo su vida útil (Muller et al., 2019). En el ámbito de investigación, este equipo se emplea para el desarrollo de nuevos materiales y sistemas de liberación controlada (Rai et al., 2022).

También ofrece ventajas significativas, como la alta eficiencia en el uso de materiales y la capacidad de adaptar el proceso a diferentes formulaciones. Esto lo convierte en una

herramienta versátil y esencial para el desarrollo de productos en múltiples sectores (Singh et al., 2021).

Figura 8

Equipo de nanoencapsulamiento - Nano Spray Dryer B-90



Nota. Nano Spray Dryer BUCHI modelo B-90

2.3. Definición de términos básicos

- **Antocianinas monoméricas:** El término monoméricas se da a entender a las moléculas individuales de antocianinas, que son compuestos fenólicos pertenecientes al grupo de los flavonoides, también son pigmentos naturales presentes en frutas, verduras, cereales, bayas y flores, encargadas de sus colores azul, rojo y morado (Rafael, 2017).
- **Cianidina:** es un tipo de antocianina cuyos derivados que en lo general se encuentran en frutos rojos como por ejemplo en moras, uvas y arándanos (Szewczuk et al., 2022).
- **Radicales libres:** son moléculas extremadamente reactivas debido a que contienen un electrón no emparejado en su capa externa (Guija-Guerra & Guija-Poma, 2023).
- **Daño oxidativo:** Es el daño celular causado por los radicales libres cuando reaccionan con componentes del cuerpo, desarrollando enfermedades (Muñiz et al., 2014).

- **Polimerizados:** son compuestos formados por una cadena o red de múltiples moléculas más pequeñas llamadas monómeros (Moradas & Álvarez, 2017).
- **Nutracéutico:** es un producto derivado de alimentos que ayuda a la salud, como prevenir y tratar enfermedades (Cruzado & Cedrón, 2012).

III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y nivel de investigación

La presente investigación es de tipo básica y de nivel experimental, ya que se implementó la tecnología de la nanoencapsulación utilizando frutos de *Gaultheria myrsinoides* Kunth y *Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer. La investigación también se empleó el análisis por el Espectrofotómetro, donde se determinó la capacidad antioxidante, antocianinas y compuestos fenólicos totales.

3.2. Variables

3.2.1. Variables independientes

- Flujo de bomba (%)
- Temperatura de secado (°C)

3.2.2. Variables dependientes

- Capacidad antioxidante
- Compuestos fenólicos totales
- Antocianinas

3.3. Operacionalización de las variables

Tabla 3

Operacionalización de variables de la investigación

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Variables independientes: Flujo de bomba (%)	Es la cantidad de líquido que ingresa al sistema por unidad de tiempo, es decir, son bombas peristálticas usadas en el Nano Spray Dryer B-90. El control del flujo determina el tamaño de las gotas, tiempo de permanencia y el rendimiento del secado (Li et al., 2010).	Porcentaje de velocidad/caudal modificada en la bomba del Nano Spray Dryer B-90, niveles aplicados de 25% y 30%.	Nivel de alimentación	Flujo de bomba de trabajo programado (25% y 30%)	Razón
Temperatura de secado (°C)	Son las condiciones del aire de entrada al secador que influyen en la evaporación, la estabilidad térmica de los compuestos y la forma del polvo (Dantas et al., 2024).	Es la temperatura de secado de entrada programada en el equipo: 100 °C y 120 °C.	Grado de calor aplicado	Temperatura de secado (°C).	Intervalo
Variables dependientes: Capacidad antioxidante	Los antioxidantes son compuestos que actúan capturando radicales libres oxidativos lo que reduce la oxidación de otras moléculas. Estos incluyen diversos compuestos con una variedad de estructuras y mecanismos de acción (Sadowska & Bartosz, 2022).	Se determinó mediante el método DPPH: se prepara extracto del polvo obtenido, donde los resultados serán expresados en % de inhibición.	Capacidad antioxidante	Radical libre DPPH, % de inhibición.	Razón
Compuestos fenólicos totales	Los compuestos fenólicos totales, consta de un grupo diversos de sustancias químicas producidas por las plantas como metabolitos secundarios, con más de ocho mil componentes diferentes (Martin Gordo, 2018).	Se determinaron con la metodología de espectrofotométrico usando como reactivo el Folin-Ciocalte (Singletón et al., 1999).	Contenido fenólico total	Equivalentes de ácido gálico (EAG) por g de muestra (mg EAG/g).	Razón
Antocianinas	Son pigmentos naturales pertenecientes al grupo de los flavonoides, responsables de otorgar tonalidades rojas, azules y purpuras a una amplia variedad de frutas, verduras y flores. (Condori et al., 2020)	Se determinó el contenido de antocianinas por el método de pH diferencial (pH 1.0 y pH 4.5) propuesto por (Giusti & Wrolstad, 2001).	Concentración de antocianinas	pH diferencial, mg cianidina-3-glucósido por g muestra (mg/g).	Razón

3.4. Población, muestra y muestreo

3.4.1. Población

En la población los frutos silvestres de (*Gaultheria myrsinoides* Kunth) Macha Macha y (*Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer) Linlishco son recolectadas del centro poblado de Apaycancha de la provincia de Jauja, con la debida aprobación por parte del presidente de la comunidad. En total se recolectaron 5 kilos de ambos frutos: Linlishco 3 kilos y Macha Macha 2 kilos. Los frutos se producen en los meses de enero – abril, periodo de tiempo en las que alcanzan su punto máximo de madurez.

En específico el punto de colecta se encuentra en los puntos geográficos 11° 32' 47" sur; 75° 33' 42" oeste, entre los 3 500 y 4 000 msnm.

Figura 9

Ubicación geográfica de colecta de los frutos de (*Gaultheria myrsinoides* Kunth) Macha Macha y (*Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer) Linlishco



3.4.2. Muestra

Estuvo constituida por los frutos silvestres maduros de (*Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer) Linlishco y de (*Gaultheria myrsinoides* Kunth) Macha Macha. En total se trabajó con 400 gr de (*Gaultheria myrsinoides* Kunth) Macha Macha y 900 gr (*Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer) Linlishco

3.4.3. Muestreo

En esta investigación se aplicó un muestreo no probabilístico de tipo por conveniencia, debido a la facilidad de acceso de las muestras de los frutos de (*Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer) Linlishco y de (*Gaultheria myrsinoides* Kunth) Macha Macha.

3.5. Diseño experimental

3.5.1. Diseño experimental Diseño Factorial completo

Los experimentos de este estudio se llevaron a cabo por triplicado, utilizando un diseño Factorial 2², el cual incluyó dos factores, cada uno con dos niveles. Las variables evaluadas fueron flujo de bomba (25 y 30 %) y la temperatura de secado (100 y 120°C). En total se realizaron 12 tratamientos, considerando las tres replicas para cada combinación de los factores y niveles. La distribución de los tratamientos se detalla en la Tabla 4.

Tabla 4

Diseño factorial 2² para el proceso de Nanoencapsulado de (Gaultheria myrsinoides Kunth) Macha Macha

Muestras	N° de corridas	Código de muestra	Variables independientes		Variables de respuestas		
			B (%)	T (°C)	R.L (mmol Tx/g DS)	F.T (mg EAG/g)	A
	1	NGMK-B1-T1-1	25	100	R. L1	F.T 1	A1
	2	NGMK-B1-T1-2	25	100	R. L 2	F.T 2	A2
	3	NGMK-B1-T1-3	25	100	R. L 3	F.T 3	A3
	4	NGMK-B1-T2-1	25	120	R. L 4	F.T 4	A4
	5	NGMK-B1-T2-2	25	120	R. L 5	F.T 5	A5
Macha	6	NGMK-B1-T2-3	25	120	R. L 6	F.T 6	A6
Macha	7	NGMK-B2-T1-1	30	100	R. L 7	F.T 7	A7
	8	NGMK-B2-T1-2	30	100	R. L 8	F.T 8	A8
	9	NGMK-B2-T1-3	30	100	R. L 9	F.T 9	A9
	10	NGMK-B2-T2-1	30	120	R. L 10	F.T 10	A10
	11	NGMK-B2-T2-2	30	120	R. L 11	F.T 11	A11
	12	NGMK-B2-T2-3	30	120	R. L 12	F.T 12	A12

B = Flujo de bomba; T = Temperatura de secado; R.L = Capacidad antioxidante; F.T = Compuestos fenólicos totales; A = Antocianinas.

Tabla 5

Diseño factorial 2² para el proceso de Nanoencapsulado de (*Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer) Linlishco

Muestras	N° de corridas	Código de muestra	Variables independientes		Variables de respuestas		
			B (%)	T (°C)	R.L (mmol Tx/g DS)	F.T (mg EAG/g)	A
Linlishco	1	NGGS-B1-T1-1	25	100	R. L1	F.T 1	A1
	2	NGGS-B1-T1-2	25	100	R. L 2	F.T 2	A2
	3	NGGS-B1-T1-3	25	100	R. L 3	F.T 3	A3
	4	NGGS-B1-T2-1	25	120	R. L 4	F.T 4	A4
	5	NGGS-B1-T2-2	25	120	R. L 5	F.T 5	A5
	6	NGGS-B1-T2-3	25	120	R. L 6	F.T 6	A6
	7	NGGS-B2-T1-1	30	100	R. L 7	F.T 7	A7
	8	NGGS-B2-T1-2	30	100	R. L 8	F.T 8	A8
	9	NGGS-B2-T1-3	30	100	R. L 9	F.T 9	A9
	10	NGGS-B2-T2-1	30	120	R. L 10	F.T 10	A10
	11	NGGS-B2-T2-2	30	120	R. L 11	F.T 11	A11
	12	NGGS-B2-T2-3	30	120	R. L 12	F.T 12	A12

B = Flujo de bomba; T = Temperatura de secado; R.L = Capacidad antioxidante; F.T = Compuestos fenólicos totales; A = Antocianinas.

Leyenda:

NGMK = Nanoencapsulado (*Gaultheria myrsinoides* Kunth)

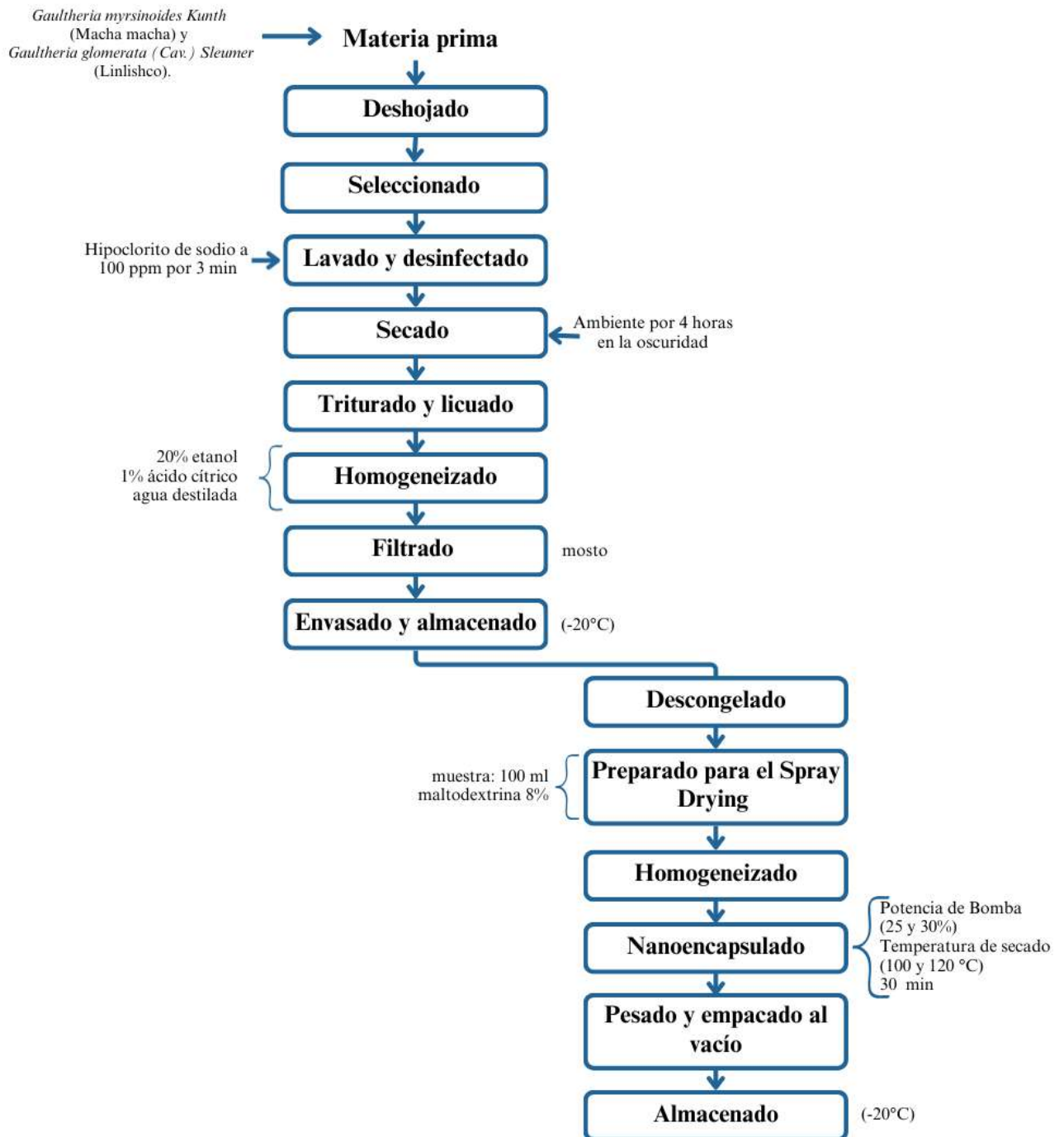
NGGS = Nanoencapsulado (*Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer)

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La obtención del nanoencapsulado de los frutos silvestres de (*Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer) Linlishco y de (*Gaultheria myrsinoides* Kunth) Macha Macha se llevó a cabo mediante una serie de operaciones individuales, como se detalla en la Figura 10.

Figura 10

Diagrama de operaciones para la obtención del nanoencapsulado de (*Gaultheria myrsinoides* Kunth) Macha macha y (*Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer) Linlishco



3.6.1. Acondicionamiento de las especies de (*Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer) Linlishco y de (*Gaultheria myrsinoides* Kunth) Macha Macha

Los frutos de (*Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer) Linlishco y de (*Gaultheria myrsinoides* Kunth) Macha Macha se recolectaron en el centro poblado de Apaycancha, Distrito Ricran y Provincia de Jauja, como se puede visualizar en la Figura 11. A continuación, se detallarán el acondicionamiento del macerado de los frutos.

Figura 11

Recolecta de la materia prima (*Gaultheria myrsinoides* Kunth) Macha macha y (*Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleume) Linlishco



a) Materia prima

Se trabajó con 400 gr de (*Gaultheria myrsinoides* Kunth) Macha macha y 900 gr (*Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer) Linlishco de frutos frescos (ver Figura 12).

Peso promedio de linlishco de 0,21 gr, diámetro de 5,73 mm de altura, 7,1 mm latitud y macha macha de 0,17 gr, altitud 6,31 mm y latitud 6,36 mm.

Figura 12

Recepción de la materia prima



b) Deshojado

En esta operación se procedió a retirar las hojas de los frutos silvestres manualmente para facilitar el siguiente proceso.

Figura 13

Deshojado de los frutos



c) Seleccionado

Este proceso se realizó manualmente donde se separó el fruto con las hojas y seleccionados aquellos que tenían presencia de signos de deterioro físico o daños microbiológicos.

d) Lavado y desinfectado

El lavado se hizo con abundante agua potable logrando quitar restos de tierra y eliminando algunas partículas extrañas, luego los frutos se sumergieron a una concentración de hipoclorito de sodio a 100 ppm por un periodo de 3 minutos con el fin de eliminar microorganismos patógenos.

e) Secado

Las bayas de (*Gaultheria glomerata (Cav) Sleumer*) Linlishco y de (*Gaultheria myrsinoides* Kunth) Macha Macha se secaron en la oscuridad por aproximadamente 4 horas a temperatura ambiente promedio 12 °C, permitiendo reducir el exceso de agua.

Figura 14

Secado de las materias primas



f) Triturado y licuado

La operación se realizó mediante trituración en seco con una licuadora industrial para lograr una homogenización uniforme de nuestras materias primas. Forrar todos los recipientes con papel aluminio para evitar la luz solar.

g) Homogeneizado

Se preparó la solución proporción de 1:2,5 gr/ml (muestra: solvente) compuesta por 20% de etanol puro, 1% de ácido cítrico y agua destilada (ver Figura 15), luego se mezcló cuidadosamente con un homogeneizador a 1200 rpm a 36°C por 150 minutos con el fin de garantizar una distribución homogénea de los componentes. Posteriormente, de tomo nota del pH inicial y final de la solución:

pH inicial de macha macha solo solvente: 2,29 y pH final 2,73.

pH inicial de linlishco solo solvente: 2,41 y pH final 2,73.

Figura 15

Homogenización de las muestras



Luego transcurrido el tiempo en el homogeneizador se procedió a filtrar con ayuda de una tela fina separando el mosto. En esta operación se dejó en reposo por una noche hasta lograr filtrar todo el líquido, en un ambiente oscuro sin la exposición a la luz solar.

Figura 16

Filtración de las muestras homogéneas



h) Envasado y almacenado

Posteriormente, son envasados en botellas ámbar para evitar la luz solar y fueron almacenadas en un congelador de laboratorio a -20°C hasta los ensayos del nanoencapsulado.

3.6.2. Proceso de Nanoencapsulamiento

A continuación, se describe las operaciones desarrolladas para la obtención de muestra nanoencapsulado de los frutos de (*Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer) Linlishco y de (*Gaultheria myrsinoides* Kunth) Macha Macha.

a) Descongelamiento de la muestra

La mezcla líquida acidificado de (*Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer) Linlishco y de (*Gaultheria myrsinoides* Kunth) Macha Macha, fueron retiradas del congelador y expuestas al descongelamiento a temperatura ambiente, protegiendo de la luz solar.

b) Preparación para el equipo de Spray Drying

En este proceso, se envolvió con papel aluminio los vasos precipitados de 250 ml y luego se pesó 100 ml de muestra líquida acidificada y 8 gr de maltodextrina.

Figura 17

Peso de maltodextrina y muestra líquida



c) Homogeneizado

Luego, se mezcló con un agitador magnético a 1200 rpm a 36°C hasta tener una mezcla homogénea.

Figura 18

Agitador magnético de laboratorio



d) **Nanoencapsulado**

Para iniciar con el proceso de nanoencapsulado, se reguló la temperatura de secado y el flujo de bomba de acuerdo al diseño experimental (Tabla 4 y 5). También se ajustó el spray a 80% y con una presión de 25 mbar ya establecido. Se empleó un periodo de aproximadamente de 30 minutos para el nanoencapsulado y protegidos de la luz solar.

Figura 19

Acondicionamiento de los parámetros del equipo de nanoencapsulado



e) **Pesado y empacado al vacío**

Se rotularon las bolsas, posteriormente se procedió a pesar las bolsas de polietileno con la muestra nanoencapsulado. Luego, se realizó el proceso de envasado al vacío. El peso neto del polvo nanoencapsulado se obtuvo restando el peso de la bolsa vacía al peso total registrado.

f) **Almacenado**

El nanoencapsulado de (*Gaultheria glomerata (Cav) Sleumer*) Linlishco y de (*Gaultheria myrsinoides Kunth*) Macha Macha fueron almacenadas en un congelador de laboratorio a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, protegidas de la luz solar directa.

3.6.3. Análisis fisicoquímicos de los frutos silvestres

Los análisis fisicoquímicos se realizaron de los frutos (*Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer) Linlishco y de (*Gaultheria myrsinoides* Kunth) Macha Macha frescos y nanoencapsulados.

a) Peso, diámetro y altura: El peso de las muestras se realizaron con una balanza analítico de la marca (Toption), así mismo las medidas altitud y latitud se realizaron con un Vernier.

b) Humedad: se desarrolló por el método gravimétrico según la (AOAC, 2019).

La humedad se basa a la pérdida de peso de la muestra, se determinó con un analizador de humedad (Radwag - MA 50/1. R). Primero se calibró el equipo, se trabajó con una muestra de 5 gr de frutos, en la cual se sometió a una temperatura de 110°C por aproximadamente 80 minutos y luego se tomó nota del porcentaje de humedad que contiene cada muestra y peso final.

c) Colorimetría:

El color fue determinado mediante un colorímetro (Konica Minolta - BC-10 PLUS), el cual proporcionó los valores correspondientes a los parámetros L* (luminosidad), a* (coordenadas rojo/verde), b* (coordenadas amarillo/azul), C* (croma o saturación) y h° (ángulo de tono) (Paucarchuco & Padilla, 2024).

Los valores C* y h° se calculó con la siguiente fórmula:

$$\text{Cromo (C}^*) = \sqrt{a^2 + b^2} \quad \text{Ecuación 1}$$

$$\text{Tono (h}^\circ) = \text{artan} \left(\frac{a^*}{b^*} \right) \quad \text{Ecuación 2}$$

d) Brix°: Para determinar el los sólidos solubles se aplicó según el método de AOAC, (2014). Se utilizo un refractómetro digital (Abbemat 3000) equipo que previamente es calibrado con agua destilada. Se colocaron 1-2 gotas de extracto de (*Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer) Linlishco y de (*Gaultheria myrsinoides* Kunth) Macha Macha y cubrimos con la tapa para realizar la lectura y anotar la medida (AOAC, 2019).

e) pH: Para medir el pH de uso la metodología de AOAC, (2019) con el equipo pHmetro (HANNA -HI99211), calibrado previamente con soluciones buffer de pH 4 y 7. Luego, se realizó la dilución materia fresca y nanoencapsulado, para fresca se tomó 3 g de extracto y nanoencapsulado 1 g se mezcló a 10 ml de agua destilada, se filtró con una tela fina. Se introdujo el electrodo en la muestra líquida, se tomó nota del valor una vez estabilizado.

f) Acidez: La determinación de la acidez se efectuó mediante la técnica de titulación recomendada por la AOAC, (2014).

Este método consiste en medir directa del pH, la titulación de neutralización a un pH aproximado a (8,1 – 8,5). Primeramente, se diluye la muestra fresca (3g/10ml), atomizada (1gr/10ml) previamente filtrado, luego se toma 3 ml de las muestras diluidas, se disuelve con 47 ml de agua destilada en un matraz de 50 ml y se va añadiendo el hidróxido de sodio a 0,1 N como solución titulante, midiendo constantemente el pH.

Para calcular el resultado se realiza con la siguiente ecuación:

$$\text{Acidez total (g/L)} = \left(\frac{V * N * \text{Meq}}{M} \right) * 100 \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde:

V: Volumen de la solución de NaOH utilizada en la titulación de la muestra.

N: Normalidad de la solución de hidróxido de sodio (NaOH), equivalente a 0,1 N.

M: Volumen de la muestra analizada, expresado en mililitros (mL).

Meq: Equivalente del ácido predominante, en este caso ácido cítrico = 0,064 mEq

3.6.4. Análisis de capacidad antioxidante

Para determinar la capacidad antioxidante de los frutos y de los nanoencapsulados de *Gaultheria glomerata* (Cav) *Sleumer* (Linlishco) y *Gaultheria myrsinoides* Kunth (Macha Macha), se aplicó el método descrito por Brand-Williams et al., (1995), el cual se fundamenta en la reducción del radical libre DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidracilo).

Preparación de la solución DPPH

Se pesaron 0,0059 g de DPPH, los cuales se disolvieron en 150 mL de metanol absoluto. La solución obtenida se almacenó en un frasco ámbar, cubierto con papel aluminio para protegerla de la luz y evitar la degradación del reactivo por exposición lumínica.

Disoluciones de las muestras

Tabla 6

Disoluciones de las muestras

Disoluciones	Fresco	Nanoencapsulado
Macha Macha	1gr – 3mL	1 gr – 10 mL
Linlishco	1gr – 3mL	1 gr – 10 mL

Se disolvió 1 gr de extracto en 3 mL y 10 mL de metanol absoluta, se mezcló con un agitador vortex por 1 minuto a 2000 RPM, luego se colocó las muestras en un tubo de ensayo previamente filtrado.

Preparación para la prueba de tiempo

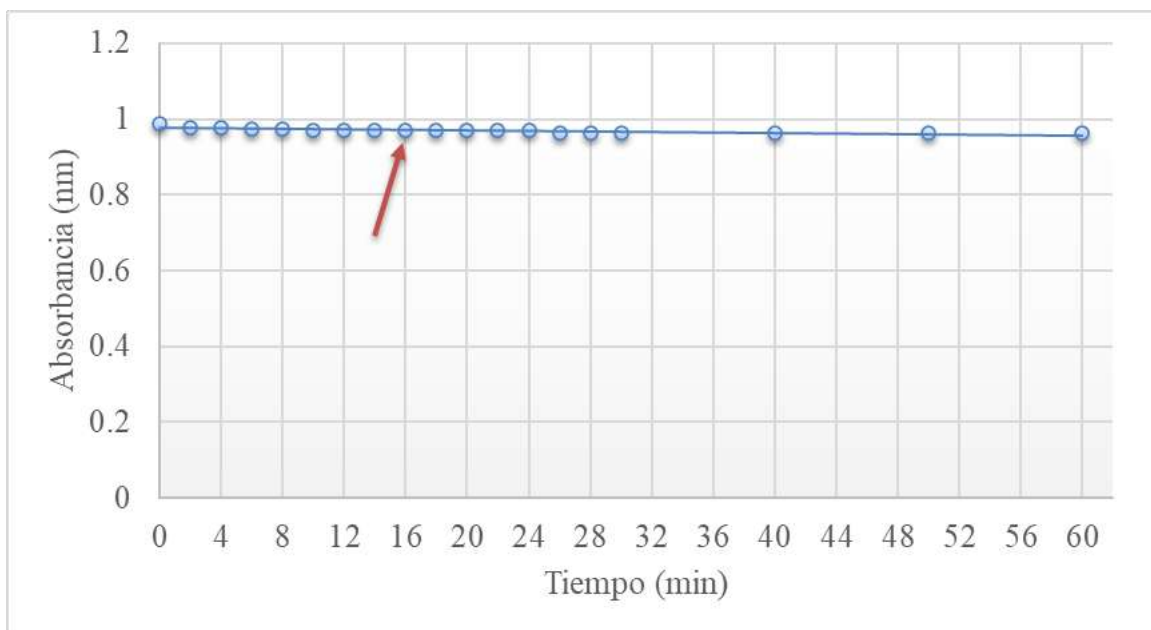
Se colocó 0,1 mL de extracto en los tubos de ensayo más 3,9 mL de solución metanólica de DPPH y se procedió a medir los tiempos a intervalo de cada 2 minutos hasta estabilizar la lectura de absorbancia a 517 nm. En la Figura 20 se observa que la absorbancia se estabiliza en el minuto 16, lo que llevo a elegir ese tiempo como periodo de incubación.

Preparación muestra control o blanco

Se añadieron 3,9 mL de la solución metanólica de DPPH y 0,1 mL de metanol en una cubeta, y posteriormente se realizó la medición de la absorbancia a una longitud de onda de 517 nm en el tiempo cero, con el fin de establecer el valor inicial de referencia del radical DPPH antes de la adición de las muestras antioxidantes.

Figura 20

Curva de calibración para determinar el tiempo óptimo de medición de la absorbancia de los extractos



Determinación de capacidad antioxidante

Muestra para cerrar el equipo: solo metanol

Se cubrió los tubos de ensayo con papel aluminio y se adicionó 3,9 mL de solución de DPPH + 0,1 mL de extracto diluido, este paso se realizó por triplicado cada tratamiento. Luego, se agito y se llevó a la oscuridad por 16 minutos cubierto con papel aluminio, transcurrido el tiempo de incubación se procedió a leer la absorbancia a 517 nm.

Cálculo de la capacidad antioxidante

El porcentaje de inhibición se determinó con la siguiente formula:

$$\% \text{ de Inhibición} = \frac{(\text{Abs de control} - \text{Abs de muestra})}{\text{Abs de control}} * 100 \quad \text{Ecuación 4}$$

3.6.5. Análisis de compuestos fenólicos totales

Los compuestos fenólicos totales se determinó con la metodología de espectrofotométrico usando como reactivo el Folin-Ciocalte (Singletón et al., 1999).

Preparación de reactivos

Solución de Folin-Ciocalte al 0,25 N: Se toma la solución 10 ml del reactivo Folin-Ciocalte y 90 ml de agua ultra pura, luego se trasladó a una fiola previamente forrado con papel aluminio, protegido de la luz solar y almacenado a refrigeración.

Carbonato de sodio al 20%: Se pesaron en una balanza analítica 5 gr de Na_2CO_3 y se mezclaron con 25 ml de agua ultra pura, es importante envolver con papel aluminio y mantenerlo en la oscuridad hasta su uso.

Solución de Ácido Gálico (1 ml/4 mg): Pesamos 6,25 mg en 25 ml de agua ultra pura y mezclamos.

a) Solución del patrón madre ácido gálico

Se forraron con papel aluminio 9 tubos de ensayo y codificados considerando los datos de la Tabla 7.

Tabla 7

Volumen de solución madre de ácido gálico y agua ultra pura para la curva patrón

Codificación	Ac. Gálico (ml)	Agua ultra pura (ml)
0	0	10
2	0,2	9,8
4	0,4	9,6
6	0,6	9,4
8	0,8	9,2
10	1	9
12	1,2	8,8
14	1,4	8,6
16	1,6	8,4

- Se procedió añadir a cada tubo la cantidad que le corresponde de ácido gálico:

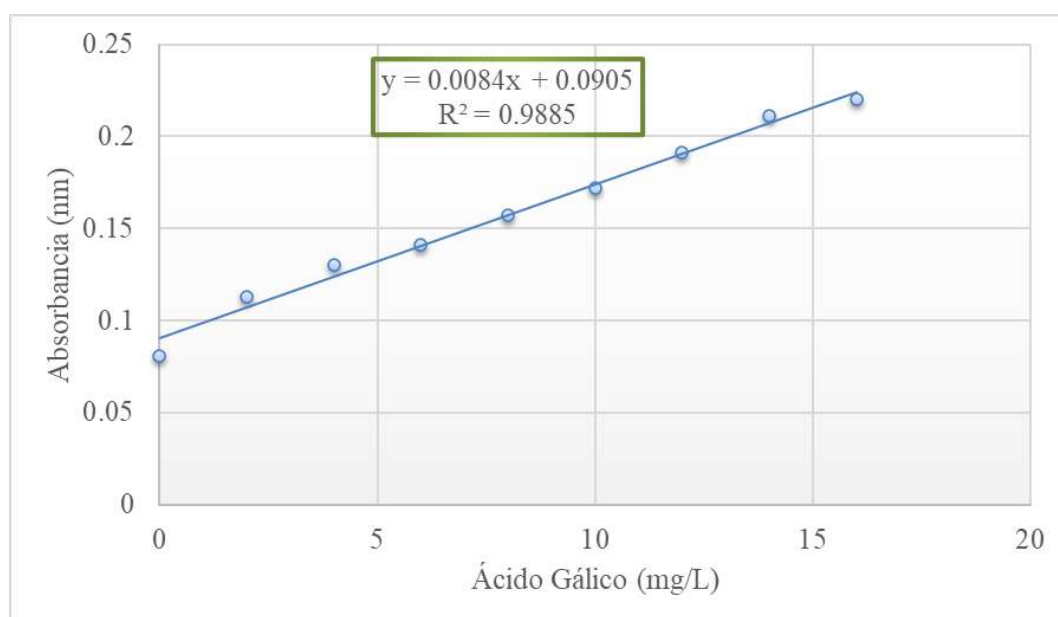
Tubo 0: No agregar

Tubo 2: se agregó 0,2 ml de ácido gálico

- Se agrega 0,15 ml de reactivo de Folin Ciocalteu y 0,30 de carbonato de sodio (Na_2CO_3) a cada tubo.
- Luego se agita cada tubo en el vortex por 15 segundos y dejarlo en la oscuridad en periodo de incubación durante 2 horas y se midió la absorbancia a 765 nm.

Figura 21

Curva de calibración de ácido gálico



Determinación de compuestos fenólicos totales

Para la extracción de los compuestos fenólicos totales de las muestras de *Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer (Linlishco) y *Gaultheria myrsinoides* Kunth (Macha Macha), tanto en estado fresco como en su forma nanoencapsulada, se aplicó la siguiente metodología:

- Se utilizó la misma proporción descrita en la Tabla 6, realizando la disolución de las muestras en metanol (muestra/metanol).
- A partir de estas disoluciones, se tomaron 0,05 mL de cada tratamiento y se distribuyeron en tres tubos de ensayo.
- Posteriormente, se añadieron 2,5 mL del reactivo de Folin-Ciocalteu y 0,2 mL de carbonato de sodio (Na₂CO₃) al 7,5%.
 - ✓ Preparación del carbonato de sodio al 7,5%: se pesaron 3,75 g del compuesto y se disolvieron en 50 mL de agua ultrapura.
- Las muestras se mantuvieron en incubación en oscuridad a temperatura ambiente durante aproximadamente 2 horas, cubiertas con papel aluminio para evitar la exposición a la luz.
- Transcurrido este tiempo, se procedió a la lectura de la absorbancia a 765 nm mediante espectrofotometría. Los resultados fueron expresados en miligramos equivalentes de ácido gálico (mg GAE) por miligramos de muestra.

Cálculo de compuestos fenólicos totales

Se elaboró una curva de calibración utilizando el ácido gálico como patrón estándar.

La cuantificación se realizó aplicando la ecuación derivada de dicha curva, la cual permitió estimar la concentración total de compuestos fenólicos presentes en las muestras de frutos frescos y nanoencapsulados analizadas.

$$Y = 0,0084x + 0,0905$$

$$R^2 = 0,9885$$

Y = miligramos (mg) de ácido gálico por mililitro (ml)

Abs = absorbancia medida a 765 nm

Se aplicó la siguiente fórmula para calcular los resultados de los compuestos fenólicos totales:

$$\text{Cuantificación de fenólicos} = \left(\frac{Y * D * V * 100}{P} \right) \quad \text{Ecuación 5}$$

Donde:

Cuantificación de fenólicos totales: mg de ácido gálico equivalente (EAG) por gramo de muestra.

Y: Valor obtenido de la curva estándar en mg (mg ácido gálico/mL).

D: Factor de dilución aplicado a la muestra.

V: Volumen de la muestra analizada (mL).

P: Peso de la muestra en polvo (g)

3.6.6. Análisis de antocianinas

El contenido de antocianinas totales se determinó mediante el método del pH diferencial propuesto por (Giusti & Wrolstad, 2001).

Preparación de buffer cloruro de potasio (KCl) 0,025N (1 pH)

Se pesaron 0,932 g de KCl y se disolvieron en 500 mL de agua destilada utilizando un agitador magnético. Luego, se ajustó el pH a 1,0 mediante la adición de ácido clorhídrico (HCl) concentrado.

Preparación de Buffer acetato de sodio (4,5 pH)

Se pesaron 16,4 g de acetato de sodio ($C_2H_3NaO_2$) y se disolvieron en 490 mL de agua destilada. Posteriormente, se ajustó el pH a 4,5 con ácido clorhídrico (HCl) y se completó el volumen total a 500 mL en una fiola aforada.

Determinación de antocianinas

Para la extracción de las antocianinas de la muestra de (*Gaultheria glomerata* (Cav) *Sleumer*) Linlishco y de (*Gaultheria myrsinoides* Kunth) Macha Macha en estado fresco y nanoencapsulado se usó la siguiente metodología.

- Muestra blanca: agua destilada
- Para la disolución de las muestras se consideró la misma proporción de la Tabla 6 la disolución se realizó con agua destilada (muestra/agua destilada).
- De las disoluciones obtenida para cada tratamiento, se tomó un volumen de 100 ul, el cual fue distribuido en tres tubos de ensayo por muestra.

- Luego se mezcló independientemente en dos soluciones buffer a diferentes niveles de pH 1 y 4,5 de 2 ml se agitó con el vortex y se dejó en reposo por un periodo de 15 minutos bajo la oscuridad.
- Finalmente, se realizó la lectura de absorbancia en un espectrofotómetro a longitud de onda de 510 y 700 nm.

Cálculo de antocianinas

La absorbancia correspondiente a las antocianinas monoméricas se calculó con la siguiente ecuación:

$$Abs = (Abs_{510} - Abs_{700})_{pH=1} - (Abs_{510} - Abs_{700})_{pH=4.5} \quad \text{Ecuación 6}$$

$$AT_{(mg/L)} = \frac{\Delta A * PM * FD * 1000}{\epsilon l} \quad \text{Ecuación 7}$$

Donde:

A = Absorbancia

AT = Antocianinas totales

ΔA = Cambio de la absorbancia

PM: masa molecular = 449,2 g/ mol

FD: factor de dilución

ϵ : Coeficiente de extinción = 26900

l = Longitud de paso de celda 1 cm

1000 = factor de conversión de gramos a miligramos

3.7. Métodos de análisis de datos

El análisis estadístico se realizó utilizando el software Minitab Statistical 18, con el propósito de evaluar el efecto de los parámetros de nanoencapsulación sobre la capacidad antioxidante, los compuestos fenólicos y las antocianinas de *Gaultheria glomerata* (Cav) *Sleumer* (Linlishco) y *Gaultheria myrsinoides* Kunth (Macha Macha). Para verificar los supuestos del modelo, se aplicó la prueba de Anderson-Darling con el fin de evaluar la normalidad de los datos. Los resultados mostraron valores de $p > 0,05$ lo que indicó que las variables analizadas (capacidad antioxidante, fenólicos totales y antocianinas) se ajustan a una distribución normal. Asimismo, la prueba de igualdad de varianzas de Levene arrojó valores de $p > 0,05$ confirmando la homogeneidad de varianzas entre los

tratamientos. Por lo tanto, fue adecuado aplicar el (ANOVA) y la prueba de comparaciones múltiples de Tukey, con un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$ con el objetivo de identificar diferencias significativas entre las medias de los niveles de cada factor evaluado.

IV. RESULTADOS

4.1. Parámetros y rendimiento de productos nanoencapsulados

Se determinó el rendimiento de las muestras atomizadas, donde se sometieron a temperaturas de secado (100° y 120° C), a una presión de flujo de bomba de 25 y 30 mbar y utilizando como agente encapsulante Maltodextrina al 8%, los resultados obtenidos se pueden verificar en la siguiente Tabla 8.

Tabla 8

Rendimientos expresados en % porcentaje

Variedad	Código	T (°C)	Flujo de bomba (mbar)	Maltodextrina (%)	Rendimiento nanoencapsulado
					X ± S
	NGMK-T1	100	25	8	6,32 ± 0,72
Macha	NGMK-T2	100	30	8	6,17 ± 0,41
Macha	NGMK-T3	120	25	8	6,84 ± 0,70
	NGMK-T4	120	30	8	5,69 ± 1,34
	NGGS-T1	100	25	8	5,63 ± 0,62
Linlishco	NGGS-T2	100	30	8	4,99 ± 0,85
	NGGS-T3	120	25	8	5,37 ± 1,38
	NGGS-T4	120	30	8	5,11 ± 0,34

X = promedio de 3 repeticiones

S= desviación estándar

En la Tabla 8 se verifica que el mayor rendimiento corresponde a la variedad de macha macha en el tratamiento T3, con un 6,84 % empleando 8% de maltodextrina, a 120° C como temperatura de secado y flujo de bomba de 25 mbar configurado en el equipo. Seguido, se encuentra la especie de Linlishco, cuyo mayor rendimiento corresponde al tratamiento T1 con 5,63 % a una temperatura de secado de 100°C y flujo de bomba (25 mbar).

4.2. Resultados de análisis de capacidad antioxidante

4.2.1. Resultados de capacidad antioxidante de los frutos frescos

Tabla 9

Resultados de capacidad antioxidante obtenidos

Frutos silvestres	Capacidad antioxidante (% Inhibición)		
	X	±	S
Linlishco	82,76	±	5,95
Macha Macha	73,05	±	2,80

X = promedio de 4 repeticiones

S= desviación estándar

En la Tabla 9, se observa que el fruto Linlishco tiene una mayor capacidad antioxidante ($82,76 \pm 5,95\%$) en comparación con Macha Macha ($73,05 \pm 2,80\%$). Los valores obtenidos indican que el Linlishco no solo posee una mayor actividad antioxidante, sino también una mayor variabilidad entre las dos muestras analizadas.

4.2.2. Resultados de capacidad antioxidante nanoencapsulados

Tabla 10

Resultados de capacidad antioxidante de los frutos nanoencapsulados

Frutos silvestres	R1	R2	R3	R4	Capacidad antioxidante (% Inhibición)		
					X	±	S
					Linlishco	6,00	7,82
Macha Macha	1,92	2,12	1,69	2,66	2,10	±	0,42

X = promedio de 3 réplicas por tratamiento

S= desviación estándar

En la Tabla 10, se observa la capacidad antioxidante de los frutos silvestres de Linlishco y Macha Macha. La especie Linlishco muestra un promedio de 6,68 % de inhibición lo que indica una elevada actividad de capacidad antioxidante. En cambio, Macha macha registra valores menores de 2,10 % de inhibición, reflejando una menor capacidad de inhibición.

En la Tabla 11, se muestra el Análisis de Varianza (ANOVA) para la capacidad antioxidante aplicadas en un Diseño Factorial 2², donde se muestra que existe una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$) en el fruto nanoencapsulado de la Macha Macha.

Tabla 11

Análisis de varianza (ANOVA) de la capacidad antioxidante de la (Gaultheria myrsinoides Kunth) Macha macha nanoencapsulado

Fuente	GL	SC Ajust.	MC		
			Ajust.	Valor F	Valor p
Bomba	1	0,069	0,06901	0,05	0,825
Temperatura	1	1,0437	1,04367	0,79	0,398
Error	9	11,9149	1,32387		
Falta de ajuste	1	0,4507	0,45069	0,31	0,59
Error puro	8	11,4642	1,43302		
Total	11	13,0275			

El análisis de varianza (ANOVA) se aplicó para evaluar el efecto de los parámetros de atomización, específicamente el flujo de bomba (25% y 30%) y la temperatura (100 °C y 120°C) sobre la capacidad antioxidante del fruto (*Gaultheria myrsinoides*) Kunth Macha Macha nanoencapsulado, los resultados mostraron que ninguno de los factores evaluados presentó un efecto estadísticamente significativo sobre la capacidad antioxidante, para el flujo de bomba se obtuvo un valor ($p = 0,825$) y para la temperatura un valor ($p = 0,398$); indicando que las diferencias observadas entre niveles no son estadísticamente significativas.

Para la comparación de medias de capacidad antioxidante del fruto nanoencapsulado de Macha Macha, se utilizó la prueba de Tukey (Ver Anexo 8 y Tabla 27), el cual se detalla a continuación:

La comparación de medias a través de la prueba de Tukey, respecto a la capacidad antioxidante del fruto Macha Macha nanoencapsulado, arrojó que los efectos de la bomba y temperatura se obtuvo un p-valor mayor al nivel de significancia 0,05; esto quiere decir que no existe efecto significativo del tipo de fruto, ni de su interacción sobre la capacidad antioxidante por lo que se acepta la hipótesis nula con un 95% de nivel de confianza entre

los dos tratamientos realizados. Se observa que las mayores medias de capacidad antioxidante se registraron a una temperatura de 120 °C (media = 2,39) y un flujo de bomba de 30% (media = 2,17), ambas condiciones fueron agrupadas bajo la misma letra (A).

En la Figura 22, se muestra el comportamiento de la capacidad antioxidante del fruto Macha Macha nanoencapsulado, donde se observa que el tratamiento de 30% de flujo de bomba y 120 °C de temperatura obtuvo el valor más alto (2,66 %) y el tratamiento más bajo fue de 30%-100 °C (1,69%) este gráfico permite evidenciar la tendencia general del comportamiento del fruto nanoencapsulado frente a diferentes condiciones de proceso.

Figura 22

Capacidad antioxidante de la (Gaultheria myrsinoides Kunth) Macha macha nanoencapsulado

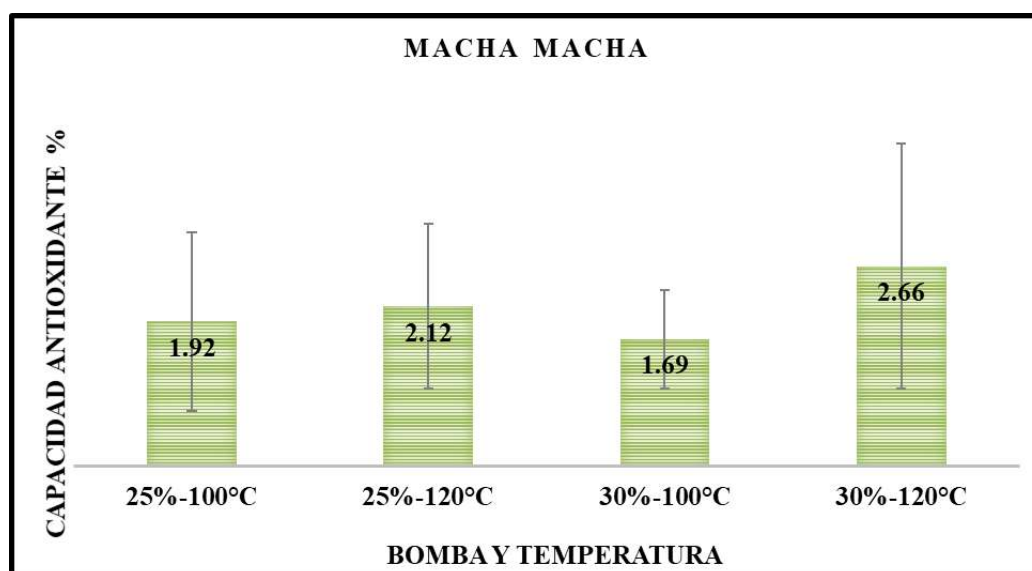


Tabla 12

Análisis de varianza (ANOVA) de la capacidad antioxidante de la (Gaultheria glomerata (Cav.) Sleumer) Linlishco

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Bomba	1	0,6302	0,6302	0,28	0,61
Temperatura	1	1,7252	1,7252	0,76	0,405
Error	9	20,3319	2,2591		
Falta de ajuste	1	3,3814	3,3814	1,6	0,242
Error puro	8	16,9505	2,1188		
Total	11	22,6873			

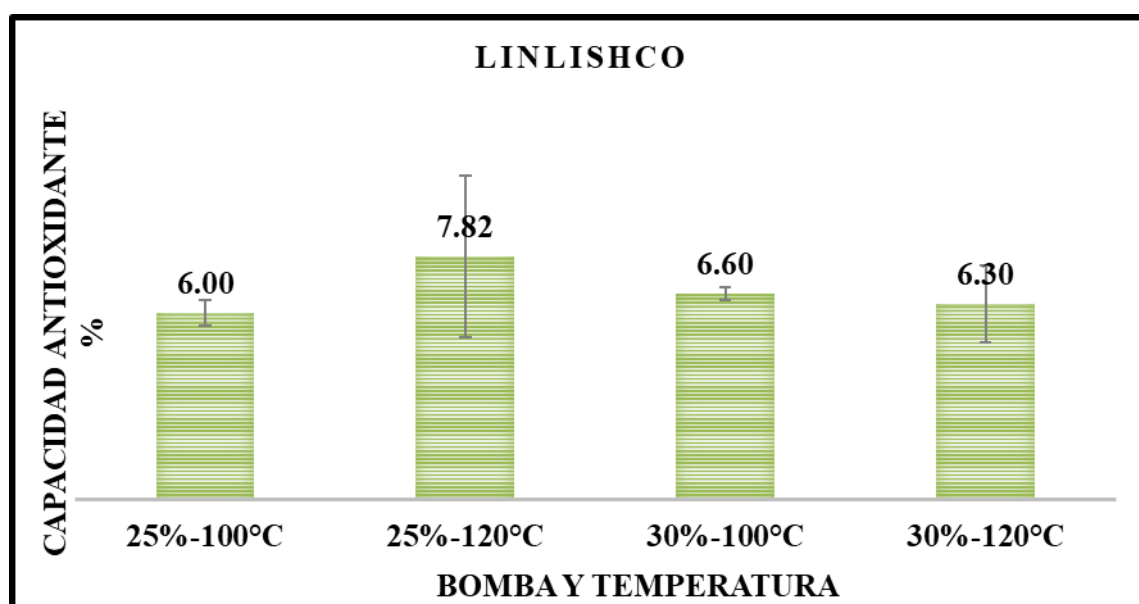
El análisis de varianza (ANOVA) indicó que ninguno de los factores evaluados, bomba y temperatura, ejercieron un efecto estadísticamente significativo sobre la capacidad antioxidante del Linlishco nanoencapsulado. Esto se evidencia por los valores de $p > 0,05$; correspondientes a bomba ($p = 0,61$) y temperatura ($p = 0,405$). Para la comparación de medias de capacidad antioxidante del fruto nanoencapsulado de Linlishco, se utilizó la prueba de Tukey (Ver Anexo 8 y Tabla 28) el cual se detalla a continuación:

La comparación de medias mediante la prueba de Tukey no reveló diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) entre los niveles de los factores bomba (25% y 30%) ni entre las temperaturas de secado (100 °C y 120 °C) por lo que se acepta la hipótesis nula con un 95% de nivel de confianza entre los dos tratamientos realizados. Como se detalla en la Tabla, ambos niveles de cada factor comparten la misma letra de agrupación (A), indicando que en las condiciones evaluadas no afectan significativamente la capacidad antioxidante del fruto de Linlishco una vez nanoencapsulado.

En la Figura 23, se muestra la capacidad antioxidante (%) del fruto de Linlishco bajo diferentes combinaciones de temperatura y bomba. Aunque el mayor valor observado fue con la combinación 25% de bomba y 120 °C (7,82%), y el menor fue con 20% de fluido de bomba y 100 °C (6,00%), las diferencias no fueron estadísticamente significativas.

Figura 23

Capacidad antioxidante de la (Gaultheria glomerata (Cav.) Sleumer) Linlishco



4.3. Resultados de análisis de los compuestos fenólicos totales

4.3.1. Resultados de los compuestos fenólicos en frutos frescos

Tabla 13

Contenido de compuestos fenólicos totales de frutos frescos

Frutos silvestres	Compuestos fenólicos totales (mg EAG/100 g)		
	X	±	S
Linlishco	3445,14	±	325,17
Macha Macha	1234,23	±	196,76

X = promedio de 4 repeticiones S= desviación estándar

En la Tabla 13 se presentan los resultados del contenido de compuestos fenólicos totales en los frutos frescos, observándose que el fruto de Linlishco muestra una concentración significativamente mayor, con 3445,14 mg EAG/100 g, en comparación con Macha Macha, que registra un valor inferior de 1234,23 mg EAG/100 g.

4.3.2. Resultados de los compuestos fenólicos totales nanoencapsulados

Tabla 14

Resultados de contenido de los compuestos fenólicos totales de los frutos nanoencapsulados

Frutos silvestres	R1	R2	R3	R4	Compuestos fenólicos totales (mg EAG/100 g)		
					X	±	S
Linlishco	4785,22	5568,75	5970,34	5178,08	5375,60	±	509,44
Macha Macha	668,95	1046,53	1072,72	882,84	917,76	±	185,94

X = promedio de 3 réplicas por tratamiento S= desviación estándar

En la Tabla 14, se muestra el contenido de los compuestos fenólicos totales de los frutos silvestres nanoencapsulados, donde se evidencian que Linlishco presenta un promedio de 5375,60 (mg EAG/100 g), lo que indica un alto contenido de compuestos fenólicos totales. Mientras que la especie macha macha presenta un promedio de 917,76 (mg EAG/100 g) mostrando un contenido menor a comparación de la otra especie.

Tabla 15

Análisis de varianza (ANOVA), compuestos fenólicos de la (Gaultheria myrsinoides Kunth) Macha macha

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Bomba	1	43229	43229	0,23	0,643
Temperatura	1	26423	26423	0,14	0,717
Error	9	1693502	188167		
Falta de ajuste	1	241508	241508	1,33	0,282
Error puro	8	1451993	181499		
Total	11	1763153			

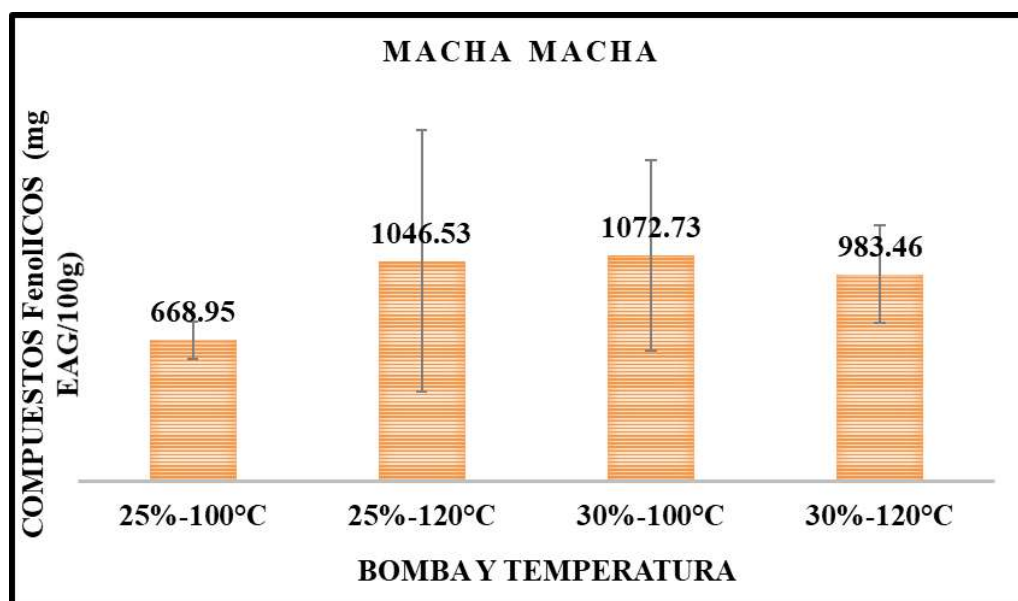
El análisis de varianza (ANOVA) mostró que ni el flujo de bomba ($p = 0,643$) ni la temperatura de secado ($p = 0,717$) ejercieron efectos estadísticamente significativos sobre el contenido fenólico total ($p > 0,05$), lo que indica que no hay diferencias significativas. Para la comparación de medias de compuestos fenólicos del fruto nanoencapsulado de Macha Macha, se utilizó la prueba de Tukey (Ver Anexo 8 y Figura 24), el cual se detalla a continuación:

La prueba de comparación de medias de Tukey (Tabla 29) en la cual, todos los niveles de los factores tienen la misma letra de agrupación ("A"), por lo que indica que no hay diferencia significativa entre tratamientos. La media con mayor contenido promedio de los compuestos fenólicos totales se obtuvo con una bomba del 30% (977,77 mg EAG/100g) frente al 25% (857,74 mg EAG/100g) que fue con menor contenido y para la temperatura de 120 °C (964,68 mg EAG/100g) presentó mayor contenido a diferencia del 100 °C (870,83 mg EAG/100g).

Así mismo, la Figura 24 muestra la tendencia de los valores de los compuestos fenólicos obtenidos del Macha Macha nanoencapsulado. Se observa una amplia variabilidad en los datos, como el tratamiento de 30% bomba a 100 °C, presentan datos elevados de los compuestos fenólicos totales (1072,73 mg EAG/100g), mientras que otros como 25% bomba a 100 °C muestran niveles considerablemente menores (668,95 mg EAG/100g).

Figura 24

Compuestos fenólicos de la (*Gaultheria myrsinoides*) Kunth Macha macha nanoencapsulado

**Tabla 16**

Análisis de varianza (ANOVA), compuestos fenólicos de la (*Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer) Linlishco

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	3	993028	331009	0,46	0,718
Lineal	2	78312	39156	0,05	0,947
Bomba	1	30239	30239	0,04	0,843
Temperatura	1	48073	48073	0,07	0,803
Interacciones de 2 términos	1	914717	914717	1,27	0,292
Bomba*temperatura	1	914717	914717	1,27	0,292
Error	8	5755646	719456		
Total	11	6748674			

El análisis de varianza (ANOVA) realizado para determinar el efecto de los parámetros de secado por aspersión sobre la concentración de compuestos fenólicos totales en el fruto (*Gaultheria glomerata*) Linlishco nanoencapsulado reveló que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados. Los valores p obtenidos fueron de (p = 0,417 para el factor bomba y (p = 0,44) para temperatura, ambos

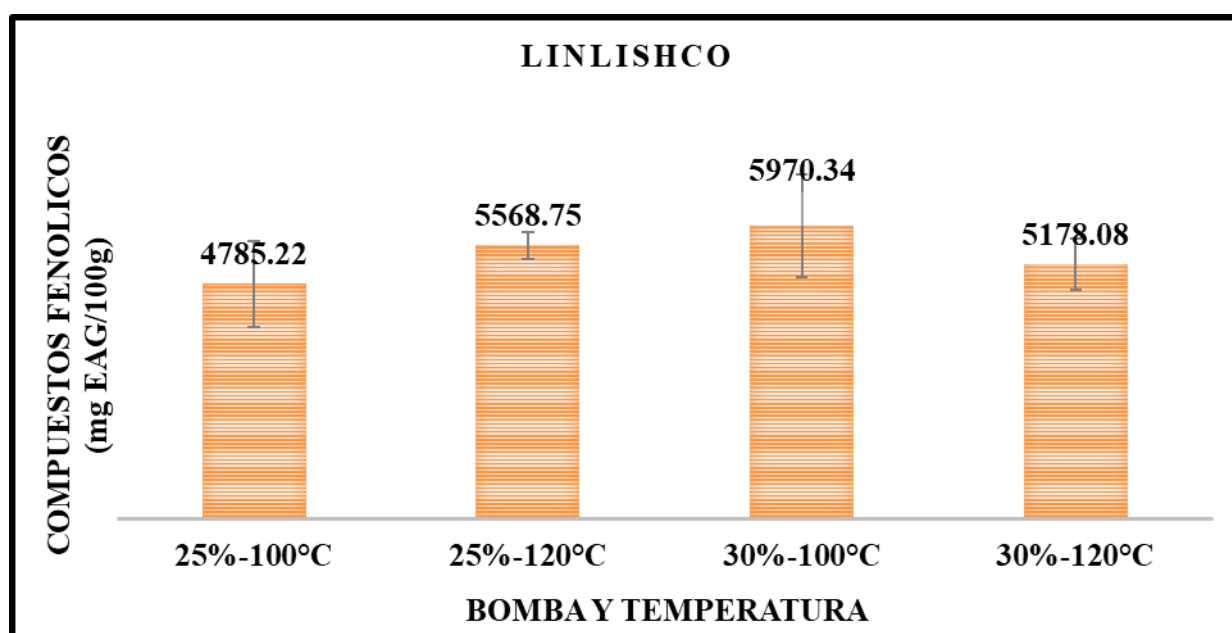
superiores al nivel de significancia ($p > 0,05$). Para la comparación de medias de compuestos fenólicos del fruto nanoencapsulado de Linlishco se utilizó la prueba de Tukey (Ver Anexo 8 y Figura 25), el cual se detalla a continuación:

La prueba de comparación de medias de Tukey (Tabla 30) respalda estos hallazgos, al mostrar que todos los niveles de los factores compartieron la misma letra de agrupación ("A"), lo cual indica la ausencia de diferencias significativas entre tratamientos. Para el factor bomba, la media del nivel bajo (25%) fue de 5176,98 mg equivalentes de ácido gálico (EAG)/100 g, mientras que el nivel alto (30 %) presentó una media de 5574,21 mg EAG/100 g. En cuanto a la temperatura, se observó un valor medio de 5373,41 mg EAG/100 g para el nivel bajo (120°C) y 5377,78 mg EAG/100 g para el nivel alto (100°C). Los resultados no fueron estadísticamente significativos, por lo que no se puede atribuir un efecto directo de los factores evaluados sobre la concentración de compuestos fenólicos.

La Figura 25 representa gráficamente el contenido de compuestos fenólicos totales en el polvo nanoencapsulado de Linlishco según las combinaciones de temperatura de secado y flujo de bomba. Aunque los valores variaron entre tratamientos, alcanzando un máximo de 5970,34 mg EAG/100g (30% bomba, 100 °C) y un mínimo de 4785,22 mg EAG/100g (25% bomba, 100 °C), estas diferencias no resultaron estadísticamente significativas.

Figura 25

Compuestos fenólicos de la (Gaultheria glomerata (Cav.) Sleumer) Linlishco



4.4. Resultados de análisis de antocianinas

4.4.1. Resultados de antocianinas en frutos frescos

Tabla 17

Contenido de antocianinas en frutos frescos

Frutos silvestres	Antocianinas (mg cianidina 3-glucosido/100g)		
	X	±	S
Linlishco	91,050	±	14,301
Macha Macha	51,599	±	10,278

X = promedio de 4 repeticiones

S= desviación estándar

Se observa en la Tabla 17, el fruto de Linlishco presenta un mayor contenido de antocianinas de un promedio de 91,050 mg cianidina 3-glucosido/100g mientras que Macha Macha presenta un valor de 51,599 mg cianidina 3-glucosido/100g.

4.4.2. Resultados de antocianinas en frutos nanoencapsulados

Tabla 18

Contenido de antocianinas en productos nanoencapsulados

Frutos silvestres	R1	R2	R3	R4	Antocianinas (mg cianidina 3- glucosido/100g)		
					X	±	S
Linlishco	213,69	192,54	219,37	219,09	211,17	±	12,69
Macha Macha	17,81	16,75	44,81	26,89	26,57	±	12,98

X = promedio de 3 réplicas por tratamiento

S= desviación estándar

El análisis de varianza (ANOVA) aplicado a los datos de compuestos antociánicos, se observa en la Tabla 18, donde se muestra que existe una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$) en el fruto nanoencapsulado de la Macha Macha.

Tabla 19

Análisis de varianza (ANOVA) de los compuestos antociánicos de la (Gaultheria myrsinoides) Kunth Macha macha

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Bomba	1	1033,8	1033,82	28,57	0,000
Temperatura	1	270,2	270,21	7,47	0,023
Error	9	325,7	36,19		
Falta de ajuste	1	213,3	213,34	15,2	0,005
Error puro	8	112,3	14,04		
Total	11	1629,7			

Los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza (ANOVA) muestra que tanto la velocidad de la bomba como la temperatura de secado influyeron significativamente en el contenido de antocianinas del fruto de (*Gaultheria myrsinoides* Kunth) Macha Macha en su forma nanoencapsulado. La variable bomba presentó un valor ($p=0,00$); mientras que la temperatura presentó un valor ($p=0,023$). Ambos valores p son menores al nivel de significancia de 0,05, indicando diferencias estadísticamente significativas. Para la comparación de medias de los compuestos antociánicos del fruto nanoencapsulado de Macha Macha, se utilizó la prueba de Tukey (Ver Anexo 8 y Tabla 31), el cual se detalla a continuación:

La comparación de medias mediante la prueba de Tukey muestra que el efecto de la bomba, con un 30% de flujo obtuvo una mayor concentración media de antocianinas (35,85 mg/100 g) en comparación con el 25% (17,28 mg/100 g). Del mismo modo, la temperatura de 100 °C resultó en un mayor contenido medio (31,31 mg/100 g) frente a los 120 °C (21,81 mg/100 g). Las letras diferentes en la agrupación (A y B) indican que estas diferencias son estadísticamente significativas.

En la figura 26, se muestra el comportamiento de los compuestos antociánicos del fruto Macha Macha nanoencapsulado, donde se observa que el tratamiento de 30% de flujo de bomba y 100°C de temperatura obtuvo el valor más alto (44,81) y el tratamiento más bajo fue de 25%-120 °C (16,75); este resultado permite evidenciar una amplitud considerable en las concentraciones de las antocianinas presentes en la muestra.

Figura 26

Compuestos antociánicos de la (Gaultheria myrsinoides) Kunth Macha macha nanoencapsulado

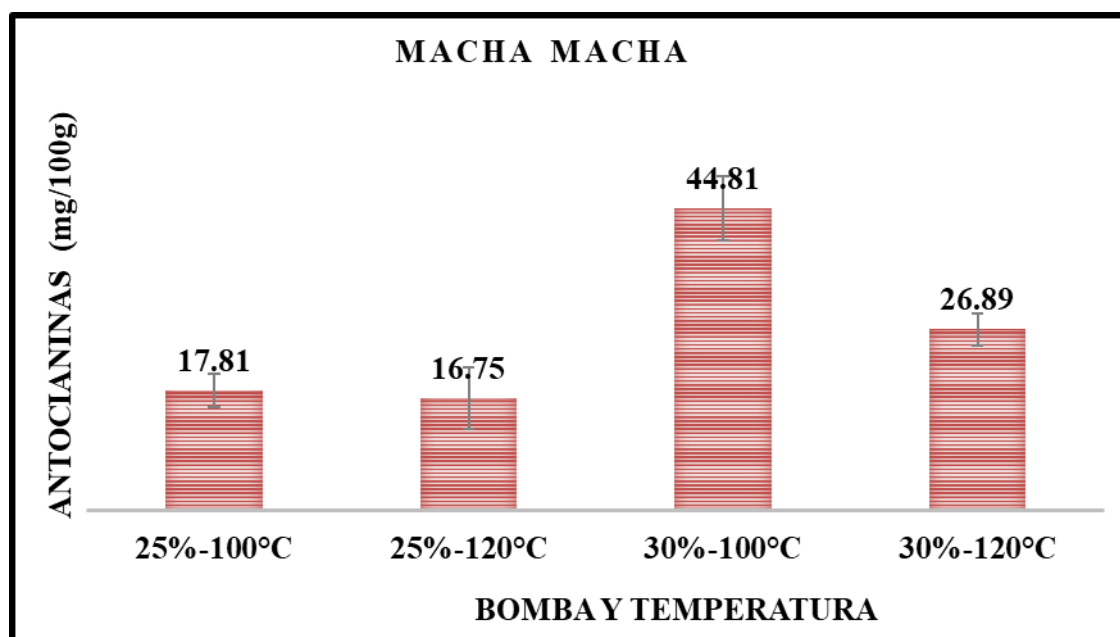


Tabla 20

Análisis de varianza (ANOVA) de los compuestos antociánicos de la (Gaultheria glomerata (Cav.) Sleumer) Linlishco

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Bomba	1	779	779	3,25	0,105
Temperatura	1	344,4	344,4	1,44	0,261
Error	9	2157,3	239,7		
Falta de ajuste	1	326,8	326,8	1,43	0,266
Error puro	8	1830,5	228,8		
Total	11	3280,8			

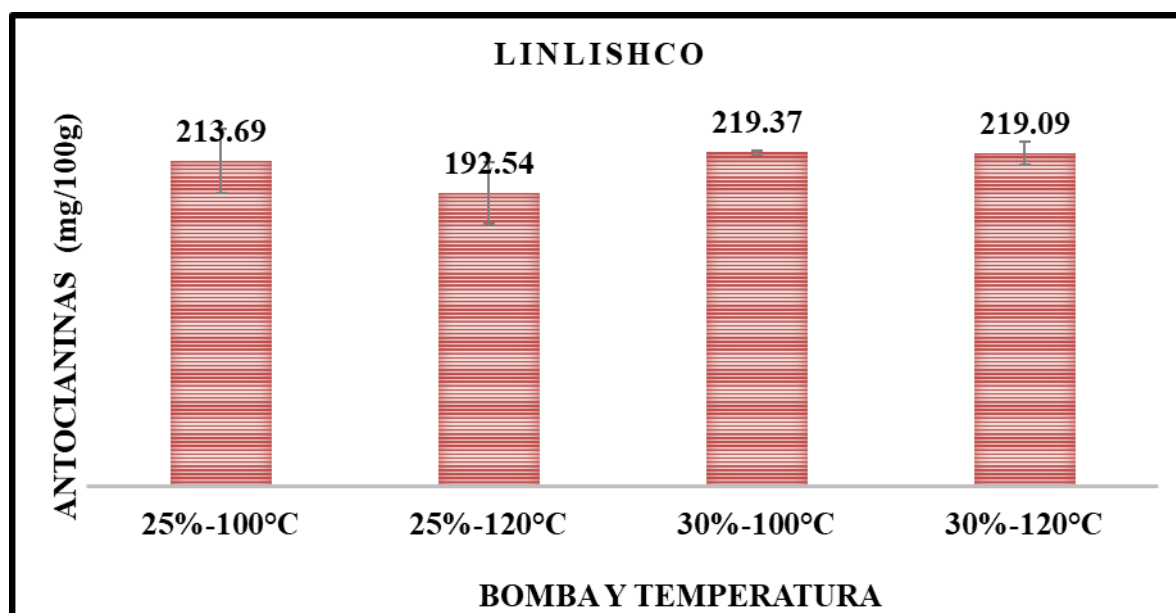
En la Tabla 20, el análisis de varianza (ANOVA) mostró que ni la bomba ($p = 0,105$) ni la temperatura ($p = 0,261$) se obtuvieron valores mayores al nivel de significancia de ($p > 0,05$), es decir que ambos factores aplicados no tienen efectos estadísticamente significativos para los compuestos antociánicos del Linlishco, con 95% de nivel de confianza. Para la comparación de medias de los compuestos antociánicos del fruto nanoencapsulado de Linlishco se utilizó la prueba de Tukey (Ver Anexo 8 y Tabla 32), el cual se detalla a continuación:

En la comparación de medias mediante la prueba de Tukey se mostró que no existen diferencias significativas entre los niveles evaluados de bomba (25 y 30) ni de temperatura (100 °C y 120 °C), ya que las medias comparten la misma letra de agrupación (“A”). Para la bomba, se obtuvo una media de 219,229 mg/100g y 203,114 mg/100g a del 25% En cuanto a la temperatura, la media fue de 216,529 mg/100g a 100 °C y 205,814 mg/100g a 120°C. Estos datos indican que los cambios en la presión de la bomba o la temperatura no influyeron significativamente en los contenidos fenólicos totales del fruto de Linlishco nanoencapsulado.

La Figura 27, muestra una distribución relativamente estable del contenido de compuestos fenólicos totales, con valores que oscilan entre 192,54 y 219,37 mg/100g. El tratamiento con mejor retención fue 30% y 100 °C, con 219,37 mg/100g, mientras que el valor más bajo se observó en 25 % 120 °C con 192,54 mg/100g. A pesar de esta variación aparente, los resultados estadísticos confirman que no hay diferencias significativas entre los tratamientos.

Figura 27

Compuestos antocianínicos de la (Gaultheria glomerata (Cav.) Sleumer) Linlishco nanoencapsulado



IV. DISCUSIÓN

Para establecer los parámetros óptimos se tomaron en cuenta dos factores bajo condiciones controladas de temperatura y flujo de bomba, para ello se realizó la estandarización de un flujograma desde la recolección de materia prima hasta el producto final nanoencapsulado. En cuanto al efecto de la temperatura se observó que un aumento de 100°C a 120°C favoreció ligeramente el rendimiento de ambas especies tanto (*Gaultheria myrsinoides* Kunth) Macha Macha y (*Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer) Linlishco, especialmente a la Macha Macha 6,84 % indica que hay una mayor eficiencia de secado a temperaturas elevadas, mientras en el caso del Linlishco este efecto no fue tan favorable. Con respecto al parámetro del flujo de bomba no hubo cambios significativos. Estos resultados son comparados con Alfaro, (2019) reportó en su investigación que a temperatura de 120°C y con el porcentaje de bomba de 30% obtuvo un 5,17 % de rendimiento de dos especies del género *Berberis*, utilizando como agente encapsulante la maltodextrina al 1%, también menciona que el uso de la cantidad de un agente encapsulante varía el porcentaje de rendimiento. Por otro lado, Santos y Santos, (2021) utilizó como agente encapsulante goma de algarrobo en proporciones de 10, 20 y 30% con temperatura de 120, 150 y 180 °C, obteniendo resultados de rendimientos similares al presente estudio, lo que demuestra que a alta temperatura junto con un agente encapsulante adecuado tiende a aumentar la eficacia y el rendimiento del secado por atomización. Además, se observó que la elección de la especie vegetal, las características fisicoquímicas del extracto influyen en la efectividad del proceso y la calidad del producto final.

En esta investigación se analizó la capacidad antioxidante de los frutos *Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer (Linlishco) y *Gaultheria myrsinoides* Kunth (Macha macha) tanto en estado fresco como también nanoencapsulado, mediante el método del 2,2-difenil-1-picrilhidracilo (DPPH) obteniendo como resultado ($82,76 \pm 5,95\%$) de inhibición de la especie de Linlishco y ($73,05 \pm 2,80\%$) de inhibición de radicales libres de la especie de Macha Macha, evidenciando que la especie de *Gaultheria Glomerata* (Cav.) Sleumer presenta mayor capacidad antioxidante. Al comparar estos valores con los reportados en la literatura para otros frutos frescos, se observa que ambas especies superan significativamente la capacidad antioxidante del sauco (*sambucus peruviana* HBK) provenientes de las provincias de Tarma (44,19%) y Huancayo (45,65%) según Jorge y Segura, (2011). Por otro lado, los resultados obtenidos también superan los valores reportados por Zavaleta Melgar et al., (2024), quienes evaluaron alimentos de productos

con etiquetas “orgánicos” elaborados con matrices alimentarias de cultivos andinos, donde las mezclas de harinas presentaron un máximo de 47,2%, seguido del grupo de Harinas (maíz morado y arracacha) de 39,2% y el valor menor pertenece al grupo de Pasta con 5,9% de inhibición. Esta diferencia de los nutrientes pueden atribuirse a factores como el tipo de suelo, clima, zona geográfica, la variedad del cultivo silvestre o controlado y la luz solar que influye en la síntesis de los compuestos según (Gutiérrez, 2019). Por lo tanto, estos resultados obtenidos demuestran que los frutos silvestres de la especie (*Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer) posee un notable potencial de antioxidante superado a otros productos reportados, lo que se posiciona como una fuente potencial de compuestos bioactivos para la aplicación en alimentos nutraceuticos.

El contenido de los compuestos fenólicos totales en (*Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer) Linlishco y (*Gaultheria myrsinoides* Kunth) Macha Macha fresca fue de $3445,14 \pm 325,17$ mg EAG/100 g y $1234,23 \pm 196,76$ mg EAG/100 g y nanoencapsulado: $5375,60 \pm 509,44$ mg EAG/100 g y $917,76 \pm 185,94$ mg EAG/100 g consecutivamente, se observa una diferencia de compuestos fenólicos totales en frescos y nanoencapsulado, donde se observa que el agente encapsulante utilizado maltodextrina cumplió con la función de proteger los compuestos fenólicos totales, puesto a que se conservó los compuestos fenólicos totales presentes en las muestras. A comparación de los resultados según el reporte de Salas, (2017) el fruto fresco de la especie de (*Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer) obtuvo $5187,77 \pm 5,64$ mg EAG/100 g, seguido (*Monnina vargassi* Ferreyra) $4707,21$ mg EAG/100 g fruto fresco, donde se observa resultados mayores a nuestro estudio, pero se mantienen dentro del rango elevado, especialmente considerando la variabilidad natural y las diferencias metodológicas. Según el reporte de Carrasco-Sauñe, (2022) en los frutos frescos de machamacha (*pernettya prostrata*) obtuvo $395,11 \pm 52,35$ (mg ácido gálico/100g) evidenciando que nuestro estudio presenta elevados valores en compuestos fenólicos. En cuanto al nanoencapsulado, los valores obtenidos superan a los reportes de (Toscano, 2019), quien obtuvo $860 \pm 0,5$ mg EAG/100 g de la especie de (*Ribes nigrum*) utilizando maltodextrina al 10% y 20% p/p como agente de soporte, también superan a los resultados de Murma, (2014), quien reportó $65,09 \pm 56,93$ mg EAG/100 g en nanoencapsulado de la pulpa de Guayaba (*Psidium guajaval.*) empleando goma arábica al 4% como agente encapsulante, trabajando con los parámetros de 170° C de temperatura. Cabe mencionar que el contenido de compuestos fenólicos totales dependerá de las condiciones ambientales, como las bajas temperaturas, juegan un papel importante, además

la interacción entre la planta y los herbívoros/patógenos también influye en el contenido de los compuestos fenólicos menciona (Hernández- Herrera & Salgado-Chávez, 2022). Según los resultados se concluye que el proceso de atomización con maltodextrina no solo se conserva, sino que en algunos casos se incrementa la concentración de compuestos fenólicos, especialmente en la especie de *Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer, posicionándolo como una excelente fuente de fenoles totales para aplicaciones funcionales.

Se determinó el contenido de antocianinas totales de *Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer Linlishco y *Gaultheria myrsinoides* Kunth Macha Macha en fresco: $91,05 \pm 14,30$ y $51,599 \pm 10,268$ (mg cianidina 3-glucosido/100g) y en nanoencapsulado: $211,17 \pm 12,69$ y $26,57 \pm 12,9$ (mg cianidina 3-glucosido/100g). Se observa un aumento significativo en el contenido de antocianinas en *Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer tras el proceso de atomización, lo que significa que tiene mayor estabilidad y concentración de estos compuestos mediante el uso del agente encapsulante, dado que en la especie de *Gaultheria myrsinoides* Kunt se evidencia que hay una ligera disminución, probablemente atribuida a una mayor sensibilidad térmica de sus compuestos pigmentarios. En la investigación de Barragán-Condori et al., (2021) determinó el contenido de antocianinas en frutos *Gaultheria glomerata* (Cav) en tres estados seco, fresco y congelado mostrando en base seca $13,48 \pm 2,51$ (mg cianidina 3 - glucósido/100g), muestras congeladas con $20,95 \pm 3,62$ (mg cianidina 3 - glucósido/100g) y muestras frescas $17,89 \pm 3,86$ (mg cianidina 3 - glucósido/100g) en comparación de nuestros estudios obtienen resultados muy debajo a la especie *Gaultheria myrsinoides* Kunth Macha macha, esto puede darse por la diferencia en las condiciones ambientales o estado de madurez de los frutos. Por otro lado, Zapata et al., (2014) reporta en los arándanos frescos de $92,1 \pm 2,8$ mg cianidina-3-glucósido/100 g resultados similares a la especie *Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer Linlishco, lo que refuerza el alto potencial de antocianinas de esta especie andina.

En cuanto al contenido de antocianinas en el producto en nanoencapsulado, Santos y Santos, (2021) reportó la concentración de antocianina de 21,5 mg de cianidina-3-glucósido/100g de microencapsulado del jugo de mora (*Rubus glaucus*), en la cual se ha usado 10% de goma de algarrobo como agente encapsulante a 120°C de temperatura, lo que indica que la especie *Gaultheria myrsinoides* Kunth contiene mayor contenido de antocianina con respecto a la mora. Alfaro, (2019) por su parte, reportó el compuesto de antocianinas aun menores de 13,25 mg/100 g extraída de *Berberis flexuosa* y 4,73 mg/100

g extraída de *Berberis lutea* con ayuda del 1% de maltodextrina como agente encapsulante a 120 °C de temperatura de entrada y el porcentaje de bomba de 15 a 30%. Mientras que en la investigación de Toscano, (2019) reportó un mayor concentración de antocianinas de 420 mg de cianidina-3- glucósido/100g (*Ribes nigrum*) mediante maceración enzimática, utilizando un diseño experimental Box-Behnken. A partir del jugo extraído, se produjeron polvos por secado spray (170°C) empleando maltodextrina al 20% p/p como agente de soporte. Dichos resultados varían por la cantidad de la aplicación de maltodextrina debido a su capacidad para formar enlaces de hidrógeno con las antocianinas creando una matriz que los protege durante el proceso de secado por aspersion, por lo que Huaranca, (2019) evidencia mediante sus estudios realizados que las antocianinas se degradan de manera considerable al aplicar diferentes temperaturas, es decir, al aplicar bajas temperaturas la degradación es menor, también indica que el tiempo influye como también la variedad de muestras. También cabe señalar que el contenido de antocianina dependerá de la proporción de cada muestra, de la variedad del cultivo y del tipo de manejo agrícola, dado que el manejo del sistema orgánico genera una mayor concentración de estos compuestos debido al estrés natural a diferencia de los cultivos convencionales que son más protegidos.

La mayor estabilidad de las antocianinas observada en (*Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer) Linlishco frente a (*Gaultheria myrsinoides*) Macha Macha puede atribuirse a modificaciones estructurales como la metilación y la acilación, que reducen la reactividad de los grupos hidroxilo y favorecen la pigmentación intramolecular, incrementando la resistencia frente al calor, al oxígeno y a cambios de pH. Revisiones y estudios experimentales recientes muestran que las antocianinas asiladas o metiladas presentan una degradación más lenta en procesos térmicos y mantienen mejor su actividad antioxidante, y que la micro/nanoencapsulación refuerza esa protección al aislar las moléculas del ambiente (Barba-Ostria et al., 2024; Xue et al., 2024)

V. CONCLUSIONES

- Las condiciones óptimas para la obtención del polvo nanoencapsulado se lograron utilizando maltodextrina al 8 % como agente encapsulante. La mayor eficiencia de nanoencapsulación se obtuvo en el fruto de (*Gaultheria myrsinoides* Kunth) Macha Macha a una temperatura de 120 °C y un flujo de bomba del 25 %, alcanzando un rendimiento del 6,84 % \pm 0,70 y del Linlishco (*Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer), las mejores condiciones se obtuvieron a 100 °C con un rendimiento de 5,63 % \pm 0,62.
- Las muestras frescas de ambos frutos presentaron una capacidad antioxidante superior en comparación con las muestras nanoencapsulados, sin embargo, se observó que la nanoencapsulación permitió mantener dicha capacidad en niveles estables, especialmente en Linlishco, que mostró mejor retención de capacidad antioxidante con 6,68 % \pm 0,80 frente a la Macha Macha de 2,10 % \pm 0,42.
- Los resultados indicaron que Linlishco posee una mayor concentración de compuestos fenólicos tanto en estado fresco como encapsulado, alcanzando 3445,14 mg EAG/100 g (fresco) y 5375,60 mg EAG/100 g (nanoencapsulado). Este alto contenido evidencia que Linlishco constituye una fuente significativa de antioxidantes naturales, destacándose como un fruto promisorio para el desarrollo de ingredientes funcionales y nutracéuticos.
- Las muestras nanoencapsulados mostraron una mayor estabilidad en el contenido de antocianinas en comparación con las muestras frescas. Linlishco mantuvo el contenido más alto tanto en fresco 91,05 mg/100 g como en polvo 211,17 mg/100 g, indicando que la nanoencapsulación permite producir nanocapsulados con alto contenido de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la aplicación del nanoencapsulado de los frutos silvestres (*Gaultheria myrsinoides* Kunth) y (*Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer) en alimentos funcionales como yogures, barras energéticas o bebidas antioxidantes, con el fin de evaluar su viabilidad tecnológica, aceptabilidad sensorial y beneficios nutricionales.
- Se recomienda evaluar otros biopolímeros encapsulantes como goma arábica, inulina o almidones modificados, los cuales podrían ofrecer mejoras en la protección de los compuestos bioactivos de los frutos silvestres.
- Se recomienda investigar otras especies silvestres con alto contenido de antioxidantes, como el fruto *Berberis buxifolia* (mortiño), nativo de los Andes, conocido por su alto contenido de antocianinas, flavonoides y vitamina C. La nanoencapsulación de este fruto permitiría conservar su perfil funcional y extender su uso en alimentos funcionales, suplementos o farmacéuticos.
- Se recomienda realizar la determinación y cuantificación de los tipos de antocianinas presentes en los frutos (*Gaultheria myrsinoides* Kunth) y (*Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer) para evidenciar de la mejor manera sus beneficios nutricionales, funcionales y una correcta aplicación en la industria alimentaria o farmacéutica.
- Se recomienda continuar investigando los estados de estabilidad y vida útil de los nanoencapsulados de (*Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer) Linlishco y (*Gaultheria myrsinoides* Kunth) Macha macha.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar Méndez, M., San Martín Martínez, E., Yáñez Hernández, J. L., Navarro Cerón, E. (2020). Nanoencapsulación de compuestos bioactivos con actividad antioxidante de justicia spicigera (muicle) y theobroma cacao l. (Cacao). *Avances de investigación en Nanociencias, Micro y Nanotecnologías 2*, 2020, ISBN 978-84-122028-4-7, págs. 29-46, 29-46. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8589787>
- Alaya Atalaya, R., Tovar Baca, J., & Vargas Porras, D. (2019). *Actividad antioxidante del polvo liofilizado y atomizado de Ipomoea batata L. (camote morado) por medio de los métodos DPPH y FRAP* [Universidad María Auxiliadora].
- Alegre, N., & Rojo, J. (2018). Identificación de metabolitos secundarios y análisis bromatológico del fruto de la especie Gaultheria myrsinoides Kunth “machamacha” de la provincia de Yungay, Ancash 2018 [Universidad San Pedro]. http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/9265/Tesis_59658.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Anandharamakrishnan, C., & Ishwarya, S. P. (2015). *Spray Drying Techniques for Food Ingredient Encapsulation* (1.a ed.). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781118863985>.
- Arnold, M., & Gramza, A. (2023). Desarrollo reciente sobre la composición química y los métodos de extracción fenólica de la manzana (Malus domestica). *Food and Bioprocess Technology*, 1-42. <https://doi.org/10.1007/s11947-023-03208-9>
- Alfaro, K. (2019). Cuantificación del contenido total de antocianinas y capacidad antioxidante en dos especies del género Berberis, del distrito de Vinchos— Ayacucho 2018. [Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/2162e287-9ed0-49c9-b295-cc27dfdcd66b/content>
- AOAC. (2014). Asociación Químicos Analíticos Oficiales. XIX edición.
- AOAC. (2019). Official methods of analysis (21a ed.). Association of Official Analytical Chemists. Capítulo 32.
- Barba-Ostria, C., Gonzalez-Pastor, R., Castillo-Solís, F., Carrera-Pacheco, S. E., Lopez, O., Zúñiga-Miranda, J., Debut, A., & Guamán, L. P. (2024). Bioactive Properties of Microencapsulated Anthocyanins from Vaccinium floribundum and Rubus glaucus. <https://doi.org/10.3390/molecules29235504>

- Barragán-Condori, M., Delgado-Laime, M. D. C., Carrasco-Sauñe, E., & Quispe-Gutiérrez, U. S. (2021). Antocianinas y capacidad antioxidante en extractos de frutos secos y congelados de *Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer. *Información tecnológica*, 32(5), 3-12. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642021000500003>
- Bi, H., Guo, M., Wang, J., Qu, Y., Du, W., & Zhang, K. (2017). El análisis del transcriptoma revela que la antocianina actúa como protector en *Begonia semperflorens* a bajas temperaturas. *Acta Physiologiae Plantarum*, 40(1), 10. <https://doi.org/10.1007/s11738-017-2578-3>
- Bojórquez, R., González, J., & Sánchez, P. (2013). Propiedades funcionales y beneficios para la salud del licopeno. *NUTRICION HOSPITALARIA*, 1, 6-15. <https://doi.org/10.3305/nh.2013.28.1.6302>
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28(1), 25-30.
- Carrasco-Sauñe, E. (2022). Evaluación del contenido de polifenoles totales, antocianinas y capacidad antioxidante de los frutos maduros de *Machamacha* (*pernettya prostrata*), en diferentes estados de conservación (fresco, seco y congelado) [Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac]. http://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/1073/T_704.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Chong-Canto, S., Cruz-Gorostieta, Y. A., Ruiz-Palma, M. S., Cerón-Montes, G. I., & González-González, M. (2022). Evaluación de nano secado por aspersión a alta concentración de alimentación. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, 10, 172-177. <https://doi.org/10.29057/icbi.v10iEspecial7.9836>
- Condori, M. B., Aro Aro, J. M., Muñoz Cáceres, A. E., Rodríguez Mendoza, J., (2020). Determinación de antocianinas y capacidad antioxidante en extractos de (*Muehlebeckia volcanica*). *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 22(2), 161-169. <https://doi.org/10.18271/ria.2020.604>
- Cruzado, M., & Cedrón, J. (2012). Nutracéuticos, alimentos funcionales y su producción. *Revista de Química PUCP*, 26(1-2). <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/quimica/article/view/7307/7520>
- Dantas, A., Piella, M., Pontes, D., Felipe, X., & Gou, P. (2024). Innovations in spray drying technology for liquid food processing: Design, mechanisms, and potential for

- application. Elsevier, 4(1).
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772502223001191>
- Duque, C., Expósito, X., García, P., Pando, M. E., Borrás-Linares, I., & Lozano-Sánchez, J. (2023). Extracción, caracterización y bioactividad de compuestos fenólicos: Un caso sobre el género *Hibiscus*. *Foods (Basel, Switzerland)*, 12(5), 963.
<https://doi.org/10.3390/foods12050963>
- Esteban, G. (2021). *Formulación de una bebida funcional a base de macha macha ((Vaccinium floribundum Kunth) y evaluación de la capacidad antioxidante [Universidad Nacional de Huancavelica]*.
<https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/720274a5-6f30-4096-82d0-3dedc9d3627a/content>
- Egas, L. (2019). Aplicación de la atomización y la liofilización para la obtención de polvo y snack de pomelo [Universidad Politécnica de València].
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=250218>
- Flores, J. (2022). *Nanoencapsulación de propóleo purificado en matrices de goma arábica y maltodextrina [Universidad Nacional José María Arguedas]*.
https://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14168/725/Jhoel_Tesis_Bachiller_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Fu, H., Chao, H., Zhao, X., Wang, H., Li, H., Zhao, W., Sun, T., Li, M., & Huang, J. (2022). Identificación de antocianinas y regulación transcripcional de la biosíntesis de antocianinas en *Brassica napus* morada. *Plant Molecular Biology*, 110(1), 53-68.
<https://doi.org/10.1007/s11103-022-01285-6>
- Giusti, M., & Wrolstad, R. (2001). Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*.
<https://doi.org/10.1002/0471142913.faf0102s00>
- Guija-Guerra, H., & Guija-Poma, E. (2023). Radicales libres y sistema antioxidante. *Horizonte Médico (Lima)*, 23(2), e2158.
<https://doi.org/10.24265/horizmed.2023.v23n2.12>
- Gutiérrez, D. (2019). Compuestos bioactivos y capacidad antioxidante del fruto de sauco (*Sambucus peruviana* L.) recolectados en diferentes altitudes de la Provincia de Andahuaylas – Apurímac. [Universidad Nacional José María Arguedas].
https://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14168/596/Olga_Tesis_Bachiller_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Hernández- Herrera, Kendry. P., & Salgado-Chávez, José. A. (2022). Contenido de fenoles totales y actividad antioxidante de extractos foliares de *Ipomoea pes-caprae* (Convolvulaceae). *Temas Agrarios*, 27(2), 354-365. <https://doi.org/10.21897/rta.v27i2.3137>
- Huaranca, E. (2019). Cinética de la degradación térmica de las antocianinas en extracto de alaybilí (*Vaccinium floribundum* Kunth) y macha macha (*Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer) [Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac]. http://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/748/T_0458.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Jorge, E., & Segura, E. (2011). Evaluación de la actividad antioxidante y la concentración de polifenoles totales en el fruto de sauco (*sambucus peruviana* HBK) provenientes de la provincia de Tarma y Huancayo. [Universidad Nacional del Centro del Perú]. <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/1949/Jorge%20Meza%20-%20Segura%20Alania.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Li, X., Anton, N., Arpagaus, C., Belleiteix, F., & Vandamme, T. (2010). Nanoparticles by spray drying using innovative new technology: The Büchi Nano Spray Dryer B-90. Elsevier, 147, 304-310.
- Limaymanta, M., & Ramos, I. (2016). Extracción y cuantificación de antocianinas monoméricas totales del cultivo Macha Macha sp. [Universidad Nacional del Centro del Perú]. <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/4743/Limaymanta%20Solano-Ramos%20Iba%c3%b1ez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Manobanda, I. (2024). Evaluación de la actividad antiinflamatoria in vivo en ratones (*Mus musculus*) de las hojas del mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth) [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <https://dspace.esPOCH.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/b5bc0ebe-5ca8-4d61-ab8e-3bc73fe245db/content>
- Moradas, M., & Álvarez, B. (2017). Dinámica de polimerización enfocada a reducir o prevenir el estrés de contracción de las resinas compuestas actuales. Revisión bibliográfica. *AVANCES EN ODONTOESTOMATOLOGÍA*, 33(6). <https://scielo.isciii.es/pdf/odonto/v33n6/0213-1285-odonto-33-6-263.pdf>
- Muñiz, P., Jesús, M., & Terán, J. (2014). Estrés oxidativo y daño vascular en procesos de hipoxia. Malondialdehído (MDA) como biomarcador de daño oxidativa. *Rev Electron Biomed*, 2, 46-49.

- Murma, E. (2014). Estudio del secado por atomización de la pulpa de Guayaba (*Psidium guajaval.*) del ecotipo rosado [Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/73f5b330-fa5d-4f06-8ed6-c5c282f9d73e/content>
- Ore Areche, F., Muñoz Ccencho, R. V., Ruiz Rodríguez, A., & Corilla Flores, D. D. (2022). Actividad antioxidante de la bebida funcional del extracto de tallo de *Oxalis tuberosa* Mol. Y jugo de *Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer tratado térmicamente. *Revista Alfa*, 6(18), 545-556. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v6i18.190>
- Paucarchuco, J., & Padilla, G. (2024). Evaluación de la capacidad antioxidante y composición de metabolitos bioactivos del extracto aromático obtenido de las hojas de *Schinus molle* L. con CO₂ supercrítico. Universidad Nacional Autónoma Altoandino de Tarma.
- Piña-Dumoulín, G. J., Peña-Lomelí, A., García-Mateos, M. D. R., Martínez-Damián, M. T., Lozoya-Saldaña, H., & Rodríguez-Pérez, J. E. (2023). Compuestos bioactivos en frutos cultivados y silvestres de *Physalis* spp. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 46(1), 11. <https://doi.org/10.35196/rfm.2023.1.11>
- Quispe, E. (2022). Potencial de nutrientes y bioactividad de frutas andinas de la región Apurímac [Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac]. https://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/1128/T_757.pdf
- Rafael, E. (2017). Extracción y cuantificación de antocianinas de maíz morado (*Zea mays* L.) utilizando dos solventes a diferentes temperaturas y tiempos de extracción [Universidad Nacional de Cajamarca]. <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/1726/EXTRACCI%C3%93N%20Y%20CUANTIFICACI%C3%93N%20DE%20ANTOCIANINAS%20DE%20MA%C3%8DZ%20MORADO%20%28ZEA%20MAYZ%20L.%29%20UTILIZANDO%20DOS%20SOLVENTES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Romero-Román, M., Schoebitz, M., Fuentealbac, J., García-Viguera, C., & Dolores, M. (2021). Phenolic Compounds in Calafate Berries Encapsulated by Spray Drying: Neuroprotection Potential into the Ingredient. *Journal of Functional Foods*, 50-72.
- Sadowska, I., & Bartosz, G. (2022). Evaluation of The Antioxidant Capacity of Food Products: Methods, Applications and Limitations. *Processes*, 10(10), 2031. <https://doi.org/10.3390/pr10102031>

- Salas, T. (2017). Capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de los frutos silvestres *Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer (machamacha), *Monnina vargassi* Ferreyra (condorpausan), *Vaccinium floribundum* Kunth (alaybilí) y *Rubus roseus* Poir (Frambuesa silvestre) [Universidad Nacional José María Arguedas]. https://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14168/295/Tania_Tesis_Bachiller_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Santos, D., & Santos, L. (2021). Microencapsulación del jugo de mora (*Rubus glaucus*) usando goma garrofin en el proceso de atomización [Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. file:///C:/Users/JoselynHilario/Downloads/Santos_Cubas_Deysi_Jazm%C3%ADn_y_Santos_Cubas_Lourdes_Melinna.pdf
- SERFOR. (2023). Incendios forestales se duplican en Perú y no existe un plan de prevención. Recuperado el 16 de 05 de 2024, de Ojo-público: <https://ojo-publico.com/2164/el-fuego-muerte-y-destruccion-los-bosques-del-peru>
- Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. 299, 152-178.
- Surco, H. (2018). *Actividad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos y flavonoides de Pernettya prostrata* (Cav.) DC. “Macha macha”, Ayacucho 2018 [Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/72876cf5-ed37-49c4-8cbe-c896e129de08/content>
- Szewczuk, N. A., Lobayan, R. M., Duchowicz, P. R., & Pomilio, A. B. (2022). Estudio estructural y conformacional de las antocianidinas: Pelargonidina, cianidina y delfinidina. *An. Asoc. Quím. Argent.*
- Toscano, H. (2019). Obtención y caracterización de polvos por secado-spray con alta concentración de compuestos bioactivos a partir de jugos de grosella negra (*Ribes nigrum*) [Universidad de Buenos Aires]. https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n6938_ToscanoMartinez.pdf
- Valdiviezo-Morales, L., Ortega-Cerrilla, M. E., Vaquera-Huerta, H., Kawas-Garza, J. R., Zetina-Córdoba, P., & Miranda-Jiménez, L. (2017). *Micro y nanoencapsulación: Una perspectiva biotecnológica en la producción animal* (Vol. 10). AGRO productividad.

- Xue, H., Zhao, J., Wang, Y., Shi, Z., Xie, K., Liao, X., & Tan, J. (2024). Factors affecting the stability of anthocyanins and strategies for improving their stability: A review. Elsevier, 24. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.101883>
- Zapata, L., Heredia, A., Quinteros, C., Malleret, A., Clemente, G., & Cárcel, J. (2014). Optimización de la extracción de antocianinas de arándanos. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 25(49), 166-192.
- Zavaleta Melgar, J., Muñoz, A. M., & Ramos Escudero, F. (2024). Productos alimenticios etiquetados como “orgánicos” a base de cultivos andinos: Un estudio de sus biocomponentes y actividad antioxidante in vitro. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*, 44(1). <https://doi.org/10.12873/441zavaleta>

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

Proyecto de investigación “**Evaluación de capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de los frutos silvestres *Gaultheria Myrsinoides* Kunth y *Gaultheria Glomerata* (Cav.) Sleumer en estado fresco y nanoencapsulado**”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Independientes:	Diseño metodológico
¿Cuál es la concentración de capacidad antioxidante y compuestos bioactivos (compuestos fenólicos y antocianinas) de los frutos silvestres (<i>Gaultheria Myrsinoides</i> Kunth) y (<i>Gaultheria Glomerata</i> (Cav.) Sleumer)), tanto en estado fresco y nanoencapsulado?	Determinar la concentración de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos (compuestos fenólicos y antocianinas) de los frutos silvestres (<i>Gaultheria Myrsinoides</i> Kunth) y (<i>Gaultheria Glomerata</i> (Cav.) Sleumer) frescos y nanoencapsulados.	Los frutos silvestres de (<i>Gaultheria Myrsinoides</i> Kunth) y (<i>Gaultheria Glomerata</i> (Cav.) Sleumer) presentan una diferencia significativa en la capacidad antioxidante y concentración de compuestos bioactivos, siendo la nanoencapsulación una estrategia efectiva para conservar sus propiedades.	<ul style="list-style-type: none"> • Flujo de bomba (%) • Temperatura de secado (°C) 	<p align="center">Tipo de investigación</p> <p align="center">Básica</p>
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Dependientes:	Nivel de investigación:
¿Cuáles son los parámetros óptimos para la obtención del nanoencapsulado de los frutos silvestres (<i>Gaultheria Myrsinoides</i> Kunth) y (<i>Gaultheria Glomerata</i> (Cav.) Sleumer)	Determinar los parámetros óptimos para la obtención del nanoencapsulado de los frutos silvestres (<i>Gaultheria Myrsinoides</i> Kunth) y (<i>Gaultheria Glomerata</i> (Cav.) Sleumer)	La eficiencia y calidad de las nanocapsulados derivadas de (<i>Gaultheria Myrsinoides</i> Kunth) y (<i>Gaultheria Glomerata</i> (Cav.) Sleumer) depende de los parámetros de procesamiento para la concentración de encapsulación.	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad antioxidante • Compuestos fenólicos totales • Antocianinas 	<p align="center">Experimental</p> <p align="center">Método de investigación:</p>

¿Cuál es la capacidad antioxidante de los frutos silvestres (*Gaultheria Myrsinoides* Kunth) y (*Gaultheria Glomerata* (Cav) *Sleumer*) en estado fresco y nanoencapsulado? Identificar la capacidad antioxidante de los frutos silvestres (*Gaultheria Myrsinoides* Kunth) y (*Gaultheria Glomerata* (Cav.) *Sleumer*) en estado fresco y nanoencapsulado. La capacidad antioxidante de los frutos silvestres (*Gaultheria Myrsinoides* Kunth) y (*Gaultheria Glomerata* (Cav.) *Sleumer*) nanoencapsulado incrementa la estabilidad y mejora a lo largo del tiempo de almacenamiento.

¿Cuál es el grado de concentración de los compuestos fenólicos de los frutos silvestres (*Gaultheria Myrsinoides* Kunth) y (*Gaultheria Glomerata* (Cav) *Sleumer*) en estado fresco y nanoencapsulado? Determinar la concentración de compuestos fenólicos en los frutos silvestres (*Gaultheria Myrsinoides* Kunth) y (*Gaultheria Glomerata* (Cav.) *Sleumer*), tanto en estado fresco como nanoencapsulado. La escala de concentración de los compuestos fenólicos totales en los frutos silvestres (*Gaultheria Myrsinoides* Kunth) y (*Gaultheria Glomerata* (Cav.) *Sleumer*) varían en estado fresco como nanoencapsulado.

¿Cuál es el nivel de concentración de los compuestos antociánicos de los frutos silvestres (*Gaultheria Myrsinoides* Kunth) y (*Gaultheria Glomerata* (Cav) *Sleumer*) en estado fresco y nanoencapsulado? Determinar los compuestos antociánicos en los frutos silvestres (*Gaultheria Myrsinoides* Kunth) y (*Gaultheria Glomerata* (Cav.) *Sleumer*) en estado fresco y nanoencapsulado. Los frutos silvestres frescos (*Gaultheria Myrsinoides* Kunth) y (*Gaultheria Glomerata* (Cav.) *Sleumer*) varia significativamente en la concentración de antocianinas en estado fresco y nanoencapsulado.

Hipotético – deductivo

Diseño de investigación:

Experimental

Población:

En total se recolectaron 5 kilos de ambos frutos: Linlishco 3 kilos y Macha Macha 2 kilos.

Muestra:

900 gr de (*Gaultheria glomerata* (Cav.) *Sleumer*) Linlishco y de (*Gaultheria myrsinoides* Kunth) Macha Macha 400 gr (frutos maduros)

Técnica de Muestreo:

Muestreo no probabilístico por conveniencia.

Anexo 2.

Constancia de determinación taxonómica del fruto de Macha Macha



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
MUSEO DE HISTORIA NATURAL



"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

CONSTANCIA N° 106-USM-MHN-2024

LA JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM) DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, DEJA CONSTANCIA QUE:

La muestra vegetal (fértil) recibida de **Rafael Julian Malpartida Yapias**, estudiante de la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma ha sido estudiada y clasificada como: *Gaultheria myrsinoides* Kunth y tiene la siguiente posición taxonómica, según el Sistema de Clasificación APG IV (2016).

ORDEN : Ericales Bercht. & J. Presl

FAMILIA : Ericaceae Juss.

GÉNERO : *Gaultheria* L.

ESPECIE : *Gaultheria myrsinoides* Kunth

Nombre vulgar: "Macha Macha"

Procedencia: Anexo Apaycancha, distrito Rieran, provincia Jauja, departamento Junín

Determinado por: MSc. Hamilton Beltrán Santiago

Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada, para los fines que estime conveniente.

Lima, 09 de mayo de 2024

Dra. Joaquina Albán Castillo

JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM)

Anexo 3.

Constancia de determinación taxonómica del fruto Linlishco



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANÍA DE AMÉRICA)
MUSEO DE HISTORIA NATURAL



"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

CONSTANCIA N° 107-USM-MHN-2024

LA JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM) DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, DEJA CONSTANCIA QUE:

La muestra vegetal (fértil) recibida de **Rafael Julian Malpartida Yapias**, estudiante de la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma ha sido estudiada y clasificada como: *Gaultheria* sp y tiene la siguiente posición taxonómica, según el Sistema de Clasificación APG IV (2016).

ORDEN : Ericales Bercht. & J. Presl

FAMILIA : Ericaceae Juss.

GÉNERO : *Gaultheria* L.

ESPECIE : *Gaultheria* sp

Nombre vulgar: "Linlishco"

Procedencia: Anexo Apaycancha, distrito Ricran, provincia Jauja, departamento Junin

Determinado por: MSc. Hamilton Beltrán Santiago

Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada, para los fines que estime conveniente.

Lima, 09 de mayo de 2024

Dra. Joaquina Albán Castillo

JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM)

Anexo 4

Resolución del permiso omitido por SERFOR



San Ramon, 27 de Mayo del 2025

RA N° D000217-2025-MIDAGRI-SERFOR-ATFFS-SELVA CENTRAL

EXPEDIENTE N° : 2025-0014585
PROCEDIMIENTO : Autorización con fines de investigación científica fuera de Áreas Naturales Protegidas, con colecta de flora
PROCEDENCIA : Administración Técnica Forestal y de Fauna Silvestre Selva Central
ADMINISTRADO : Larry Oscar Chafí Paucar
REFERENCIA : Informe Técnico N°D00028-2025-MIDAGRI-SERFOR-ATFFS-SELVA CENTRAL-HJCR

VISTO:

El Informe Técnico N°D00028-2025-MIDAGRI-SERFOR-ATFFS-SELVA CENTRAL/HJCR, de fecha 26 de mayo de 2025, en referencia a la solicitud de la autorización con fines de investigación científica fuera de Áreas Naturales Protegidas, con colecta de flora silvestre, presentada por Rafael Julián Malpartida Yapias, y;

CONSIDERANDO:

1. Que, el art 66 de la Constitución Política del Estado establece que los recursos naturales renovables y no renovables son patrimonio de la Nación, y el Estado es soberano en su aprovechamiento y dispone además que por ley orgánica se fijen las condiciones de su utilización y de su otorgamiento a particulares;
2. Que, el artículo 9° de la Ley N° 26821, Ley Orgánica para el aprovechamiento sostenible de los Recursos Naturales, establece que el Estado promueve la investigación científica y tecnológica sobre la diversidad, calidad, composición, potencialidad y gestión de los recursos naturales. Promueve, asimismo, la información y el conocimiento de los recursos naturales. Para estos efectos, podrán otorgarse permisos para investigación;
3. Que, el artículo 13° de la Ley N° 29763. "Ley Forestal y de Fauna Silvestre", creó el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre-SERFOR, como organismo público técnico especializado, con personería jurídica de derecho público interno, como pliego presupuestal adscrito al Ministerio de Agricultura y Riego;
4. Que, la Primera Disposición Complementaria Final del Decreto Supremo N° 018-2015-MINAGRI Reglamento para Gestión Forestal de la Ley N° 29763 "Ley Forestal y de Fauna Silvestre", establece que "En los casos donde no se haya realizado la transferencia de competencias sectoriales en materia forestal y de fauna silvestre, el SERFOR ejerce las funciones como Autoridad Regional Forestal y de Fauna Silvestre (ARFFS), a través de las Administraciones Técnicas Forestales y de Fauna Silvestre (ATFFS), hasta que culmine la transferencia antes mencionada";
5. Que, el artículo 137° de la Ley Forestal y de Fauna Silvestre, Ley 29763, declara de interés nacional la investigación, el desarrollo tecnológico, la mejora del conocimiento y el monitoreo del estado de conservación del patrimonio forestal y de fauna silvestre de la Nación;

SERFOR

Financiado digitalmente por REVERA
POLINA JIMENEZ LUIS FAU
2050282627 not
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 27.05.2025 09:36:34 -05:00

Financiado digitalmente por CAMPOS
RAFAEL MALPARTIDA YAPIAS FAU
2050282627 not
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 28.05.2025 14:37:13 -05:00



6. Que, el artículo 154° del Decreto Supremo N° 018-2015-MINAGRI Reglamento para Gestión Forestal, establece que, la investigación científica del Patrimonio se aprueba mediante autorizaciones, salvaguardando los derechos del país respecto de su patrimonio genético nativo, Dichas autorizaciones no requieren del pago de derecho de trámite Las ARFFS otorgan autorizaciones con fines de investigación científica, que impliquen la utilización de métodos directos e indirectos para especies no categorizadas como amenazadas y no listadas en los Apéndices CITES y que en ningún caso otorgue el acceso a los recursos genéticos o sus productos derivados, de acuerdo con los lineamientos aprobados por el SERFOR para la evaluación de las solicitudes, así como los criterios para la verificación de cumplimiento de los compromisos de los investigadores;
7. Que, el artículo 158, del Decreto Supremo N°018-2015-MINAGRI, "Reglamento para la Gestión Forestal", establece en el segundo párrafo las obligaciones que genera la autorización para actividades de investigación científica de flora silvestre; a No extraer especímenes, ni muestras biológicas, de flora silvestre no autorizada; no ceder los mismos a terceras personas, ni utilizarlos para fines distintos a lo autorizado b Entregar al SERFOR un informe final en idioma español, incluyendo una versión digital en el mismo idioma, como resultado de la autorización otorgada, así como copia de las publicaciones producto de la investigación realizada, e indicar el número de la Autorización en las publicaciones generadas. Esta información es ingresada al SNIFFS c) Depositar el material colectado en una institución científica nacional depositaria de material biológico, así como entregar al SERFOR la constancia de dicho depósito. En casos debidamente justificados, y siempre que el material colectado no constituya holotipos ni ejemplares únicos, el depósito se podrá realizar en una institución distinta a la mencionada; para ello se requiere la autorización del SERFOR d Incluir a por lo menos un investigador nacional, cuando la autorización de investigación sea requerida por extranjeros, e Incluir en las publicaciones el reconocimiento correspondiente al investigador nacional que participó en la investigación, en caso la autorización haya sido otorgada a investigadores extranjeros;
8. Que, según lo dispuesto por el artículo 140° de la Ley en mención, señala que el SERFOR evalúa y otorga la autorización para extracción de recursos forestales y de fauna silvestre con fines de investigación científica cuando: (i) se incluye especies amenazadas^{1,2}, (ii) especies consideradas en los Apéndices de CITES³, (iii) se realiza acceso a recursos genéticos sin fines de lucro; y (iv) propósitos culturales. Asimismo, en el citado artículo de la Ley indica que la colecta o extracción de recursos forestales y de fauna silvestre con fines de investigación orientada a determinación de genotipo, filogenia, sistemática y biogeografía es autorizada siguiendo procedimientos simplificados establecidos por el SERFOR;
9. Que, mediante la Cuarta Disposición Complementaria Transitoria del Decreto Legislativo N° 1497, publicado el 10 de mayo de 2020, se dispuso la suspensión hasta el 31 de diciembre de 2020, de la aplicación del numeral 134.3 del artículo 134° del Texto Único Ordenado - TUO de la Ley N° 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General, aprobado por Decreto Supremo N° 004-2019-JUS, respecto a la obligación de la presentación física del escrito o documentación por parte de los administrados; suspensión que mediante Decreto Supremo N° 187-2021-PCM, fue prorrogada hasta el 31 de diciembre de 2024;
10. Que, en ese contexto, mediante la carta s/n registrada con Expediente N° 2025-0014585, de fecha 27 de marzo de 2025, el administrado solicitó a la ATFFS Selva Central, la autorización con fines de investigación científica de flora silvestre, fuera de áreas naturales protegidas (ANP), para desarrollar el proyecto denominado **Extracción de compuestos bioactivos de las especies vegetales de la Región Junín**; a ser efectuado en nueve (09) distritos de la provincia de Tarma y (01) de la provincia de Jauja, departamento de Junín;

¹ Decreto Supremo N° 043-2006-AG. Aprueban categorización de especies amenazadas de flora silvestre.

² Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI. Actualización de la lista de clasificación y categorización de las especies amenazadas de fauna silvestre.

³ Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres.



11. Que, en el actual Texto Único de Procedimientos Administrativos - TUPA del SERFOR, aprobado por Decreto Supremo N° 012-2024-MIDAGRI, procedimiento N° 172, Resolución de Dirección Ejecutiva N° D000103-2020-MINAGRI-SERFOR-DE y Resolución de Dirección Ejecutiva N° D000099-2021-MIDAGRI-SERFOR-DE; no se contempla el procedimiento de autorización para realizar investigación científica fuera de ANP;
12. Que, en observancia del principio de impulso de oficio, el cual se encuentra previsto en el numeral 1.3 del artículo IV del Título Preliminar del Texto Único Ordenado - TULO de la Ley N° 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General, aprobado por Decreto Supremo N° 004-2019-JUS; se desprende que las autoridades deben dirigir e impulsar de oficio el procedimiento y ordenar la realización o práctica de los actos que resulten convenientes para el esclarecimiento y resolución de las cuestiones necesarias;
13. Que, de acuerdo con el artículo 140° de la Ley Forestal y de Fauna Silvestre, Ley N° 29763, es competencia del SERFOR la evaluación de la presente solicitud, puesto que la investigación se desarrollará fuera de áreas naturales protegidas, e involucrará especies de flora silvestre que no se encuentran amenazadas según la normativa del Decreto Supremo N° 043-2006-AG, ni listadas en CITES, además se realizará en un solo departamento;
14. Que, por tanto, en ese sentido, la solicitud en evaluación aplica lo dispuesto en el numeral 9 del ANEXO N° 1 del Reglamento para la Gestión Forestal, establece los requisitos para la solicitud de autorizaciones con fines de investigación de flora silvestre; en concordancia con el numeral 6.6 de los lineamientos aprobados por Resolución de Dirección Ejecutiva N° 060-2016-SERFOR/DE, señalan los siguientes requisitos para la autorización con fines de investigación científica fuera de ANP: i) Solicitud con carácter de declaración jurada que contenga información sobre el investigador, según formato; ii) Hoja de vida del investigador principal y plan de investigación, según formato; iii) Carta de presentación de los investigadores participantes, emitida por la institución académica u organización científica nacional o extranjera de procedencia; iv) Documento que acredite el consentimiento informado previo, expedido por la respectiva organización comunal representativa, de corresponder; y v) Documento que acredite el acuerdo entre las instituciones que respaldan a los investigadores nacionales y extranjeros, en caso la solicitud sea presentada por un investigador extranjero;
15. Que, en ese sentido, mediante el Informe Técnico N°D0028-2025-MIDAGRI-SERFOR-ATFFS-SELVA CENTRAL-HJCR, emitido de fecha 26 de mayo de 2025; concluye que, la solicitud de investigación científica cumple con los requisitos exigidos en el numeral 9 del Anexo N° 1 del Reglamento para la Gestión Forestal y con los "Lineamientos para el otorgamiento de la autorización con fines de investigación científica de flora y/o fauna silvestre", aprobado mediante Resolución de Dirección Ejecutiva N° 060-2016-SERFOR/DE; así como, las condiciones mínimas y los criterios técnicos para su ejecución, considerándose procedente el plazo propuesto para el desarrollo de las actividades con fines de investigación de flora silvestre, esto es, por el periodo de veinticuatro (24) meses;
16. Que, asimismo, a través de dicho Informe Técnico, se recomienda la emisión del acto administrativo que aprueba la solicitud de investigación científica de flora silvestre, fuera de ANP, para el desarrollo del proyecto denominado **Extracción de compuestos bioactivos de las especies vegetales de la Región Junín**;
17. Que, finalmente, en dicho informe se señala que la presente investigación permitirá el análisis estadístico se utilizará el software Minitab 2019, para realizar un análisis de varianza que evaluará las diferencias sobre la capacidad antioxidante, compuestos fenólicos y compuestos antocianicos, seguido de pruebas de comparación de medias como Tukey, Duncan y Dunnett para identificar qué grupos son significativamente diferentes entre sí;
18. Que, por otro lado, el artículo 158° del Reglamento para la Gestión Forestal, aprobado mediante Decreto Supremo N° 018-2015-MINAGRI, establece como obligaciones del



investigador en flora silvestre que son las siguientes:

- a. *No extraer especímenes, ni muestras biológicas, de flora silvestre no autorizadas; no ceder los mismos a terceras personas, ni utilizarlos para fines distintos a lo autorizado.*
- b. *Entregar a la ATFFS Selva Central un informe final en idioma español y en versión digital, como resultado de la autorización otorgada, así como copia de las publicaciones producto de la investigación realizada, e indicar el número de la Autorización en las publicaciones generadas. Esta información es ingresada al SNIFFS.*
- c. *Solicitar el correspondiente permiso de exportación ante el SERFOR a través de la Ventanilla Única de Comercio Exterior - VUCE, así como pasar el control respectivo, en caso se requiera enviar al extranjero parte del material colectado, por razones científicas acotadas. Los ejemplares únicos de los grupos taxonómicos colectados y holotipos solo podrán ser exportados en calidad de préstamo.*

19. Que, asimismo, en el marco de la autorización otorgada, el administrado considerará los siguientes compromisos:

- a. *Comunicar con la debida anticipación a la autoridad forestal, el ingreso y salida a campo.*
- b. *Indicar el número de la resolución en las publicaciones generadas a partir de la autorización concedida.*
- c. *Solicitar anticipadamente ante la ATFFS Selva Central del SERFOR y dentro del periodo del cronograma de trabajo del plan de investigación, cualquier cambio en las características del estudio aprobado (por ejemplo, cronograma, inclusión de especialistas, etc.), que demande la modificación de la presente resolución.*
- d. *En caso sobrevenga algún hecho o evento que imposibilite la ejecución de la investigación autorizada o que origine que no se pueda continuar con el desarrollo de la misma, corresponde al administrado solicitar por escrito ante la ATFFS Selva Central, la renuncia a la autorización otorgada; renuncia que deberá ser solicitada dentro del plazo de vigencia de la autorización, precisándose el hecho o evento que origina la imposibilidad de ejecutar o de continuar ejecutando la investigación aprobada, debiendo además el administrado adjuntar la documentación de sustento que estime necesaria, de ser el caso.*

20. Que, por otro lado, el artículo 100° del Reglamento para la Gestión Forestal y de Fauna Silvestre en Comunidades Nativas y Comunidades Campesinas, señala lo siguiente:
"Investigaciones científicas realizadas dentro de las tierras de comunidades campesinas y comunidades nativas, Toda investigación científica en materia forestal y de fauna silvestre a realizarse dentro de tierras de comunidades campesinas o comunidades nativas, requiere de la autorización expresa de la comunidad y autorización otorgada por la autoridad correspondiente. (...)";

21. Que, en adición a ello, debemos precisar que, la presente autorización no habilita el ingreso a predios privados y áreas de conservación privada (ACP) en cuyos casos, deberán gestionar la autorización de ingreso correspondiente ante la autoridad o titular del área, según corresponda;

22. Que, en ese sentido, en caso la ejecución de la investigación comprenda el ingreso a territorios de Comunidades Campesinas o Comunidades Nativas, previamente deberá solicitarse la autorización correspondiente;

Que, de conformidad con la Ley Forestal y de Fauna Silvestre, aprobada por Ley N° 29763; el Reglamento para la Gestión Forestal, aprobado mediante Decreto Supremo N° 018-2015-MINAGRI; el Decreto Supremo N° 004-2019-JUS que aprueba el Texto Único Ordenado de la



Ley N° 27444 Ley del Procedimiento Administrativo General; el literal g) del Artículo 53° del Reglamento de Organización y Funciones aprobado por Decreto Supremo N° 007-2013-MINAGRI, y su modificatoria mediante Decreto Supremo N° 014-2016-MINAGRI; la Resolución de Dirección Ejecutiva N° 060-2016-SERFOR/DE; y la Resolución de Dirección Ejecutiva N° D000312-2022-MIDAGRI- SERFOR-DE;

SE RESUELVE:

Artículo 1.- Otorgar la autorización con fines de investigación científica de flora silvestre, fuera de áreas naturales protegidas (ANP), a favor del señor **Rafael Julián Malpartida Yaplas**, ciudadano peruano, identificado con DNI N° 43118124, correspondiéndole el Código de Autorización **N°12-SEC/AUT-IFL-2025-001**; a efectos de desarrollar el proyecto denominado **Extracción de compuestos bioactivos de las especies vegetales de la Región Junín**, a ser efectuado en nueve (09) distritos de la provincia de Tarma y (01) de la provincia de Jauja, departamento de Junín, en conformidad con lo señalado en la Cuadro N° 1 del **Anexo 1** cuya vigencia se contabilizará contado a partir del día siguiente hábil de la notificación de la presente Autorización.

Artículo 2.- Autorizar la participación de los investigadores señalados por el administrado, conforme con la Cuadro N° 2 del **Anexo 2** de la presente resolución.

Artículo 3.- El ingreso y desarrollo de las actividades de investigación científica dentro de tierras comunales (comunidades campesinas) que abarquen las zonas de muestreo del estudio, deberán ser autorizadas previamente por la autoridad correspondiente, por lo que es responsabilidad del titular obtener la autorización de ingreso, antes de la ejecución de la investigación.

Artículo 4.- El administrado se encuentra sujeto al cumplimiento de lo presentado en el plan de investigación y al plazo correspondiente a veinticuatro (24) meses, así como a la colecta de material biológico de flora silvestre, de acuerdo con lo señalado en el cuadro N° 3 del **Anexo 3** de la presente resolución. Los ejemplares La identificación y depósito de las muestras botánicas de las especies se realizarán en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, opcionalmente, las muestras botánicas serán identificadas y se depositarán en otros herbarios disponibles en la región Junín. Asimismo, deberán cumplir con las obligaciones establecidas en la legislación forestal y de fauna silvestre, según lo señalado en la parte considerativa de la presente resolución.

Artículo 5.- La presentación del Informe Final, en versión digital como resultado de la autorización otorgada, se realizará de acuerdo con los términos señalados en el **Anexo 4** de la presente resolución, y deberá ser presentado dentro de los noventa (90) días calendarios posteriores a la culminación de la investigación.

Artículo 6.- La presente autorización no limita el ejercicio de las funciones y/o requisitos de las entidades, en los ámbitos en los que se realice la investigación (ARFFS, ACR, ACP y otros).

Artículo 7.- Toda modificación en el desarrollo de la investigación será comunicada al SERFOR dentro del plazo de vigencia de la presente resolución.

Artículo 8.- La presente autorización no habilita la exportación de muestras biológicas, en caso se requiera realizar esta actividad, el administrado y los investigadores identificados en la presente resolución, podrán gestionar el correspondiente Permiso de Exportación ante la Dirección General de Gestión Sostenible del Patrimonio Forestal y de Fauna Silvestre del SERFOR.

Artículo 9.- La contravención a las obligaciones y/o condiciones establecidas en la presente resolución conllevará a la comisión de las infracciones tipificadas en el numeral 5) del Anexo 1



del Cuadro de Infracciones y Sanciones en materia forestal, aprobado mediante Decreto Supremo N° 007-2021-MIDAGRI.

Artículo 10.- Notificar la presente resolución directoral al señor Rafael Julián Malpartida Yapias identificado con DNI N° 40337829, a efectos de que tome conocimiento de su contenido. Contra la presente Resolución es posible la interposición de los recursos impugnativos contemplados en el Texto Único Ordenado de la Ley N° 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General, aprobado mediante Decreto Supremo N° 004-2019-JUS, dentro del plazo de quince (15) días hábiles más el término de la distancia en caso corresponda, contados a partir del día siguiente de notificada la misma.

Artículo 11.- Remitir la presente resolución a la Sub Sede Tarma de esta administración técnica; para su conocimiento y fines pertinentes.

Regístrese y comuníquese

Documento firmado digitalmente

ANA ELIZABETH MEDINA BAYLON

Administrador Técnico

Administración Técnica Forestal y de

Fauna Silvestre Selva Central

Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre



RESOLUCIÓN ADMINISTRATIVA

ANEXO 1

Cuadro N° 1. Listado de los distritos para el desarrollo de la investigación

Departamento	Provincia	Distrito	Detalle de superposición
Junín	Tarma	Tarma
		Acobamba
		Huaricolca
		Huasahuasi
		La Unión
		Palca
		Palcamayo
		San Pedro de Cajas	Comunidad Campesina San Pedro de Cajas
		Tapo	Comunidad Campesina de Tapo
	Jauja	Ricran

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado en el Servicio Forestal y de Fauna Silvestre, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: Url: <https://sgd.serfor.gob.pe/validadorDocumental/> Clave: UHXAV32

ANEXO 2

Cuadro N° 2. Datos de los investigadores que participarán en la presente Investigación

N°	Nombres y Apellidos	Nacionalidad	Documento de Identidad	Cargo en el Equipo	Institución de Procedencia
1	Rafael Julián Maipartida Yapias	Peruana	DNI N° 40337829	Investigador principal (responsable)	Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma-UNAAT
2	Jimmy Pablo Echevarría Victorio	Peruana	DNI N° 40466612	Co-Investigador	Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma-UNAAT
3	Godofredo Román Lobato Calderón	Peruana	DNI N° 21087618	Co-Investigador	Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma-UNAAT
4	Gina de la Cruz Calderón	Peruana	DNI N° 45478579	Co-Investigador	Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma-UNAAT
5	Edson Elvis Ramírez Tixe	Peruana	DNI N° 43605106	Co-Investigador	Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma-UNAAT
6	Jamir Ever Vilchez De La Cruz	Peruana	DNI N° 72098358	Estudiante / Investigador en formación	Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma-UNAAT
7	Laumer Tocto Yajahuanca	Peruana	DNI N° 75422522	Estudiante / Investigador en formación	Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma-UNAAT
8	Lesly Edith Yata Franco	Peruana	DNI N° 73619310	Estudiante / Investigador en formación	Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma-UNAAT
9	Rubén Darío Quinto Orihuela	Peruana	DNI N° 75335838	Estudiante / Investigador en formación	Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma-UNAAT
10	Jhon Alfredo Lobo Pajuelo	Peruana	DNI N° 71975250	Estudiante / Investigador en formación	Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma-UNAAT
11	Sheyla Yadira Garcilazo Peñaloza	Peruana	DNI N° 75315595	Estudiante / Investigador en formación	Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma-UNAAT
12	Joselyn Celina Hilarío Paucar	Peruana	DNI N° 74210928	Estudiante / Investigador en formación	Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma-UNAAT
13	Yamely Yeraldine Cajachagua Uscuchagua	Peruana	DNI N° 72007419	Bachiller	Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma-UNAAT

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado en el Servicio Forestal y de Fauna Silvestre, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: Url: <https://sgd.serfor.gob.pe/validadorDocumental/> Clave: UHXAV32

ANEXO 3

Cuadro N° 3. Detalle del material biológico de flora silvestre a coleccionar para el desarrollo de la investigación

N°	Nombre científico	Nombre común	Tipo de muestra	Cantidad	Colecta (flora y/o fauna) o Captura temporal (solo para fauna)
1	<i>Rubus bogotensis</i> Kunth	Mora hembra	Fruto	10 kg	colecta
2	<i>Rubus floribundus</i> Kunth	Mora macho	Fruto	10 kg	colecta
3	<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) DC	Cushao	Fruto	10 kg	colecta
4	<i>Condalia weberbaueri</i> Perkins	Yanacancha	Fruto	10 kg	colecta
5	<i>Miconia salicifolia</i>	Yanayria	Fruto	10 kg	colecta
6	<i>Lepechinia meyerii</i> Walpers	Pacha salvia	Hojas	10 kg	colecta
7	<i>Clinopodium breviflorum</i> (Benth.) Govaerts	Chiuche	Hojas	10 kg	colecta
8	<i>Cuphea aequipetala</i>	Chupa sangre	Hojas y flores	10 kg	colecta
9	<i>Mutisia acuminata</i>	Chinchilcuma	Hojas y flores	10 kg	colecta
10	<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	Macha macha	Fruto	10 kg	colecta
11	<i>Gaultheria myrsinoides</i> Kunth	Macha macha	Fruto	10 kg	colecta
12	<i>Condalia microphylla</i>	Piquillín	Fruto	10 kg	colecta
13	<i>Salpichroa microphylla</i> (Dunal) Keel	Pepino silvestre	Fruto	10 kg	colecta
14	<i>Gaultheria glomerata</i> (Cav) Sleumer	Linlishco	Fruto	10 kg	colecta
15	<i>Rubus</i> sp	Fresa silvestre	Fruto	10 kg	colecta

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado en el Servicio Forestal y de Fauna Silvestre, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2010-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: Url: <https://sgd.serfor.gob.pe/validadorDocumental/> Clave: UHXAV32

ANEXO 4

FORMATO DE INFORME FINAL

Como parte del cumplimiento de obligaciones adquiridas en el marco de la autorización de investigación científica de flora y/o fauna silvestre, fuera de áreas naturales protegidas, el(la) administrado(a) deberá presentar la siguiente información:

- a. Indicar el número de la Resolución Administrativa que autorizó la investigación y el(los) número(s) de resolución de modificación, de corresponder. Tener en cuenta que el título del proyecto debe coincidir con la autorización otorgada.
- b. Resumen para ser publicado en la web del SERFOR (donde se deberá señalar los resultados y la relevancia del estudio, entre otros, de forma sintetizada respecto de lo encontrado en la investigación realizada, hasta 3000 caracteres o 500 palabras). Se adjunta un modelo en el siguiente enlace: https://drive.google.com/drive/folders/1E0Y-u0UdEiw1p76GhhiKC7AaOTYPwyH?usp=drive_link
- c. Resultados (Se debe indicar los resultados más relevantes tomando en cuenta los objetivos planteados para la investigación).
- d. Conclusiones (En esta sección se deberá incorporar los enunciados generados producto del análisis de resultados, los cuales responderán las interrogantes u objetivos planteados).
- e. Anexos

Adjuntar la(s) copia(s) de las(s) constancia(s) de depósito del material biológico⁴, en caso de haber realizado colectas. La(s) constancia(s) deberá(n) ser emitida(s) por una institución científica nacional depositaria de material biológico-ICNDMB, registrada por el SERFOR. Si desea visualizar el registro de ICNDMB autorizadas, puede ingresar al siguiente enlace:

<https://sniffs.serfor.gob.pe/estadistica/es/tableros/recursos-geneticos/instituciones-cientificas-nacionales-depositarias-de-material-biologico>

- ✓ Material fotográfico, en formato original. Se resguardará los derechos de autor.
- ✓ Adjuntar las autorizaciones de ingreso a territorios comunales, ACR, ACP, títulos habilitantes, predios rurales cuando corresponda.
- ✓ Listado taxonómico de las especies de flora y/o fauna silvestre objeto de investigación (colectadas, capturas temporalmente, registros mediante registros directos e indirectos, etc.), de acuerdo con el formato indicado en el siguiente enlace: https://drive.google.com/drive/folders/1E0Y-u0UdEiw1p76GhhiKC7AaOTYPwyH?usp=drive_link
- ✓ En caso de no haber realizado colectas, remitir la información del ámbito de estudio, de acuerdo con el formato indicado en el siguiente enlace: https://drive.google.com/drive/folders/1E0Y-u0UdEiw1p76GhhiKC7AaOTYPwyH?usp=drive_link
- ✓ Entregar la(s) publicación(es), producto de la investigación realizada en formato digital, (se podrá adjuntar el enlace de acceso al artículo, DOI, etc.) o de lo contrario señalar que no cuenta con publicación. En caso de contar con publicación de tesis de pre o posgrado, indicar el enlace del repositorio en donde se encuentra depositado.

Dicha información podrá ser entregada en formato digital a través de la Mesa de Partes Virtual (<https://apps.serfor.gob.pe/mesadepartesvirtual/#/>) o físico en formato impreso en mesa de partes presencial en cualquiera de las sedes de la ATFFS Selva Central.

⁴ Artículo 155 y el Artículo 135 del Reglamento para la Gestión Forestal y el Reglamento para la Gestión de Fauna Silvestre, aprobados con Decreto Supremo N° 018-2015-MINAGRI y Decreto Supremo N° 019-2015-MINAGRI, respectivamente; señalan que el material biológico colectado debe ser depositado en Instituciones Científicas Nacionales registradas ante el SERFOR.

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado en el Servicio Forestal y de Fauna Silvestre, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: Url: <https://sgd.serfor.gob.pe/validadorDocumental/> Clave: UHXAV32



SERFOR

Firmado digitalmente por SERFOR
SAYLON Ana Elizabeth FAU
200293827.pdf
Cargo: Administrador Técnico Pl.
Módulo: Sre al a dor del documento
Fecha: 10.06.2025 17:38:30 -05:00

RESOLUCIÓN ADMINISTRATIVA

San Ramon, 10 de Junio del 2025

RA N° D000235-2025-MIDAGRI-SERFOR-ATFFS-SELVA CENTRAL

EXPEDIENTE N° : 2025-0014585
PROCEDENCIA : ATFFS SELVA CENTRAL
ADMINISTRADO : Rectificación de error material
REFERENCIA : Resolución Administrativa N° D000217-2025-MIDAGRI-SERFOR-ATFFS SELVA CENTRAL.

VISTO:

La Resolución Administrativa N° D000217-2025-MIDAGRI-SERFOR-ATFFS SELVA CENTRAL, de fecha 27 de mayo de 2025, y, y,

CONSIDERANDO:

1. Que, mediante La Resolución Administrativa N° D000217-2025-MIDAGRI-SERFOR-ATFFS SELVA CENTRAL, de fecha 27 de mayo de 2025, se aprueba otorgar la autorización con fines de investigación científica de flora silvestre, fuera de áreas naturales protegidas (ANP), a favor del señor **Rafael Julián Malpartida Yapias**, ciudadano peruano, identificado con DNI N° 43118124, correspondiéndole el Código de Autorización **N°12-SEC/AUT-IFL-2025-001**; a efectos de desarrollar el proyecto denominado **Extracción de compuestos bioactivos de las especies vegetales de la Región Junín**, a ser efectuado en nueve (09) distritos de la provincia de Tarma y (01) de la provincia de Jauja, departamento de Junín.
2. Que, de la revisión de la citada Resolución Administrativa, se aprecia que se ha incurrido en error material, al consignar en el encabezado, señalando como administrado a **Larry Oscar Chari Paucar**, debiendo ser: **Rafael Julián Malpartida Yapias**, por lo que en aplicación de lo establecido en el artículo 212.1 del artículo 212 del Texto Único Ordenado de la ley N° 27444 "Ley de Procedimiento Administrativo General", que dispone que los errores material o aritmético en los actos administrativos pueden ser rectificadas con efecto retroactivo en cualquier momento, de oficio o a instancia de los administrados siempre que no se altere lo sustancial de su contenido ni el sentido de la decisión, es pasible de rectificación de oficio; por lo mismo corresponde emitir la presente resolución;

Que, por lo expuesto, en uso de las atribuciones conferidas por la Ley Forestal y de Fauna Silvestre, Ley N° 29763; el Texto Único Ordenado de la Ley N° 27444; Ley del Procedimiento Administrativo General, Decreto Supremo N° 004-2019-JUS; el Decreto Supremo N° 007-2013 MINAGRI, que aprueba el Reglamento de Organización y Funciones del Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre - SERFOR, modificado mediante Decreto Supremo N° 016-2014 MINAGRI; el Decreto Supremo N° 018-2015-MINAGRI y la Resolución de Dirección Ejecutiva N° D000312-2022-MIDAGRI- SERFOR-DE.

SE RESUELVE:

Artículo 1°.- Rectificar el error material contenido en el encabezado de la Resolución Administrativa N° D000217-2025-MIDAGRI-SERFOR-ATFFS SELVA CENTRAL, de fecha 27 de mayo de 2025, en los términos siguientes:

DICE: ADMINISTRADO: Larry Oscar Chari Paucar

SERFOR

DEBE DECIR: ADMINISTRADO: Rafael Julián Malpartida Yapias

Firmado digitalmente por SERFOR
POBACHUKI Jose Luis FAU
200293827.pdf
Cargo: Director General
Módulo: Sre al a dor del documento
Fecha: 10.06.2025 14:56:00 -05:00

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado en el Servicio Nacional de Fauna Silvestre, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: Url: <https://sgd.serfor.gob.pe/validadorDocumental/> Clavo: IRKUCQ1

Artículo 2°.- Dejar subsistente los demás extremos de la Resolución Administrativa N° D000217-2025-MIDAGRI-SERFOR-ATFFS SELVA CENTRAL, de fecha 27 de mayo del 2025.

Artículo 3°.- Disponer la inclusión del presente instrumento en el legajo de la Resolución Administrativa N° D000217-2025-MIDAGRI-SERFOR-ATFFS SELVA CENTRAL, de fecha 27 de mayo de 2025.

Artículo 4°.- Notificar la presente resolución administrativa al señor Rafael Julián Malpartida Yapias identificado con DNI N° 40337829, a efectos de que tome conocimiento de su contenido.

Artículo 5°.- Remitir la presente la presente resolución a la Sub Sede Tarma de esta administración técnica; para su conocimiento y fines pertinentes.

Regístrese y comuníquese

Documento firmado digitalmente
ANA ELIZABETH MEDINA BAYLON
Administrador Técnico
Administración Técnica Forestal y de
Fauna Silvestre Selva Central
Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado en el Servicio Forestal y de Fauna Silvestre, aplicando lo dispuesto por el Art. 35 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: Url: <https://sgd.serfor.gob.pe/validadorDocumental/> Clave: IRKUCQ1

Anexo 5.

Permiso de colecta omitido por el Centro Poblado

"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

**AUTORIZACIÓN DE INGRESO A LA COMUNIDAD DEL CENTRO
POBLADO DE APAYCANCHA PARA REALIZAR COLECTA DE MUESTRA
VEGETALES NATIVAS**

Yo, Fortunato Félix Julcarima Paucar, identificado con documento nacional de identidad N° 20706665, domiciliado en barrio San Francisco, en mi calidad de presidente de la Comunidad del Centro Poblado de Apaycancha, autorizo el ingreso de los integrantes del proyecto de investigación "Evaluación de capacidad antioxidante y compuestos bioativos de los frutos silvestres *Gaultheria Myrsinoides Kunth* y *Gaultheria Glomerata (Cav.) Sleumer* en estado fresco y nanoencapsulado", para realizar colecta de muestras de los frutos silvestres nativos de acuerdo a la RA N° D000217-2025-MIDAGRI-SERFOR-ATFFS-SELVA CENTRAL.

Apaycancha, 28 de mayo del 2025

Atentamente,



Fortunato Félix Julcarima Paucar
DNI N° 20706665
Presidente del C.P.A
Cel. 993560243

Anexo 6.

Análisis inicial – características fisicoquímicas de los frutos silvestres frescos

Análisis fisicoquímicos de frutos frescos

Se realizó las características fisicoquímicas de los frutos frescos, donde los resultados se observan en la Tabla 21 y Tabla 22.

Tabla 21

Característica fisicoquímicos de los frutos frescos

Frutos	Humedad			pH			% Brix			Acidez		
	X	±	S	X	±	S	X	±	S	X	±	S
Linlishco	82,33	±	1,48	4,22	±	0,02	13,59	±	0,53	0,46%	±	0,0003
Macha Macha	81,79	±	1,25	4,56	±	0,48	13,07	±	0,3	0,54%	±	0,0001

X = promedio de 4 repeticiones

S= desviación estándar

En la Tabla 21 se muestran los valores de las características fisicoquímicas preliminares de los frutos frescos analizados en 4 repeticiones. Se observa que en ambos frutos silvestres cuentan con ligeras diferencias tanto en pH, %Brix y Acidez y humedad.

Análisis de color de los frutos silvestres

Los frutos silvestres de (*Gaultheria myrsinoides* Kunth) Macha macha y (*Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer) Linlishco, se realizó como prueba inicial para ser empleadas para el proceso de nanoencapsulado por lo que se sometieron a un análisis de colorimetría en base al sistema de CIELAB (L^* , a^* , b^*) y (C^* , h°).

Tabla 22

Características fisicoquímicas – color

Frutos	Color														
	L^*			a^*			b^*			C^*			h°		
	X	±	S	X	±	S	X	±	S	X	±	S	X	±	S
Linlishco	58,83	±	2,00	0,40	±	0,22	5,85	±	0,21	5,87	±	0,21	86,03	±	2,06
Macha Macha	60,55	±	1,53	3,00	±	1,43	7,23	±	1,30	7,86	±	1,73	68,50	±	6,50

X = promedio de 4 repeticiones

S= desviación estándar

En la Tabla 22, se observan los valores de color analizados, L*, a* y b*, así como las características calculadas a partir de estos, h* y C* en las muestras de linlishco y macha macha.

Análisis fisicoquímicos de frutos nanoencapsulados

Se realizó las características fisicoquímicas en frutos nanoencapsulados, donde se sometieron a altas temperaturas (100° y 120° C) y utilizando como agente encapsulante Maltodextrina al 8%, dando los siguientes resultados en la Tabla 23.

Tabla 23

Característica fisicoquímicos en frutos nanoencapsulados

Frutos nanoencapsulados	Humedad			pH			° Brix			Acidez		
	X	±	S	X	±	S	X	±	S	X	±	S
Linlishco	10,13	±	0,747	3,613	±	0,028	0,023	±	0,003	0,73%	±	0,040
Macha Macha	8,588	±	0,342	3,317	±	0,025	0,055	±	0,040	1,42%	±	0,040

X = promedio de 4 repeticiones

S= desviación estándar

En la Tabla 23 se observa 4 parámetros fisicoquímicos, el contenido de humedad de linlishco cuenta con un valor elevado de (10,13±0,747) a diferencia de Macha Macha (8,588±0,342) lo que podría afectar a la estabilidad y la vida útil del producto nanoencapsulado. El pH, se observa que la Macha Macha indica un valor menor (3,317±0,025) en cuanto a Linlishco presenta una diferencia ligeramente alta (3,613±0,028). En cuanto al °Brix, Macha Macha presento un valor elevado de (0,055±0,040) a comparación de Linlishco (0,023±0,003). Finalmente, la acidez fue notablemente mayor en Macha Macha con un valor de (1,42%±0,040) en cuanto a Linlishco (0,73%±0,040) lo que refiere que es un poco más ácido.

Análisis de color de los productos nanoencapsulados.

Las muestras atomizadas se realizó los análisis de colorimetría en base al sistema CIELAB (L*, a*, b*) y (C*, °h). En la Tabla 23 de observa como los parámetros de color de los frutos (*Gaultheria myrsinoides* Kunth) Macha macha y (*Gaultheria glomerata* (Cav.) *Sleumer*) Linlishco sufren cambios luego de finalizar el proceso de nanoencapsulado,

siendo el factor más probable la temperatura, donde las muestras fueron sometidos a dos temperaturas de 100°C y 120°C sufriendo cambios de tonalidad de los frutos.

Tabla 24

Características fisicoquímicas – color

Frutos	Color														
	L*			a*			b*			C*			h*		
	X	±	S	X	±	S	X	±	S	X	±	S	X	±	S
Linlishco	53,13	±	0,97	29,51	±	1,28	-3,24	±	0,43	29,59	±	1,21	353,75	±	0,58
Macha Macha	78,63	±	0,82	26,18	±	2,04	-0,70	±	0,20	26,30	±	2,08	358,43	±	2,53

X = promedio de 4 repeticiones

S= desviación estándar

En la Tabla 24, se observa que los valores de color de los frutos silvestres Linlishco y Macha Macha sufren cambios al finalizar el proceso de nanoencapsulados debido a la temperatura que fue sometido. El parámetro L*, indica la luminosidad donde el mayor fue la Macha Macha ((78,63 ± 0,82) lo que significa que tiene un color más claro a comparación del fruto Linlishco (53,13 ± 0,97), en cuanto al parámetro a* en la cual el Linlishco tuvo un valor mayor de (29,51 ± 1,28), lo que indica que tiene una tonalidad rojizo más intenso que la Macha Macha (26,18 ± 2,04). La b* los resultados salieron negativos para ambas muestras, el Linlishco obteniendo una tonalidad más azulada (-3,24 ± 0,43) que la Macha Macha (-0,70 ± 0,20). El valor de C* el fruto del Linlishco presentó un color más fuerte (29,59 ± 1,21) que Macha Macha (26,30 ± 2,08). Finalmente, el ángulo de tono (h*), que representa el matiz del color, fue ligeramente menor en Linlishco (353,75 ± 0,58), lo que se asemeja más hacia al rojo-púrpura, mientras que Macha Macha (358,43 ± 2,53) se aproxima más al rojo pálido. Lo que significa que el Linlishco tiene un color más oscuro, rojizo e intenso como se puede observar en la Figura 28.

Figura 28

Frutos silvestres nanoencapsulados



Anexo 7.

Prueba de normalidad y la prueba de homocedasticidad de la capacidad antioxidante, compuestos fenólicos y compuestos de antocianinas de los frutos nanoencapsulados

Tabla 25

Resultados de las pruebas de normalidad y homocedasticidad en los datos de (Gaultheria myrsinoides Kunth) Macha Macha

Variable	p-valor (Normalidad)	Distribución	p-valor (Homocedasticidad)	Varianzas
Capacidad antioxidante	0,081	Normal	0,067	Homogéneas
Fenólicos totales	0,100	Normal	0,454	Homogéneas
Antocianinas	0,078	Normal	0,067	Homogéneas

En la Tabla 25, se observa que, en los frutos de Macha Macha, los valores de p en la prueba de Shapiro-Wilk fueron mayores a 0,05 (Capacidad antioxidante = 0,081; Fenólicos = 0,100; Antocianinas = 0,078), lo que indica que las variables se distribuyen normalmente. Asimismo, la prueba de Levene mostró valores de p superiores a 0,05, confirmando homogeneidad de varianzas en todos los casos.

Tabla 26

Resultados de las pruebas de normalidad y homocedasticidad en los datos de (Gaultheria glomerata (Cav.) Sleumer) Linlishco

Variable	p-valor (Normalidad)	Distribución	p-valor (Homocedasticidad)	Varianzas
Capacidad antioxidante	0,146	Normal	0,619	Homogéneas
Fenólicos totales	0,312	Normal	0,804	Homogéneas
Antocianinas	0,308	Normal	0,637	Homogéneas

En la Tabla 25, se observa que en los frutos de Linlishco, los valores de p en la prueba de Shapiro-Wilk fueron también mayores a 0,05 (Capacidad antioxidante = 0,146; Fenólicos = 0,312; Antocianinas = 0,308), cumpliendo con el supuesto de normalidad. De igual manera, los resultados de Levene ($p > 0,05$) confirmaron homogeneidad de varianzas en las tres variables analizadas.

Anexo 8.

Comparación de medias Tukey de la capacidad antioxidante, compuestos fenólicos y compuestos de antocianinas de los frutos nanoencapsulados

Tabla 27

Comparación de medias Tukey, capacidad antioxidante de la (Gaultheria myrsinoides Kunth) Macha macha

BOMBA	N	Media	Agrupación
30	6	2,17391	A
25	6	2,02224	A
TEMPERATURA	N	Media	Agrupación
120	6	2,39299	A
100	6	1,80317	A

Tabla 28

Comparación de medias Tukey, capacidad antioxidante de la (Gaultheria glomerata (Cav.) Sleumer) Linlishco

BOMBA	N	Media	Agrupación
25	6	6,91	A
30	6	6,45167	A
TEMPERATURA	N	Media	Agrupación
120	6	7,06	A
100	6	6,30167	A

Tabla 29

Comparación de medias Tukey, compuestos fenólicos de la (Gaultheria myrsinoides Kunth) Macha macha

BOMBA	N	Media	Agrupación
30	6	977,778	A
25	6	857,738	A
TEMPERATURA	N	Media	Agrupación
120	6	964,683	A
100	6	870,834	A

Tabla 30

Comparación de medias Tukey, compuestos fenólicos de la (Gaultheria glomerata (Cav.) Sleumer) Linlishco

BOMBA	N	Media	Agrupación
30	6	5574,21	A
25	6	5176,98	A
TEMPERATURA	N	Media	Agrupación
100	6	5377,78	A
120	6	5373,41	A

Tabla 31

Comparación de medias Tukey, compuestos de antocianinas de la (Gaultheria myrsinoides Kunth) Macha macha

BOMBA	N	Media	Agrupación
30	6	35,8469	A
25	6	17,2833	B

TEMPERATURA	N	Media	Agrupación
100	6	31,3104	A
120	6	21,8199	B

Tabla 32

Comparación de medias Tukey, compuestos de antocianina de la (Gaultheria glomerata (Cav.) Sleumer) Linlishco

BOMBA	N	Media	Agrupación
30	6	219,229	A
25	6	203,114	A

TEMPERATURA	N	Media	Agrupación
100	6	216,529	A
120	6	205,814	A

Anexo 9.

Procedimiento de la preparación - INITA

a) Recepción de materia prima



b) Deshojado de los frutos



c) Lavado y desinfección



- d) Secado de los frutos (*Gaultheria myrsinoides* Kunth) Macha macha y (*Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer) Linlishco



- e) Licuado de las bayas



- f) Preparación del solvente - 20% de etanol puro, 1% de ácido cítrico y agua destilada.



g) Homogeneizado de las muestras



h) Operación del filtrado de las muestras



i) Envasado de la dilución



Anexo 10.

Proceso de Nanoencapsulado - INITA

a) Peso de maltodextrina y muestra líquida



b) Nanoencapsulamiento de las muestras



c) Pesado del nanoencapsulado de (*Gaultheria myrsinoides* Kunth) Macha macha y (*Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer) Linlishco



Anexo 11.

Lectura espectrofotómetro

a) Capacidad antioxidante fresco



b) Lectura 2 espectrofotómetro – antioxidante nanoencapsulado



c) Lectura de compuestos fenólicos totales



d) Lectura de compuestos de antocianinas





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA ALTOANDINA DE TARMA

Creada Por Ley N° 29652 y Ley N° 30139

FACULTAD DE INGENIERÍA

Resolución de Coordinación de Facultad N° 016-2024-UNAAT/FI

Tarma, 27 de setiembre de 2024

VISTO:

PROVEÍDO N° 0197-UNAAT/C-FI, INFORME 009-2024-UNAAT-P/EPIA-RJMY, INFORME N° 06-2024-UNAAT-P/EPIA-JPEV, MEMORANDO N° 016-2024-UNAAT/P-FI, INFORME N° 0009-2024-UNAAT/P-VPA-FI-UI, PROVEIDO N° 0154-UNAAT/E-FI, OFICIO N° 0198-2024-UNAAT/C-FI;

CONSIDERANDO:

Que, según Ley N° 29652, modificada por la Ley N° 30139, se creó la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma, como persona jurídica de derecho público; sin fines de lucro, con autonomía académica, económica, normativa y administrativa, conforme a ley;

Que, el artículo 29 de la Ley N° 30220, Ley Universitaria, establece que, aprobada la ley de creación de una universidad pública, el Ministerio de Educación constituye una Comisión Organizadora y que el proceso de constitución de una universidad concluye con la designación de sus autoridades, dentro de los plazos establecidos por el Ministerio de Educación;

Que, la Ley Universitaria, Ley N° 30220, en su Art. 8° establece que, el Estado reconoce la autonomía universitaria. La autonomía inherente a las universidades se ejerce de conformidad con lo establecido en la Constitución, la presente ley y demás normas aplicables. Esta autonomía se manifiesta en los siguientes regímenes: Normativo, de Gobierno, Académico, Administrativo y Económico;

Que, el artículo 54 de la Ley Universitaria precisa de la autonomía de las Facultades que, las Facultades son las unidades de organización académica, profesional, de investigación y de gestión. Están integradas por docentes, estudiantes y graduados. Tienen autonomía académica, de investigación, administrativa y económica, y académico en los asuntos de su competencia;

Que, la Novena Disposición Complementaria del Estatuto Modificado de la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma estipula que, en tanto no se constituyan los órganos de gobierno se puede designar un Coordinador de Facultad que hará las veces de Decano de Facultad;

Que, en ese contexto, mediante la Resolución de Comisión Organizadora N° 0357-2023-UNAAT; de fecha 14 de diciembre de 2023, se resuelve designar al docente ordinario Walter Javier Cuadrado Campó como Coordinador de la Facultad de Ingeniería de la UNAAT, del 02 de enero al 30 de junio de 2024;

Que, mediante la Resolución de Comisión Organizadora N° 0241-2024-UNAAT, de fecha 09 de agosto de 2024, se resuelve otorgar al Coordinador de la Facultad de Ingeniería ... emitir acto resolutivo, enmarcado en las atribuciones de Decano de la Facultad, establecidas en la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la UNAAT;

Que, mediante la Resolución de Comisión Organizadora N° 0278-2024-UNAAT, de fecha 04 de setiembre de 2024, se resuelve designar al docente ordinario Henry Juan Javier Ninahuanan como Secretario Docente de la Facultad de Ingeniería;

Que, a través de la Resolución de Facultad N° 0014-2024-UNAAT/FI, de fecha 03 de setiembre de 2024, se aprueba la Directiva para la Obtención del Título Profesional de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma.





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA ALTOANDINA DE TARMA

Creada Por Ley N° 29652 y Ley N° 30139

FACULTAD DE INGENIERÍA

Que, a través del OFICIO N° 0198-2024-UNAAT/C-FI, el Coordinador de la Facultad de Ingeniería solicita al responsable de la Unidad de Investigación el informe de evaluación y aprobación del proyecto de tesis, motivado por la solicitud de los Bachiller's Joselyn Celina Hilario Paucar y Yamely Yeraldine Cajachagua Uscuchagua, de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial;

Que, a través del INFORME N° 0009-2024-UNAAT/P-VPA-FI-UI, el Responsable de la Unidad de Investigación concluye que el proyecto de tesis cumple con lo establecido en el ítem 1.2 de la Directiva para la Obtención del Título Profesional de la Facultad de Ingeniería;

Que, mediante el MEMORANDO N° 016-2024-UNAAT/VPInv el Coordinador de la Facultad de Ingeniería, solicita la aceptación como asesor de proyecto de Tesis al Dr. Rafael Julián Malpartida Yapias;

Que, a través del INFORME N° 009-2024-UNAAT-P/EPIA-RJMY, el asesor da la aceptación y compromiso de asesoramiento de tesis;

Que, a través del INFORME N° 06-2024-UNAAT-P/EPIA-JPEV, el co-asesor da la aceptación y compromiso de asesoramiento de tesis;

Que, en consecuencia, el Coordinador de Facultad de Ingeniería, con PROVEÍDO N° 0197-UNAAT/C-FI, dispone la emisión de la presente Resolución que designa al Asesor y co-asesor del Proyecto de Tesis intitulado: "Evaluación de la Capacidad Antioxidante y Compuestos Bioactivos de los Frutos Silvestres *Gaultheria myrsinoides* Kunth y *Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer en estado fresco y nanoencapsulado";

Que, en cumplimiento del Artículo 8° de la Directiva para la Obtención del Título Profesional de Ingeniero de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma;

Que, en cumplimiento del Artículo 63° del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma;

Que, de conformidad con el Artículo 68° de la Ley Universitaria N° 30220, los artículos 45 y 47 del Estatuto Modificado de la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma, y en cumplimiento de las normas institucionales;

SE RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- DESIGNAR al Dr. Rafael Julián Malpartida Yapias como Asesor y al Mg. Jimmy Pablo Echevarría Victorio como Co-asesor del Proyecto de tesis titulado: "Evaluación de la Capacidad Antioxidante y Compuestos Bioactivos de los Frutos Silvestres *Gaultheria myrsinoides* Kunth y *Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer en estado fresco y nanoencapsulado", presentado por la Bach. Joselyn Celina Hilario Paucar y la Bach. Yamely Yeraldine Cajachagua Uscuchagua, de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial - UNAAT.

ARTÍCULO SEGUNDO.- NOTIFICAR a la Alta Dirección, Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional y Departamento Académico de Ingeniería Agroindustrial e interesados para su conocimiento y demás fines.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA ALTOANDINA DE TARMA
Dr. Walter Javier Cárdenas Campó
COORDINADOR DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA ALTOANDINA DE TARMA
SECRETARÍA DOCENTE
Dr. Henry Juan Javier Ninahuaman
SECRETARIO DOCENTE DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA ALTOANDINA DE TARMA

Creada Por Ley N° 29652 y Ley N° 30139

FACULTAD DE INGENIERÍA

RESOLUCIÓN DE COORDINACIÓN DE FACULTAD N° 004-2025-UNAAT/FI

Tarma, 03 de marzo de 2025

VISTO:

PROVEÍDO 018-UNAAT/C-FI, INFORME N° 016-2024-UNAAT-P/EPIA-RJMY, SOLICITUD, y;

CONSIDERANDO:

Que, según Ley N° 29652, modificada por la Ley N° 30139, se creó la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma, como persona jurídica de derecho público; sin fines de lucro, con autonomía académica, económica, normativa y administrativa, conforme a ley;

Que, mediante Resolución del Consejo Directivo N° 142-2018-SUNEDU/CD, de 18 de octubre de 2018, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria resolvió otorgar la licencia institucional a la UNAAT, para ofrecer el servicio educativo superior universitario, con una vigencia de seis (06) años; la misma que fue modificada con Resolución del Consejo Directivo N° 061-2022-SUNEDU/CD, de fecha 17 de junio de 2022, en el extremo de reconocer la creación de (dos) locales y el cambio de locación;

Que, el artículo 29 de la Ley N° 30220, Ley Universitaria, establece que, aprobada la ley de creación de una universidad pública, el Ministerio de Educación constituye una Comisión Organizadora y que el proceso de constitución de una universidad concluye con la designación de sus autoridades, dentro de los plazos establecidos por el Ministerio de Educación;

Que, con Resolución Viceministerial N° 008-2023-MINEDU, de fecha 11 de enero de 2023, se reconforma la Comisión Organizadora de la UNAAT, integrada por los académicos Dra. Milagro Rosario Henríquez Suárez, como Presidenta; Dr. Ángel Almidón Elescano como Vicepresidente Académico y Dr. David Eli Salazar Espinoza como Vicepresidente de Investigación;

Que, la Octava Disposición Complementaria del Estatuto Modificado de la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma aprobado con Resolución de Comisión Organizadora N° 0249-2024-UNAAT, estipula que, en tanto no se constituyan los órganos de gobierno se puede designar un Coordinador de Facultad de manera provisional que hará las veces de Decano de Facultad;

Que, en ese contexto, mediante la Resolución de Comisión Organizadora N° 0427-2024-UNAAT, de fecha 26 de diciembre de 2024, se resuelve encargar a Larry Oscar Chafii Paucar, profesor Principal ordinario las funciones de Coordinador de la Facultad de Ingeniería de la UNAAT, del 01 de enero al 30 de junio de 2025;

Que, mediante la Resolución de Comisión Organizadora N° 0010-2025-UNAAT, de fecha 09 de enero de 2025, se resuelve designar a Gina De La Cruz Calderón, docente ordinaria como Secretaria Docente de la Facultad de Ingeniería de la UNAAT a partir del 10 de enero de 2025;

Que, con Resolución de Comisión Organizadora N° 0241-2024-UNAAT de fecha 09 de agosto de 2024 se otorga al Coordinador de la facultad Ingeniería de la UNAAT, la facultad de emitir acto resolutivo enmarcadas en las atribuciones de Decano de la facultad establecidas en la Ley universitaria N° 30220 y el Estatuto de la UNAAT.

Que, mediante la Resolución de Coordinación de Facultad N° 016-2024-UNAAT/FI, de fecha 27 de setiembre de 2024, se designa al Dr. Rafael Julián Malpartida Yapias como Asesor y al Mg. Jimmy Pablo Echevarría Victorio como Co-asesor del Proyecto de Tesis titulado: "Evaluación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de los frutos silvestres *Gaultheria myrsinoides* Kunt y *Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer en estado fresco y nanoencapsulado";



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA ALTOANDINA DE TARMA

Creada Por Ley N° 29652 y Ley N° 30139

FACULTAD DE INGENIERÍA

.../// RESOLUCIÓN DE COORDINACIÓN DE FACULTAD N° 004-2025-UNAAT/FI

Pág. 2

Que, mediante solicitud de fecha 26 de diciembre de 2024, la Bach. Joselyn Celina Hilario Paucar y Bach. Yamely Yeraldine Cajachagua Uscuchagua, solicitan la aprobación y autorización de ejecución del proyecto de tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial;

Que, con el INFORME N° 016-2024-UNAAT-P/EPIA-RJMY, presentado el 26 de diciembre de 2024, el asesor del proyecto de tesis APRUEBA el Proyecto de Tesis titulado: "Evaluación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de los frutos silvestres *Gaultheria myrsinoides* Kunt y *Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer en estado fresco y nanoencapsulado";

Que, en consecuencia, el Coordinador de Facultad de Ingeniería con Proveído 018-UNAAT/CFI, fecha 11 de febrero de 2025, dispone la emisión de la Resolución que aprueba y autoriza la ejecución del Proyecto de Tesis en mención;

Que, de acuerdo con el Artículo 30° del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma aprobado con Resolución de Comisión Organizadora N° 0227-2024-UNAAT;

Que, conforme al Artículo 8° de la Directiva para la obtención del título profesional de Ingeniero de la Facultad de Ingeniería, aprobado con Resolución de Coordinación de Facultad N° 028-2024-CFI-UNAAT, y;

Que, en virtud del Artículo 68° de la Ley Universitaria N° 30220 y los artículos 45° y 47° del Estatuto Modificado de la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma aprobado con Resolución de Comisión Organizadora N° 0249-2024-UNAAT, y en cumplimiento de las normas institucionales;

SE RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR y AUTORIZAR la ejecución del Proyecto de tesis titulado: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y COMPUESTOS BIOACTIVOS DE LOS FRUTOS SILVESTRES *Gaultheria myrsinoides* Kunt Y *Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer EN ESTADO FRESCO Y NANOENCAPSULADO", presentado por la Bach. Joselyn Celina Hilario Paucar y Bach. Yamely Yeraldine Cajachagua Uscuchagua, para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial.

ARTÍCULO SEGUNDO.- NOTIFICAR a la Alta Dirección, Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional y Departamento Académico de Ingeniería Agroindustrial e interesados para su conocimiento y demás fines.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y PUBLÍQUESE.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA ALTOANDINA
DE TARMA
.....
Dr. Larry Oscar Chafí Paucar
COORDINADOR DE LA FACULTAD DE
INGENIERÍA (e)



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA ALTOANDINA
DE TARMA
.....
Mg. Gina De La Cruz Calderón
SECRETARIA DOCENTE DE LA FACULTAD
DE INGENIERÍA



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA ALTOANDINA DE TARMA

Creada Por Ley N° 29652 y Ley N° 30139

FACULTAD DE INGENIERÍA

RESOLUCIÓN DE COORDINACIÓN DE FACULTAD N° 051-2025-UNAAT/FI

Tarma, 21 de agosto de 2025

VISTO:

PROVEÍDO N° 260/UNAAT/C-FI, INFORME N° 025-2025-UNAAT/P-VPA-FI-UI, OFICIO N° 0324-2025-UNAAT/C-FI, SOLICITUD;

CONSIDERANDO:

Que, según Ley N° 29652, modificada por la Ley N° 30139, se creó la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma, como persona jurídica de derecho público; sin fines de lucro, con autonomía académica, económica, normativa y administrativa, conforme a ley;

Que, mediante Resolución del Consejo Directivo N° 142-2018-SUNEDU/CD, de 18 de octubre de 2018, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria resolvió otorgar la licencia institucional a la UNAAT, para ofrecer el servicio educativo superior universitario, con vigencia de seis (06) años; la misma que fue modificada con Resolución del Consejo Directivo N° 061-2022-SUNEDU/CD, de fecha 17 de junio de 2022, en el extremo de reconocer la creación de (dos) locales y el cambio de locación;

Que, el artículo 29 de la Ley N° 30220, Ley Universitaria, establece que, aprobada la ley de creación de una universidad pública, el Ministerio de Educación constituye una Comisión Organizadora y que el proceso de constitución de una universidad concluye con la designación de sus autoridades, dentro de los plazos establecidos por el Ministerio de Educación;

Que, con Resolución Viceministerial N° 008-2023-MINEDU, de fecha 11 de enero de 2023, se reconfirma la Comisión Organizadora de la UNAAT, integrada por los académicos Dra. Milagro Rosario Henríquez Suárez, como Presidenta; Dr. Ángel Almidón Elescano como Vicepresidente Académico y Dr. David Elí Salazar Espinoza como Vicepresidente de Investigación;

Que, la Octava Disposición Complementaria del Estatuto de la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma, estipula que, en tanto no se constituyan los órganos de gobierno se puede designar un Coordinador de Facultad de manera provisional que hará las veces de Decano de Facultad; cumpliendo así con el Documento Normativo denominado "Disposiciones para la constitución y funcionamiento de las comisiones organizadoras de las universidades públicas en proceso de constitución" aprobada mediante Resolución Viceministerial N° 244-2021-MINEDU, de fecha 27 de julio de 2021;

Que, en ese contexto, mediante la Resolución de Comisión Organizadora N° 0225-2025-UNAAT, de fecha 24 de junio de 2025, se resuelve encargar al Mg. Elmer Robert Torres Gutiérrez, profesor Asociado ordinario, las funciones de Coordinador de la Facultad de Ingeniería de la UNAAT, del 01 de julio hasta el 30 de setiembre de 2025;

Que, con Resolución de Comisión Organizadora N° 0241-2024-UNAAT de fecha 09 de agosto de 2024 se otorga al Coordinador de la facultad Ingeniería de la UNAAT, la facultad de emitir acto resolutivo enmarcadas en las atribuciones de Decano de la Facultad establecidas en la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la UNAAT;

Que, mediante la Resolución de Comisión Organizadora N° 0010-2025-UNAAT, de fecha 09 de enero de 2025, se resuelve designar a la docente Gina De La Cruz Calderón, como Secretaria Docente de la Facultad de Ingeniería de la UNAAT a partir del 10 de enero de 2025;

Que, a través de la Resolución de Facultad N° 0014-2024-UNAAT/FI, de fecha 03 de setiembre de 2024, se aprueba la Directiva para la Obtención del Título Profesional de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma;





**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
ALTOANDINA DE TARMA**

Creada Por Ley N° 29652 y Ley N° 30139

FACULTAD DE INGENIERÍA

Que, mediante el reglamento de grados y títulos de la UNAAT aprobado con RCO N° 0227-2024-UNAAT, en el CAPITULO IX ESTRUCTURA Y PROCEDIMIENTO DEL INFORME DE TESIS, Artículo 32, la coordinación de Facultad, designa al jurado con acto resolutivo;

Que, mediante SOLICITUD, la Bach. Joselyn Celina Hilario Paucar y Bach. Yamely Yeraldine Cajachagua Uscuchagua, solicitan al Coordinador de la Facultad de Ingeniería la designación de jurado evaluador para el informe de tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial;

Que, con OFICIO N° 0324-2025-UNAAT/C-FI, el Coordinador de Facultad remite al responsable de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería, la tesis: "Evaluación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de los frutos silvestres *Gaultheria myrsinoides Kunth* y *Gaultheria glomerata (Cav) Sleumer* en estado fresco y nanoencapsulado" para su informe y propuesta de jurado evaluador;

Que, con INFORME N° 025-2025-UNAAT/P-VPA-FI-UI, el responsable de la Unidad de Investigación remite el informe y propuesta de jurado evaluador de tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial;

Que, con el proveído N° 260/UNAAT/C-FI, se remite al SECRETARIO DOCENTE el expediente en cuestión para su atención con resolución de Facultad y notificación correspondiente;

Que, conforme al Artículo 8° de la Directiva para la obtención del título profesional de Ingeniero Agroindustrial de la Facultad de Ingeniería, aprobado con Resolución de Coordinación de Facultad N° 028-2024-CFI-UNAAT, y;

Que, en cumplimiento con el Artículo 30° del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma aprobado con Resolución de Comisión Organizadora N° 0227-2024-UNAAT;

Que, en virtud del Artículo 68° de la Ley Universitaria N° 30220 y los artículos 45° y 47° del Estatuto de la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma, y en cumplimiento de las normas institucionales;

SE RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- DESIGNAR a los docentes ordinarios en calidad de Jurado Evaluador de acuerdo al siguiente detalle:

Dr. Larry Oscar Chañi Paucar	Presidente
Mg. Kenny Ruben Montalvo Morales	Secretario
Dr. Grimaldo Wilfredo Quispe Santivañez	Vocal
Dra. Rosario Marilu Bernaola Paucar	Accesitario

De la tesis "Evaluación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de los frutos silvestres *Gaultheria myrsinoides Kunth* y *Gaultheria glomerata (Cav) Sleumer* en estado fresco y nanoencapsulado", presentado por la Bach. Joselyn Celina Hilario Paucar y Bach. Yamely Yeraldine Cajachagua Uscuchagua, de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma.

ARTÍCULO SEGUNDO.- REMITIR a los docentes designados como jurado evaluador, el informe de tesis, para su revisión y emisión del informe de evaluación con un plazo no mayor a 15 días hábiles a partir de la fecha, para continuar con el proceso de levantamiento de observaciones y emisión del informe favorable de la tesis para la sustentación, tal como se detalla en la Directiva para la Obtención del Título Profesional de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
ALTOANDINA DE TARMA**

Creada Por Ley N° 29652 y Ley N° 30139

FACULTAD DE INGENIERÍA

ARTÍCULO TERCERO.- NOTIFICAR a la Alta Dirección, Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional, Departamento Académico de Ingeniería Agroindustrial e interesados para su conocimiento y demás fines.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y PUBLÍQUESE.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA ALTOANDINA
DE TARMA

[Signature]
E. Elmer Robert Torres Gutiérrez
COORDINADOR DE LA FACULTAD DE
INGENIERÍA (e)



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA ALTOANDINA
DE TARMA

[Signature]
Dra. Gina De La Cruz Calderón
SECRETARIA DOCENTE DE LA FACULTAD
DE INGENIERÍA



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA ALTOANDINA DE TARMA

Creada Por Ley N° 29652 y Ley N° 30139

FACULTAD DE INGENIERÍA

RESOLUCIÓN DE COORDINACIÓN DE FACULTAD N° 078-2025-UNAAT/FI

Tarma, 31 de octubre de 2025

VISTO:

El Informe N° 036-2025-UNAAT/P-VPA-FI-UI de fecha 28 de octubre de 2025 del Responsable de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería y los informes favorables de los jurados evaluadores, en atención al expediente presentado por las Bachilleres Joselyn Celina Hilario Paucar y Yamely Yeraldine Cajachagua Uscuchagua .

CONSIDERANDO:

Que, según Ley N° 29652, modificada por la Ley N° 30139, se creó la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma, como persona jurídica de derecho público; sin fines de lucro, con autonomía académica, económica, normativa y administrativa, conforme a ley;

Que, mediante Resolución del Consejo Directivo N° 142-2018-SUNEDU/CD, de 18 de octubre de 2018, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria resolvió otorgar la licencia institucional a la UNAAT, para ofrecer el servicio educativo superior universitario, con vigencia de seis (06) años; la misma que fue modificada con Resolución del Consejo Directivo N° 061-2022-SUNEDU/CD, de fecha 17 de junio de 2022, en el extremo de reconocer la creación de dos (2) locales y el cambio de locación;

Que, el artículo 29 de la Ley N° 30220, Ley Universitaria, establece que, aprobada la ley de creación de una universidad pública, el Ministerio de Educación constituye una Comisión Organizadora y que el proceso de constitución de una universidad concluye con la designación de sus autoridades, dentro de los plazos establecidos por el Ministerio de Educación;

Que, con Resolución Viceministerial N° 008-2023-MINEDU, de fecha 11 de enero de 2023, se reconfirma la Comisión Organizadora de la UNAAT, integrada por los académicos Dra. Milagro Rosario Henríquez Suárez, como Presidenta; Dr. Ángel Almidón Elescano como Vicepresidente Académico y Dr. David Elí Salazar Espinoza como Vicepresidente de Investigación;

Que, la Octava Disposición Complementaria del Estatuto de la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma, estipula que, en tanto no se constituyan los órganos de gobierno se puede designar un Coordinador de Facultad de manera provisional que hará las veces de Decano de Facultad; cumpliendo así con el Documento Normativo denominado "Disposiciones para la constitución y funcionamiento de las comisiones organizadoras de las universidades públicas en proceso de constitución" aprobada mediante Resolución Viceministerial N° 244-2021-MINEDU, de fecha 27 de julio de 2021;

Que, mediante la Resolución de Comisión Organizadora N° 0340-2025-UNAAT, de fecha 16 de setiembre de 2025, se resuelve ampliar la encargatura de funciones de Coordinador de la Facultad de Ingeniería al Mg. Elmer Robert Torres Gutierrez, profesor Asociado ordinario hasta el 24 de noviembre de 2025;

Que, mediante la Resolución de Comisión Organizadora N° 0010-2025-UNAAT, de fecha 09 de enero de 2025, se resuelve designar a Gina De La Cruz Calderón, docente ordinario como Secretaria Docente de la Facultad de Ingeniería de la UNAAT a partir del 10 de enero de 2025;

Que, con Resolución de Comisión Organizadora N° 0241-2024-UNAAT de fecha 09 de agosto de 2024 se otorga al Coordinador de la Facultad de Ingeniería de la UNAAT, la facultad de emitir acto resolutorio enmarcadas en las atribuciones de Decano de la Facultad establecidas en la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la UNAAT;

Que, mediante Resolución de Comisión Organizadora N° 0227-2024-UNAAT de fecha 25 de julio de 2024, se aprueba el Reglamento de Grados y Títulos de la UNAAT, novena versión;





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA

ALTOANDINA DE TARMA

Creada Por Ley N° 29652 y Ley N° 30139

FACULTAD DE INGENIERÍA

Que, mediante Resolución de Coordinación de Facultad N° 028-2024-UNAAT de fecha 13 de diciembre de 2024 se aprueba la actualización de la directiva para la obtención del título profesional de la facultad de ingeniería;

Que, mediante Resolución de Coordinación de Facultad N° 016-2024-UNAAT/FI de fecha 27 de setiembre de 2024 se designa como asesor al Dr. Rafael Julián Malpartida Yapias y al Mg. Jimmy Pablo Echevarría Victorio como coasesor del Proyecto de tesis titulado "Evaluación de la Capacidad Antioxidante y Compuestos Bioactivos de los Frutos Silvestres *Gaultheria myrsinoides* Kunth y *Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer en estado fresco y nanoencapsulado", presentado por la Bach. Joselyn Celina Hilario Paucar y la Bach. Yamely Yeraldine Cajachagua Uscuchagua, de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial - UNAAT;

Que, mediante Resolución de Coordinación de Facultad N° 004-2025-UNAAT/FI de fecha 03 de marzo de 2025, se resuelve APROBAR y AUTORIZAR la ejecución del Proyecto de tesis titulado: "Evaluación de la Capacidad Antioxidante y Compuestos Bioactivos de los Frutos Silvestres *Gaultheria myrsinoides* Kunth y *Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer en estado fresco y nanoencapsulado", presentado por la Bach. Joselyn Celina Hilario Paucar y Bach. Yamely Yeraldine Cajachagua Uscuchagua, para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial.

Que, mediante Resolución de Coordinación de Facultad N° 051-2025-UNAAT/FI de fecha 21 de agosto de 2025, se resuelve DESIGNAR como miembros de Jurado Evaluador del Informe de Tesis "Evaluación de la Capacidad Antioxidante y Compuestos Bioactivos de los Frutos Silvestres *Gaultheria myrsinoides* Kunth y *Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer en estado fresco y nanoencapsulado", presentado por la Bach. Joselyn Celina Hilario Paucar y Bach. Yamely Yeraldine Cajachagua Uscuchagua, a los docentes ordinarios: Dr. Larry Oscar Chañi Paucar en calidad de Presidente; Mg. Kenny Ruben Montalvo Morales, Secretario; Dr. Grimaldo Wilfredo Quispe Santivañez, Vocal y Dra. Rosario Marilu Bernaola Paucar, Accesitaria;

Que, mediante INFORME N° 002-2025-UNAAT/VPA-FI-JURADO EVALUADOR, los jurados evaluadores dan informe favorable para la sustentación de la tesis en mención;

Que, visto lo establecido en los artículos 38, 39 y 40 del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAAT respecto a la estructura y procedimiento del Informe de Tesis para obtener el título profesional; contexto que también se considera en el acápite 7 del Capítulo V artículo 9 de la Directiva para la obtención del título profesional de ingeniero de la facultad de ingeniería, los informes favorables de los jurados evaluadores y contando con el Informe N° 036-2025-UNAAT/P-VPA-FI-UI de fecha 28 de octubre de 2025 del Responsable de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería mediante el cual remite el resultado de Índice de Similitud de 25%.

En uso de las atribuciones, que se le confiere a la Coordinación de Facultad de Ingeniería;

SE RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO. – APROBAR la sustentación del Informe de Tesis "Evaluación de la Capacidad Antioxidante y Compuestos Bioactivos de los Frutos Silvestres *Gaultheria myrsinoides* Kunth y *Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer en estado fresco y nanoencapsulado", presentado por la Bach. Joselyn Celina Hilario Paucar y Bach. Yamely Yeraldine Cajachagua Uscuchagua, la misma que debe efectuarse en acto público el 05 de noviembre de 2025 a las ocho horas (08:00 h.) en el Auditorio "Dantón Hidalgo Valverde" de la UNAAT.

ARTÍCULO SEGUNDO. – NOTIFICAR la presente resolución a las Bachilleres, miembros del Jurado Evaluador, a los asesores y la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería, para su conocimiento y demás fines.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y PUBLÍQUESE.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA ALTOANDINA
DE TARMA
Mg. Elmer Robert Torres Gutiérrez
COORDINADOR DE LA FACULTAD DE
INGENIERÍA (*)



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA ALTOANDINA
DE TARMA
Dra. Gina De La Cruz Calderón
SECRETARIA DOCENTE DE LA FACULTAD
DE INGENIERÍA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 003-EPIA-FI-2025

En la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma Huancuro N° 2092, Acobamba, a los 05 días del mes de noviembre del año 2025, siendo las 09:15 horas, en el Auditorio “Dantón Hidalgo Valverde” de la UNAAT, se reunieron los miembros del Jurado Evaluador, designados con Resolución de Coordinación de Facultad N° 051-2025-UNAAT/FI, de fecha 21 de agosto de 2025.

Miembros del Jurado Evaluador:

Presidente : Dr. Larry Oscar Chañi Paucar

Secretario : Mg. Kenny Ruben Montalvo Morales

Vocal : Dr. Grimaldo Wilfredo Quispe Santivañez

Con la finalidad de llevar a cabo el acto académico de sustentación de tesis: “Evaluación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de los frutos silvestres *Gaultheria myrsinoides* Kunth y *Gaultheria glomerata* (Cav) Sleumer en estado fresco y nanoencapsulado”, para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial, aprobado mediante Resolución de Coordinación de Facultad N° 078-2025-UNAAT/FI, de fecha 31 de octubre de 2025, donde se programa lugar, fecha y hora para el mencionado acto.

Sustentante(s):

Bach. Joselyn Celina Hilario Paucar

Bach. Yamely Yeraldine Cajachagua Uscuchagua

Asesor: Dr. Rafael Julián Malpartida Yapias

Coasesor: Mg. Jimmy Pablo Echevarría Victorio

Concluida la exposición y absueltas las preguntas, los miembros del Jurado Evaluador procedieron con la deliberación asignando la calificación siguiente:

Escala valorativa:

Excelente Bueno Regular Deficiente

Resultado final.

Aprobado Desaprobado Por: UNANIMIDAD

Para constancia se expide la presente Acta, en la ciudad de Tarma a los 05 días del mes de noviembre 2025.


Dr. Larry Oscar Chañi Paucar
Presidente


Mg. Kenny Ruben Montalvo Morales
Secretario


Dr. Grimaldo Wilfredo Quispe
Santivañez Vocal



CONSTANCIA DE SIMILITUD

N° 005-FI-UI-2025

El responsable de la Unidad de investigación, hace constar mediante la presente, que la tesis titulada:

"Evaluación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de los frutos silvestres *Gaultheria Myrsinoides Kunth* y *Gaultheria Glomerata (Cav) Sleumer* en estado fresco y nanoencapsulado"

Autores : Bach. Joselyn Celina Hilario Paucar
: Bach. Yamely Yeraldine Cajachagua Uscuchagua
Facultad : Ingeniería
Escuela profesional : Ingeniería Agroindustrial
Asesor : Dr. Rafael Julian Malpartida Yapias
Co-asesor : Mtro. Jimmy Pablo Echevarría Victorio

Fue analizada por el software anti plagio TURNITIN bajo los siguientes criterios:

CRITERIOS DE SOFTWARE	DECISIÓN DE CONFIGURACIÓN DE ANÁLISIS
Excluye citas	X
Excluye Bibliografía	X
Excluye cadenas hasta ... palabras.	-
Otros criterios (Especificar)	-

Luego de la evaluación el documento presenta un porcentaje de similitud de 25 %

Por tanto, de acuerdo con el reglamento de grados y títulos de la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma y la Directiva para la elaboración, presentación y sustentación de Tesis en la Facultad de Ingeniería aprobada con Resolución de Coordinación de Facultad N° 028-2024-CFI-UNAAT. Se declara la presente Tesis con un índice de similitud APROBADO.

Observaciones: Ninguna.

En señal de conformidad y verificación firma y sella la presente constancia.

Tarma, 18 de diciembre de 2025

Dr. Walter Javier Cuadrado Campó
Responsable de la Unidad de Investigación