

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



**Título de tesis**

**Extracción y caracterización de aceite esencial de la especie aromática  
hierbabuena (*Mentha spicata*) producido en los distritos de Tarma**

**Tesis**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial

**Autor (es):**

Mendoza Vega Daysi Beatriz  
Cordova Zacarias Lady Samantha

**Asesores:**

Dr. Larry Oscar Chañi Paucar (Asesor)  
Mg. Perfecto Chagua Rodríguez (Coasesor)

**Línea de investigación:**

Diseño y Desarrollo de Procesos

**TARMA – PERÚ  
2025**

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



**Título de tesis**

**Extracción y caracterización de aceite esencial de la especie aromática hierbabuena (*Mentha spicata*) producido en los distritos de Tarma**

**Tesis**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial

**Autor (es):**

Mendoza Vega Daysi Beatriz  
Cordova Zacarias Lady Samantha

**Asesor:**

Dr. Larry Oscar Chañi Paucar (Asesor)  
Mg. Perfecto Chagua Rodríguez (Coasesor)

**Línea de investigación:**

Diseño y Desarrollo de Procesos

**TARMA – PERÚ  
2025**

PÁGINA DEL JURADO EVALUADOR  
**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA ALTOANDINA DE  
TARMA**  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

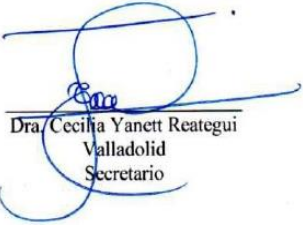



**Tesis**

EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE LA ESPECIE  
AROMÁTICA HIERBABUENA (*Mentha spicata*) PRODUCIDO EN LOS DISTRITOS  
DE TARMA

**Sustentada y aprobada por los miembros del jurado evaluador:**

  
Mg. Edson Elvis Ramirez Tixe  
Presidente

  
Dra. Cecilia Yanett Reategui  
Valladolid  
Secretario

  
Dra. Gina De La Cruz Calderón  
Vocal

# Extracción y caracterización de aceite esencial de la especie aromática hierbabuena (*Mentha spicata*) producido en los distritos de Tarma

*por* Mendoza Vega Daysi Beatriz Córdova Zacarias Lady Samantha

---

**Fecha de entrega:** 23-ene-2026 10:06a. m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2862097719

**Nombre del archivo:** INFORME\_DE\_TESIS\_Beatriz\_Mendoza\_y\_Lady\_Cordova-\_27.11.pdf (2.66M)

**Total de palabras:** 21947

**Total de caracteres:** 123743

# Extracción y caracterización de aceite esencial de la especie aromática hierbabuena (*Mentha spicata*) producido en los distritos de Tarma

## INFORME DE ORIGINALIDAD

23%

INDICE DE SIMILITUD

22%

FUENTES DE INTERNET

10%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	2%
2	<a href="https://repositorio.utc.edu.ec">repositorio.utc.edu.ec</a> Fuente de Internet	1%
3	<a href="https://repositorio.unaat.edu.pe">repositorio.unaat.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Nacional Autonoma Altoandina de Tarma Trabajo del estudiante	1%
5	<a href="http://www.proviasdes.gob.pe">www.proviasdes.gob.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="https://repositorio.ug.edu.ec">repositorio.ug.edu.ec</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="https://es.scribd.com">es.scribd.com</a> Fuente de Internet	<1%
9	<a href="http://www.repositorio.usac.edu.gt">www.repositorio.usac.edu.gt</a> Fuente de Internet	<1%
10	<a href="https://docplayer.es">docplayer.es</a> Fuente de Internet	<1%

[dspace.ueb.edu.ec](https://dspace.ueb.edu.ec)

11	Fuente de Internet	<1 %
12	<a href="http://repositorio.unapiquitos.edu.pe">repositorio.unapiquitos.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
13	<a href="http://apirepositorio.unu.edu.pe">apirepositorio.unu.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
14	<a href="http://docs.bvsalud.org">docs.bvsalud.org</a> Fuente de Internet	<1 %
15	<a href="http://repositorio.uncp.edu.pe">repositorio.uncp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
16	<a href="http://repositorio.uma.edu.pe">repositorio.uma.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
17	Submitted to Universidad del Valle de Guatemala Trabajo del estudiante	<1 %
18	<a href="http://revistaalfa.org">revistaalfa.org</a> Fuente de Internet	<1 %
19	<a href="http://dspace.ups.edu.ec">dspace.ups.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
20	<a href="http://idoc.pub">idoc.pub</a> Fuente de Internet	<1 %
21	Quispe Flores, Rene Justo. "Modelado matemático de la extracción de aceite esencial de eucalipto "Eucalyptus Globulus s.p." por destilación con vapor de agua", Universidad Nacional del Altiplano de Puno (Peru) Publicación	<1 %
22	<a href="http://repositorio.unjfsc.edu.pe">repositorio.unjfsc.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %

23	Fuente de Internet	<1 %
24	<a href="http://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
25	<a href="http://repositorio.uta.edu.ec">repositorio.uta.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
26	<a href="http://cybertesis.unmsm.edu.pe">cybertesis.unmsm.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
27	<a href="http://repositorio.unach.edu.pe">repositorio.unach.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
28	<a href="http://ir.lib.uth.gr">ir.lib.uth.gr</a> Fuente de Internet	<1 %
29	<a href="http://pesquisa.bvsalud.org">pesquisa.bvsalud.org</a> Fuente de Internet	<1 %
30	<a href="http://worldwidescience.org">worldwidescience.org</a> Fuente de Internet	<1 %
31	<a href="http://repositorio.unsaac.edu.pe">repositorio.unsaac.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
32	<a href="http://cio.mx">cio.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
33	<a href="http://repositorio.unah.edu.pe">repositorio.unah.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
34	Submitted to 92920 Trabajo del estudiante	<1 %
35	Submitted to UNIV DE LAS AMERICAS Trabajo del estudiante	<1 %
36	<a href="http://repositorio.umsa.bo">repositorio.umsa.bo</a> Fuente de Internet	<1 %
37	<a href="http://vbook.pub">vbook.pub</a> Fuente de Internet	<1 %

---

38	Submitted to Universidad San Francisco de Quito Trabajo del estudiante	<1 %
39	core.ac.uk Fuente de Internet	<1 %
40	Submitted to Universidad de Costa Rica Trabajo del estudiante	<1 %
41	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
42	Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD,UNAD Trabajo del estudiante	<1 %
43	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
44	repositorio.unal.edu.co Fuente de Internet	<1 %
45	Submitted to unsaac Trabajo del estudiante	<1 %
46	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
47	dspace.unach.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
48	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1 %
49	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
50	Submitted to uncedu Trabajo del estudiante	<1 %

---

51	Submitted to Universidad TecMilenio Trabajo del estudiante	<1 %
52	alanrevista.org Fuente de Internet	<1 %
53	repositorio.uaaan.mx Fuente de Internet	<1 %
54	repositorio.unac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
55	Submitted to Universidad Catolica De Cuenca Trabajo del estudiante	<1 %
56	aprenderly.com Fuente de Internet	<1 %
57	biblioteca.usac.edu.gt Fuente de Internet	<1 %
58	qdoc.tips Fuente de Internet	<1 %
59	repositorio.uwiener.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
60	www.grafiati.com Fuente de Internet	<1 %
61	1library.co Fuente de Internet	<1 %
62	Virginia Monserrate López Zambrano, Alex Alberto Dueñas Rivadeneira, José Gerardo Cuenca Nevárez, Joan Manuel Rodríguez-Díaz et al. "Phytochemical characterization, antioxidant and antibacterial activity of essential oil and extracts of Tagetes patula on Staphylococcus aureus", Revista de la	<1 %

Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia,  
2020

Publicación

---

63	<a href="http://portaluni.unach.edu.pe">portaluni.unach.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
64	<a href="http://repositorio.unfv.edu.pe">repositorio.unfv.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
65	Submitted to Universidad Distrital FJDC Trabajo del estudiante	<1 %
66	Submitted to University of Camerino Trabajo del estudiante	<1 %
67	<a href="http://repositorio.utesup.edu.pe">repositorio.utesup.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
68	<a href="http://www.researchgate.net">www.researchgate.net</a> Fuente de Internet	<1 %
69	Maria Melo Melo-Guerrero, Daniel Esteban Ortiz-Jurado, Andrés Mauricio Hurtado-Benavides. "Comparación de la composición y de la actividad antioxidante del aceite esencial de manzanilla ( <i>Matricaria chamomilla</i> L.) obtenido mediante extracción con fluidos supercríticos y otras técnicas verdes", Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 2020 Publicación	<1 %
70	<a href="http://dialnet.unirioja.es">dialnet.unirioja.es</a> Fuente de Internet	<1 %
71	<a href="http://repositorio.unc.edu.pe">repositorio.unc.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
72	Submitted to POSGRADO Trabajo del estudiante	<1 %

---

73	<a href="http://biotecnia.unison.mx">biotecnia.unison.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
74	"Proceedings of the 4th Biotechnology World Symposium", Mexican Journal of Biotechnology, 2024 Publicación	<1 %
75	<a href="http://sci-platform.org">sci-platform.org</a> Fuente de Internet	<1 %
76	<a href="http://bdigital.unal.edu.co">bdigital.unal.edu.co</a> Fuente de Internet	<1 %
77	<a href="http://biblioteca.udenar.edu.co:8085">biblioteca.udenar.edu.co:8085</a> Fuente de Internet	<1 %
78	<a href="http://tesis.unap.edu.pe">tesis.unap.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
79	<a href="http://ojs2.utp.edu.co">ojs2.utp.edu.co</a> Fuente de Internet	<1 %
80	<a href="http://polibotanica.mx">polibotanica.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
81	Submitted to Universidad Católica San Pablo Trabajo del estudiante	<1 %
82	<a href="http://ejurnal.stimi-bjm.ac.id">ejurnal.stimi-bjm.ac.id</a> Fuente de Internet	<1 %
83	Submitted to unapiquitos Trabajo del estudiante	<1 %
84	Submitted to Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann Trabajo del estudiante	<1 %
85	Submitted to Universidad de Guayaquil Trabajo del estudiante	<1 %

[repositoriodspace.unipamplona.edu.co](http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co)

86	Fuente de Internet	<1 %
87	Submitted to CONACYT Trabajo del estudiante	<1 %
88	Submitted to UTEC Universidad de Ingenieria & Tecnologia Trabajo del estudiante	<1 %
89	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	<1 %
90	digibuo.uniovi.es Fuente de Internet	<1 %
91	dspace.udla.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
92	Submitted to espam Trabajo del estudiante	<1 %
93	plus.cobiss.net Fuente de Internet	<1 %
94	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
95	repositorio.untumbes.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
96	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
97	ri.conicet.gov.ar Fuente de Internet	<1 %
98	Submitted to Escuela Politecnica Nacional Trabajo del estudiante	<1 %
99	JADER RODRIGUEZ CORTINA. "CONTRIBUCION AL ESTUDIO DE LA	<1 %

INTENSIFICACION DEL PROCESO DE SECADO  
DE TOMILLO (Thymus Vulgaris L.):  
APLICACIÓN DE ULTRASONIDOS DE  
POTENCIA Y SECADO INTERMITENTE",  
'Universitat Politecnica de Valencia', 2015

Fuente de Internet

---

100	Llacsahuanga Alfaro, Erika Vanesa. "Tratamiento de Efluentes de Lavandería Doméstica Mediante Opuntia Ficus-Indica.", Pontificia Universidad Catolica del Peru (Peru) Publicación	<1 %
101	Submitted to Universidad Estatal Amazonica- Trabajo del estudiante	<1 %
102	issuu.com Fuente de Internet	<1 %
103	mejorconsalud.as.com Fuente de Internet	<1 %
104	repositorio.utp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
105	revistaseug.ugr.es Fuente de Internet	<1 %
106	www.amipronat.org.mx Fuente de Internet	<1 %
107	www.spanishdict.com Fuente de Internet	<1 %
108	Submitted to Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas Trabajo del estudiante	<1 %
109	cgspace.cgiar.org Fuente de Internet	<1 %
110	en.wikipedia.org Fuente de Internet	<1 %

<1 %

111

[nportal0.urv.cat:18080](http://nportal0.urv.cat:18080)

Fuente de Internet

<1 %

112

[repositorio.unsch.edu.pe](http://repositorio.unsch.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

113

[riujap.ujap.edu.ve](http://riujap.ujap.edu.ve)

Fuente de Internet

<1 %

114

Submitted to ucb

Trabajo del estudiante

<1 %

115

[www.theibfr.com](http://www.theibfr.com)

Fuente de Internet

<1 %

116

Nadine Amusant, Alexis Digeon, Laurent Descroix, Olivier Bruneau, Vincent Bezard, Jacques Beauchène. "PLANTING ROSEWOOD FOR SUSTAINABLE ESSENTIAL OIL PRODUCTION: INFLUENCE OF SURROUNDING FOREST AND SEED PROVENANCE ON TREE GROWTH AND ESSENTIAL OIL YIELDS", BOIS & FORETS DES TROPIQUES, 2015

Publicación

<1 %

117

[ayudaarqsat.blogspot.com](http://ayudaarqsat.blogspot.com)

Fuente de Internet

<1 %

118

[dspace.aepro.com](http://dspace.aepro.com)

Fuente de Internet

<1 %

119

[dspace.esPOCH.edu.ec](http://dspace.esPOCH.edu.ec)

Fuente de Internet

<1 %

120

[miami-dade.ifas.ufl.edu](http://miami-dade.ifas.ufl.edu)

Fuente de Internet

<1 %

121

[repositorio.ufrn.br](http://repositorio.ufrn.br)

Fuente de Internet

<1 %

122	<a href="https://repositorio.upla.edu.pe">repositorio.upla.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
123	<a href="https://www.aacademica.org">www.aacademica.org</a> Fuente de Internet	<1 %
124	<a href="https://www.powtoon.com">www.powtoon.com</a> Fuente de Internet	<1 %
125	Abigail Benítez-Estrada, Javier Villanueva-Sánchez, Guillermina González-Rosendo, Víctor Eduardo Alcántar-Rodríguez et al. "Determinación de la capacidad antioxidante total de alimentos y plasma humano por fotoquimioluminiscencia: Correlación con ensayos fluorométricos (ORAC) y espectrofotométricos (FRAP)", TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas, 2020 Publicación	<1 %
126	<a href="https://dicyt.uajms.edu.bo">dicyt.uajms.edu.bo</a> Fuente de Internet	<1 %
127	<a href="https://doaj.org">doaj.org</a> Fuente de Internet	<1 %
128	<a href="https://doczz.com.br">doczz.com.br</a> Fuente de Internet	<1 %
129	<a href="https://repositorio.uladech.edu.pe">repositorio.uladech.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
130	<a href="https://repositorio.unemi.edu.ec">repositorio.unemi.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
131	<a href="https://repositorio.unesum.edu.ec">repositorio.unesum.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
132	<a href="https://repositorio.unh.edu.pe">repositorio.unh.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %

133	<a href="http://repositorio.unica.edu.pe">repositorio.unica.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
134	<a href="http://revistas.uia.ac.cr">revistas.uia.ac.cr</a> Fuente de Internet	<1 %
135	<a href="http://www.fundaciondrasilviamacotela.com">www.fundaciondrasilviamacotela.com</a> Fuente de Internet	<1 %
136	<a href="http://www.redlatinastl.com">www.redlatinastl.com</a> Fuente de Internet	<1 %
137	<a href="http://www.scielo.br">www.scielo.br</a> Fuente de Internet	<1 %
138	"Fermentación de jugo de murta ( <i>Ugni molinae</i> Turcz.) con cepa nativa de <i>leuconostoc mesenteroides</i> para la obtención de una bebida funcional", Pontificia Universidad Católica de Chile, 2023 Publicación	<1 %
139	Submitted to BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA BIBLIOTECA Trabajo del estudiante	<1 %
140	Carlos Díaz, Guillermo Segundo Arrázola Paternina, Fabián Ortega, Jair Gaviria. "Caracterización del aceite esencial en la corteza del limón <i>Swinglea glutinosa</i> ) por CG/EM", <i>Temas Agrarios</i> , 2005 Publicación	<1 %
141	EDWIN BALDEON CHAMORRO. "Desarrollo de la técnica de lengua electrónica voltamétrica para la determinación de la capacidad antioxidante total de extractos de plantas y frutas peruanas.", <i>Universitat Politecnica de Valencia</i> , 2015 Publicación	<1 %

142 Encuentro Nacional Iberoamericano de Investigación en Odontología. "Trabajos presentación oral", Revista Odontológica Mexicana, 2023 <1 %  
Publicación

---

143 Gabriel VARGAS-ARANA, Claudia Merino-Zegarra, Gober MAYTAHUARI ARICARI, Miguel OCHOA IPUSHIMA. "VALOR NUTRICIONAL Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE CUATRO FRUTOS DE PALMERAS NATIVAS DE LA AMAZONÍA PERUANA", Folia Amazónica, 2022 <1 %  
Publicación

---

144 Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez <1 %  
Trabajo del estudiante

---

145 [archive.org](#) <1 %  
Fuente de Internet

---

146 [cdn.www.gob.pe](#) <1 %  
Fuente de Internet

---

147 [cid-535743a114414f90.spaces.live.com](#) <1 %  
Fuente de Internet

---

148 [docslib.org](#) <1 %  
Fuente de Internet

---

149 [doczz.es](#) <1 %  
Fuente de Internet

---

150 [eldiferente10.blogspot.com](#) <1 %  
Fuente de Internet

---

151 [mail.ues.edu.sv](#) <1 %  
Fuente de Internet

---

152 [ori-oai.u-bordeaux1.fr](#) <1 %  
Fuente de Internet

---

153	<a href="http://repositorio.unamba.edu.pe">repositorio.unamba.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
154	<a href="http://repositorio.unan.edu.ni">repositorio.unan.edu.ni</a> Fuente de Internet	<1 %
155	<a href="http://repositorio.unsa.edu.pe">repositorio.unsa.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
156	<a href="http://ru.dgb.unam.mx">ru.dgb.unam.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
157	<a href="http://tesis.ipn.mx">tesis.ipn.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
158	<a href="http://vdocuments.mx">vdocuments.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
159	<a href="http://www.clubensayos.com">www.clubensayos.com</a> Fuente de Internet	<1 %
160	<a href="http://www.consumerreports.org">www.consumerreports.org</a> Fuente de Internet	<1 %
161	<a href="http://www.lillo.org.ar">www.lillo.org.ar</a> Fuente de Internet	<1 %
162	<a href="http://www.prisamp.org">www.prisamp.org</a> Fuente de Internet	<1 %
163	<a href="http://www.quironsalud.com">www.quironsalud.com</a> Fuente de Internet	<1 %
164	<a href="http://www.rlc.fao.org">www.rlc.fao.org</a> Fuente de Internet	<1 %
165	<a href="http://www.scielo.sa.cr">www.scielo.sa.cr</a> Fuente de Internet	<1 %
166	<a href="http://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1 %
167	<a href="http://www.virtualpro.co">www.virtualpro.co</a>	

<1 %

---

168 "Some Latin American Plants Promising for the Cosmetic, Perfume and Flavor Industries", Therapeutic Medicinal Plants, 2015.

Publicación

<1 %

---

169 Bermudes, Carlos Julio Tubay. "Composicion Quimica (volatiles), Caracterizacion Fisico Quimica y Actividades Biologicas Del Aceite Esencial de Lippia Alba de Ecuador", Instituto Politecnico de Leiria (Portugal), 2021

Publicación

<1 %

---

170 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

Publicación

<1 %

---

171 Joselin Paucarchuco-Soto, German Padilla Pacahuala, Walter Javier Cuadrado Campó, Perfecto Chagua-Rodríguez et al. "Supercritical Fluid Extraction of Peruvian Schinus molle Leaves: Yield, Kinetics, Mathematical Modeling, and Chemical Composition", Processes, 2025

Publicación

<1 %

---

172 vsip.info  
Fuente de Internet

<1 %

---

173 "Essential Oils", Wiley, 2023

Publicación

<1 %

---

174 Américo J. Castro L, José R. Juárez E., Norma J. Ramos C., Silvia Suárez C, Fernando Retuerto P, Sixto A. Gonzales E.. "Elucidación estructural del aceite esencial de Ruta Graveolens L. ruda, actividad antioxidante y bioensayo de citotoxicidad", Ciencia e Investigación, 2011  
Publicación

---

175 Huanatico Suarez, Elizabeth. "Efecto del germinado y extrusión sobre el contenido de aminoácidos de la cañihua (Chenopodium pallidicaule Aellen) y Elaboración de Donas.", Universidad Nacional del Altiplano de Puno (Peru)  
Publicación

---

176 [eprints.uanl.mx](http://eprints.uanl.mx)  
Fuente de Internet

---

177 [www.cimap.res.in](http://www.cimap.res.in)  
Fuente de Internet

---

178 Rodriguez Torres, Lelia María. "Actividad insecticida del aceite esencial de Pampa Anís (Tagetes filifolia Lag.) sobre el gorgojo del maíz (Pagiocerus frontalis)", Universidad Nacional del Altiplano de Puno (Peru)  
Publicación

---

179 [era.ujat.mx](http://era.ujat.mx)  
Fuente de Internet

---

180 Oscar Fernandez Platas, Luis Mejía Macario. "Avances tecnológicos y sostenibles en la extracción de aceites esenciales", Revista Digital Universitaria, 2025  
Publicación

---

---

Excluir citas      Activo

Excluir coincidencias      Apagado

Excluir bibliografía      Activo

Mi infinito agradecimiento a Dios por darnos salud para poder culminar con éxito mi carrera profesional. A la universidad UNAAT por todo lo vivido durante estos 5 años de estudio, a los docentes universitarios por todo el conocimiento aprendido, a mi asesor Dr. Larry Chañi Paucar y coasesor Mg. Perfecto Chagua por ser guía en la ejecución de la tesis y en especial a mi familia: Mi madre Esther, mi esposo Oscar y mis hijos Taminna y Joaquín por ser el soporte emocional en este camino.

**MENDOZA VEGA, DEYSI BEATRIZ**

Dedico esta tesis a mi madre, abuela y tía, por su amor, apoyo y sacrificio incondicional. Su confianza en mí ha sido mi mayor motivación, a mis hermanos por su compañía y su disposición a ayudarme, a mis docentes de la UNAAT, por su guía y sus conocimientos otorgados, a mis amigos por su aliento para seguir adelante. A Dios por darme fuerzas día a día para llegar hasta aquí.

**CORDOVA ZACARIAS, LADY SAMANTHA**

## AGRADECIMIENTO

- Agradecemos a la Vicepresidencia de Investigación de la UNAAT que a través de la Unidad de Innovación y Transferencia Tecnológica (DITT) financió el proyecto de investigación denominado “Valorización de especies vegetales aromáticas comercializadas en la ciudad de Tarma para la obtención de compuestos volátiles usando tecnología de fluidos supercríticos” registrado con código “P2-23-01-01” que permitió la ejecución de nuestra tesis.
- Queremos agradecer a Dios y a la Virgen, que nos han permitido seguir adelante, guiándonos y otorgándonos fortalezas para enfrentarnos a las adversidades la vida y nunca rendirnos a pesar de las dificultades.
- También extendemos nuestra gratitud a nuestra Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma, nuestra Facultad de Ingeniería y a nuestra Escuela Profesional de Ingeniería, quienes nos acogieron y nos permitieron desarrollarnos durante estos 5 años.
- Agradecemos profundamente a nuestro asesor Dr. Larry Oscar Chañi Paucar y coasesor Mg. Perfecto Chagua Rodríguez, quienes con su conocimiento científico nos orientaron pacientemente durante todo este proceso, su apoyo fue fundamental para nuestro desarrollo.
- Extendemos nuestra gratitud a las autoridades, profesionales y técnicos de la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma por proporcionarnos todas las facilidades para poder realizar nuestro trabajo de investigación.
- A nuestros docentes universitarios por su dedicación, apoyo y guía en nuestra formación académica. Su compromiso ha sido fundamental para nuestro crecimiento.
- A nuestras familias fuente ilimitada de amor, apoyo y motivación, estamos agradecidas por su presencia en nuestras vidas y en momentos difíciles, su respaldo nos dio fortalezas para seguir adelante.
- Finalmente, a nuestros compañeros, amigos y ahora futuros colegas con quienes compartimos aprendizajes, logros y retos, gracias por las experiencias vividas durante estos 5 años, por el trabajo en equipo y por los momentos que hoy son parte de este logro.

## ÍNDICE

<b>PRESENTACIÓN</b> .....	1
<b>RESUMEN</b> .....	2
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	4
1.1. Problema.....	5
1.1.1. Problemas Específicos.....	5
1.2.1. Hipótesis Específica .....	6
1.3. Objetivos .....	6
1.3.1. Objetivos Específicos.....	6
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	7
2.1. Antecedentes .....	7
2.1.1. Internacionales.....	7
2.1.2. Nacionales .....	9
2.2. Bases teóricas .....	10
2.2.1. Hierbabuena ( <i>M. spicata</i> ).....	10
2.2.2. Aceites esenciales.....	13
2.2.3. Arrastre de vapor.....	18
2.2.4. Hidrodestilación .....	19
2.2.5. Capacidad Antioxidante .....	22
2.3. Definición de términos básicos .....	24
<b>III. MARCO METODOLÓGICO</b> .....	25
3.1. Tipo y nivel de investigación .....	25
3.1.1. Tipo de investigación .....	25
3.2. Variables.....	25
3.3. Operacionalización de variables.....	27
3.4. Población, Muestra, Muestreo.....	28
3.4.1. Población.....	28

3.5.	Diseño experimental.....	28
3.6.	Técnicas e instrumento de recolección de datos .....	29
3.6.1.	Recolección de materia prima .....	31
3.6.2.	Acondicionamiento de la muestra .....	32
3.6.3.	Extracción por el método de “hidrodestilación” .....	33
3.6.4.	Extracción por arrastre de vapor .....	37
3.6.5.	Rendimiento .....	39
3.7.	Métodos de análisis de datos .....	43
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>44</b>
4.1.	Comparación del rendimiento de extracción de aceite esencial entre los métodos de “hidrodestilación” y “arrastre de vapor” .....	44
4.2.	Rendimiento de extracción obtenida de las muestras de Tarma y sus distritos ....	46
4.3.	Comportamiento del rendimiento de aceite esencial durante la “hidrodestilación”	49
4.4.	Capacidad antioxidante del aceite esencial .....	51
4.5.	Composición química del aceite esencial de hierbabuena ( <i>M. spicata</i> ).....	55
4.5.1.	Composición química del aceite esencial de <i>M. spicata</i> de Huasahuasi.....	55
4.5.2.	Composición química del aceite esencial de <i>M. spicata</i> de Tapo.....	57
<b>V.</b>	<b>DISCUSIONES</b> .....	<b>60</b>
<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>64</b>
<b>VII.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>65</b>
<b>VIII.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>66</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Taxonomía y Morfología de la hierbabuena ( <i>M. spicata</i> ).....	11
<b>Tabla 2</b> Composición general de la hierbabuena ( <i>M. spicata</i> ) .....	12
<b>Tabla 3</b> Operacionalización de variables.....	27
<b>Tabla 4</b> Diseño experimental de la investigación.....	29
<b>Tabla 5</b> Técnicas de control.....	30
<b>Tabla 6</b> Instrumentos de medición.....	30
<b>Tabla 7</b> Parámetros de optimización.....	31
<b>Tabla 9</b> Rendimiento de la extracción del aceite esencial de <i>M. spicata</i> obtenido por el método de “hidrodestilación” .....	47
<b>Tabla 10</b> Análisis de varianza del rendimiento del aceite esencial de <i>M. spicata</i> obtenido por el método de “hidrodestilación” .....	48
<b>Tabla 11</b> Comparación de medias por Tukey del aceite esencial de <i>M. spicata</i> obtenido por el método de “hidrodestilación” .....	49
<b>Tabla 12</b> Comportamiento del rendimiento de aceite esencial de hierbabuena del distrito de Huasahuasi, obtenido por “hidrodestilación” .....	50
<b>Tabla 13</b> Inhibición del radical DPPH tratados con el aceite esencial de los distritos. ....	51
<b>Tabla 14</b> Anova de inhibición de la actividad antioxidante del AE. <i>M.spicata</i> . .....	53
<b>Tabla 15</b> Comparación de medias del porcentaje de inhibición .....	55
<b>Tabla 16</b> Composición cromatográfica del aceite esencial de <i>M. spicata</i> de Huasahuasi. 56	
<b>Tabla 17</b> Composición cromatográfica del aceite esencial de <i>M. spicata</i> de Tapo.....	58

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Crecimiento de la hierbabuena.....	11
<b>Figura 2</b> Estructura química de la carvona .....	14
<b>Figura 3</b> Estructura química del limoneno .....	15
<b>Figura 4</b> Estructura química de Germacrene .....	15
<b>Figura 5</b> Estructura química de mirceno .....	15
<b>Figura 6</b> Estructura química del eucaliptol.....	16
<b>Figura 7</b> Estructura química del carveol II.....	16
<b>Figura 8</b> Extractor de aceites esenciales.....	19
<b>Figura 9</b> Equipo Clevenger.....	21
<b>Figura 10</b> Espectrofotómetro UV/VISIBLE.....	23
<b>Figura 11</b> Recolección de muestra .....	33
<b>Figura 12</b> Proceso de extracción por “hidrodestilación” .....	36
<b>Figura 13</b> Proceso de extracción por “Arrastre de vapor”.....	39
<b>Figura 15</b> Proceso de determinación de actividad antioxidante .....	42
<b>Figura 16</b> Extracción por “arrastre de vapor” sin retención de aceite esencial en el colector del equipo para las muestras de hojas de hierbabuena de Tarma (A) y Acobamba (B).....	45
<b>Figura 17</b> Rendimiento de aceite esencial de las hojas de hierbabuena obtenidas por el método de “hidrodestilación” .....	46
<b>Figura 18</b> Igualdad de varianzas del rendimiento del aceite esencial de <i>M. spicata</i> obtenido por el método de “hidrodestilación” .....	48
<b>Figura 19</b> Comportamiento del rendimiento de aceite esencial de la muestra del distrito de Huasahuasi.....	51
<b>Figura 20</b> Inhibición del radical DPPH por el aceite esencial de los distritos de Tarma ...	52
<b>Figura 21</b> Normalidad del porcentaje de inhibición .....	53
<b>Figura 22</b> Prueba de varianza de iguales del porcentaje de inhibición .....	54
<b>Figura 23</b> Prueba Tukey del porcentaje de inhibición .....	54

## PRESENTACIÓN

El presente trabajo de investigación titulada “Extracción y caracterización de aceite esencial de la especie aromática hierbabuena (*Mentha spicata*) producido en los distritos de Tarma” tiene como finalidad valorizar esta planta, ampliamente reconocida por sus propiedades medicinales, digestivas y relajantes, representando así una alternativa con valor agregado ya que en nuestra región no ha sido suficientemente explorada.

A nivel nacional el Perú ha ido incrementado sus exportaciones de aceites esenciales (Observatorio de Complejidad Económica, 2023), sin embargo, este rumbo no se ve reflejado en la producción local tarmaña; donde la hierbabuena es cultivada de forma estacionaria y no pasa por transformaciones industriales para su venta, desperdiciando su potencial.

La presente investigación se desarrolló en los laboratorios de Investigación del Instituto de Investigación en Tecnologías Altoandinas (INITA) de la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma (UNAAT), donde se aplicaron las tecnologías de “Hidrodestilación” y “Arrastre de vapor” para obtener el aceite esencial de las hojas de hierbabuena (*M. spicata*). Posteriormente, se evaluó el rendimiento del aceite esencial extraído de las muestras correspondientes a cada distrito, se analizó la cinética de extracción, su capacidad antioxidante y se identificaron los compuestos químicos presentes por cromatografía de gases en el Laboratorio de Investigación y Certificaciones (LABICER) de la Universidad Nacional de Ingeniería.

La investigación está enmarcada en la valorización de la hierbabuena y de esta forma promover el incremento de la producción de los distritos de Tarma, para la producción de aceite esencial con valor medicinal e introducirla en el mercado internacional de aceites esenciales.

Este trabajo de investigación se estructura en 8 capítulos. El Capítulo I: aborda el problema, hipótesis y objetivos de investigación. El Capítulo II: Desarrolla el marco teórico. En el Capítulo III: se presenta el marco metodológico. El Capítulo IV: Expone los resultados. El Capítulo V. discusiones. El Capítulo VI: Describe las conclusiones. El Capítulo VII: Las recomendaciones y el Capítulo VIII: Las referencias bibliográficas utilizadas.

## RESUMEN

En el Perú, el comercio de aceites esenciales provenientes de especies aromáticas está en crecimiento. No obstante, esta tendencia no se ve reflejada en la productividad de la provincia de Tarma, donde, a pesar de poseer una geografía ventajosa para el cultivo de plantas medicinales y aromáticas, como la hierbabuena (*M. spicata*), reconocida por sus aplicaciones en las industrias médica, cosmética y alimentaria, los agricultores locales continúan priorizando cultivos como hortalizas y flores; los cuales no siempre son una alternativa económicamente viable. Por tal razón, el objetivo de esta investigación fue de extraer y caracterizar el rendimiento, capacidad antioxidante y composición química del aceite esencial extraída mediante los métodos de “hidrodestilación” y “arrastre de vapor”, a partir de las hojas de hierbabuena cultivada en los distritos de Tarma. Las muestras de hierbabuena se recolectaron de ocho distritos, se utilizaron únicamente las hojas secas. La extracción del aceite esencial se realizó por “hidrodestilación” y “arrastre de vapor”, realizándose tres repeticiones por cada muestra. En la evaluación del rendimiento de extracción se obtuvo mayores resultados en la muestra proveniente del distrito de Huasahuasi con 1,11%. La capacidad antioxidante usando el método DPPH reveló que la muestra proveniente del distrito de Tapo obtuvo mayor nivel de inhibición (75,07 %). En el análisis de composición química (GC-MS) se encontró que la muestra de Huasahuasi contiene D-carvona (46,78 %), D-limoneno (12,07 %), germacrene D (8,06 %) y mirceno (4,50 %) y en la muestra del distrito de Tapo se identificaron l-carvona (14,31 %), carveol II (12,96 %), L (-)-carvona (12,63 %) y eucaliptol (7,39 %). Los datos obtenidos reafirman los resultados de otros autores ya que la hierbabuena cultivada en los distritos de Tarma posee características valiosas que pueden ser aprovechadas industrialmente, tal y como es el caso de la alta actividad antioxidante del aceite esencial de Tapo y el hallazgo de compuestos como la carbona y sus variantes, las cuales permiten que el aceite esencial de la provincia de Tarma pueda competir con otros aceites esenciales. Concluyendo así que el aceite esencial tarmeño presenta alto potencial en rendimiento, actividad antioxidante y fitoquímicos bioactivos valiosos, siendo una alternativa viable para dinamizar la economía y fomentar el emprendimiento agroindustrial local.

**Palabras clave:** Hidrodestilación, arrastre de vapor, plantas aromáticas altoandinas, aceite esencial, actividad antioxidante.

## ABSTRACT

In Peru, the trade of essential oils from aromatic plants is growing. However, this trend is not reflected in the productivity of the province of Tarma. Despite having an advantageous geography for the cultivation of medicinal and aromatic plants, such as spearmint (*M. spicata*), recognized for its applications in the medical, cosmetic, and food industries, local farmers continue to prioritize crops such as vegetables and flowers, which are not always an economically viable alternative. Therefore, the objective of this research was to extract and characterize the yield, antioxidant capacity, and chemical composition of the essential oil extracted using hydrodistillation and steam distillation methods from the leaves of spearmint grown in the districts of Tarma. Spearmint samples were collected from eight districts; only the dried leaves were used. The essential oil was extracted by hydrodistillation and steam distillation, with three replicates performed for each sample. In the evaluation of the extraction yield, the sample from the Huasahuasi district obtained the highest results with  $1,11 \pm 0,19\%$  v/m. The antioxidant capacity using the DPPH method (at a concentration of 0,0248 mg/mL) revealed that the sample from the Tapo district obtained the highest level of inhibition ( $75,07 \pm 3,516\%$ ). In the analysis of chemical composition by gas chromatography coupled to mass spectrometry (GC-MS) it was found that the sample of Huasahuasi contains D-carvone (46,78%), D-limonene (12,07%), germacrene D (8,06%) and myrcene (4,50%) and in the sample of the Tapo district l-carvone (14,31%), carveol II (12,96%), L (-)-carvone (12,63%) and eucalyptol (7,39%) were identified. The data obtained reaffirm the results of other authors since the spearmint cultivated in the districts of Tarma has valuable characteristics that can be exploited industrially, such as the high antioxidant activity of the essential oil of Tapo and the discovery of compounds such as carvone and its variants, which allow the essential oil of the province of Tarma to compete with other essential oils. Thus, it is concluded that Tarma essential oil has high yield potential, antioxidant activity, and valuable bioactive phytochemicals, making it a viable alternative to boost the economy and promote local agroindustrial enterprise.

**Keywords:** Hydrodistillation, steam distillation, high Andean aromatic plants, essential oil, antioxidant activity.

## I. INTRODUCCIÓN

Con la finalidad de revalorizar plantas aromáticas cultivadas en la provincia de Tarma con propiedades funcionales y medicinales, para posteriormente introducirlas a la industria a través de su transformación. Se optó por usar la *M. Spicata*, comúnmente llamada hierbabuena, una planta aromática con propiedades medicinales, culinarias y cosméticas. Aunque la hierbabuena está presente en los distritos de Tarma, su aprovechamiento aún se encuentra limitado, concentrándose mayormente en aplicaciones domésticas (Tapia, 2021).

En diferentes estudios se ha demostrado que esta planta contiene compuestos bioactivos con efectos antimicrobianos, antiinflamatorios, antioxidante y relajante, los cuales pueden ser aprovechados en la industria (Thamaria et al, 2005).

Considerando el potencial de la *M. spicata* surge la inquietud de obtener su aceite esencial para conocer sus compuestos, aplicando métodos convencionales de fácil adaptación a escala laboratorio e industrial, uno de estos métodos es la hidrodestilación, ampliamente utilizada para la extracción de aceites esenciales gracias a su sencillez, bajo costo y a su cualidad de obtener aceites esenciales de calidad sin el uso de solventes químicos, preservando los compuestos volátiles y termolábiles de la planta, convirtiéndose así en una alternativa segura y ecológica (Cerpa, 2007).

Del mismo modo, el arrastre de vapor es una técnica utilizada para la extracción de aceites esencial, especialmente por su capacidad de preservar los compuestos de las plantas aromáticas sin usar solventes químicos. Entre sus principales beneficios se encuentra la capacidad de trabajar con grandes cantidades de muestra lo que hace factible para su uso a escala industrial o semiindustrial (Orellana, 2017).

En ese contexto, la presente investigación se orientó a la extracción y la caracterización del aceite esencial de *M. spicata* producido en los distritos de Tarma, con el objetivo de extraer y caracterizar el rendimiento, capacidad antioxidante y composición química del aceite esencial. Con ese fin, se aplicaron dos métodos de extracción: “hidrodestilación” por aparato Clevenger y “arrastre de vapor” mediante el extractor de aceites esenciales. Además, se estableció el proceso de extracción con la finalidad de asegurar la calidad del producto final y garantizar que efectivamente la hierbabuena producida en la provincia tiene los mismos beneficios que otras producidas en otros lugares.

El presente estudio no solo permitió la comparación del rendimiento del aceite esencial según el distrito de procedencia y de las propiedades químicas, sino también proporcionó información destacable sobre la diversidad de sus compuestos químicos, contribuyendo así a la valorización de esta planta aromática, siendo respaldada por los resultados obtenidos convirtiendo a la hierbabuena en un recurso natural ideal para el desarrollo de productos con valor agregado dentro de la región.

## **1.1. Problema**

### ***1.1.1. Problema General***

¿Cuál es el rendimiento, actividad antioxidante y composición química del aceite esencial obtenido por “hidrodestilación” y “arrastre de vapor” a partir de las hojas de hierbabuena (*M. spicata*) cultivada en los distritos de la provincia de Tarma?

### ***1.1.2. Problemas Específicos***

- ❖ ¿Qué diferencias existen entre los métodos de “hidrodestilación” y “arrastre de vapor”?
- ❖ ¿Cómo varía el rendimiento del aceite esencial extraído de las hojas de la hierbabuena (*M. spicata*) entre los diferentes distritos de Tarma?
- ❖ ¿Cuánto es el porcentaje de la actividad antioxidante del aceite esencial de la hierbabuena (*M. spicata*) obtenido de los diferentes distritos de Tarma?
- ❖ ¿Qué compuestos químicos están presentes en el aceite esencial (*M. spicata*) según el análisis por cromatografía de gases (GC-MS)?

## **1.2. Hipótesis**

### ***1.2.1. Hipótesis General***

Existen diferencias en el rendimiento, capacidad antioxidante y la composición de aceite esencial extraído por “hidrodestilación” y “arrastre de vapor”, a partir de las hojas de hierbabuena (*M. spicata*) producidos en los distritos de Tarma.

### **1.2.2. Hipótesis Específica**

- ❖ Los métodos de extracción por “hidrodestilación y “arrastre de vapor” permiten extraer aceite esencial de las hojas de hierbabuena (*M. spicata*), con variaciones en el rendimiento dependiendo del método de extracción.
- ❖ El rendimiento del aceite esencial de hierbabuena (*M. spicata*) varía entre los distritos de Tarma.
- ❖ La capacidad antioxidante de aceite esencial extraída de hierbabuena (*M. spicata*) es diferente según el distrito de cultivo.
- ❖ La composición química del aceite esencial de la *M. spicata*, determinada por (GC-MS) presenta variaciones.

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo General**

Extraer el aceite esencial de las hojas de hierbabuena (*M. spicata*) producidos en los distritos de Tarma mediante los métodos de “hidrodestilación” y “arrastre de vapor” y caracterizar el rendimiento, capacidad antioxidante y composición química.

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- ❖ Realizar y comparar la extracción del aceite esencial de *M. spicata*, aplicando los métodos de “hidrodestilación” y “arrastre de vapor”.
- ❖ Determinar el rendimiento del aceite esencial obtenido de las muestras de Tarma y distritos.
- ❖ Evaluar y comparar la capacidad antioxidante del aceite esencial obtenido de la hierbabuena (*M. spicata*) obtenido de los diferentes distritos de Tarma.
- ❖ Identificar los compuestos presentes en el aceite esencial de hierbabuena mediante cromatografía de gases (GC-MS)

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Internacionales

Caillagua y Sánchez (2022), en su investigación “Extracción de aceite esencial de ruda (*Ruta graveolens*) mediante la metodología de arrastre de vapor”, su propósito fue optimizar el proceso, analizar la humedad de la materia prima, capacidad antioxidante, análisis fisicoquímico y de actividad microbiana. Usaron la metodología de destilación por arrastre de vapor utilizando el equipo XIAOJIAN para obtener el aceite esencial de ruda. Concluyendo que las propiedades del aceite esencial de ruda, tienen gran versatilidad para su potencial aplicación en la conservación de alimentos, así como en otras áreas.

Calderón et al. (2022), en su investigación “Perfil químico y capacidad antioxidantes de hierbas aromáticas del sur de Chile con fines medicinales”, evaluó 8 muestras de hierbas aromáticas con el propósito de analizar la capacidad antioxidante, principios activos y el análisis proximal. La metodología usada fue el método ORAC, cromatografía líquida y para el análisis proximal se consideró las proteínas, grasas, carbohidratos, cenizas y energía. Concluyendo que las hierbas aromáticas tienen beneficios especialmente la hierbabuena, la menta y la lavanda obteniendo un gran aporte para la salud humana.

Chrysargyris et al. (2021), en su investigación “Prácticas de cultivo orgánico y riego deficitario para mejorar la actividad química y biológica de las plantas de (*M. spicata*)”, su finalidad fue examinar los efectos fisiológicos y químicos de la planta en diferentes periodos de cosecha. Como metodología realizó un plan de cultivo en el que se consideró diferentes tiempos de cosecha durante el crecimiento de la planta, de forma tradicional, orgánico, riego completo y riego deficitario. Concluyendo que todos los cultivos con diferentes métodos de riego tienen diversas concentraciones de compuestos como flavonoides y otros de potasio y sodio siendo una alternativa viable dependiendo de su aplicación

Meloni et al. (2019), en su investigación “Rendimiento, composición química y propiedades funcionales de los aceites esenciales. De *Menta spicata* (*Lamiaceae*), Argentina” su propósito fue analizar y determinar el rendimiento, las propiedades y la

composición del aceite esencial de la hierbabuena cultivada en Argentina. La metodología aplicada para el análisis fue la destilación por arrastre de vapor, se aplicó la cromatografía de gases y la espectrometría. En conclusión, los hallazgos encontrados permiten predecir que el aceite esencial de hierbabuena producida en Argentina cumple con las exigencias del mercado especialmente para su aplicación como antioxidante gracias a su contenido de carvona y limoneno.

Bardaweel et al. (2018), en su investigación “Composición química, actividades antioxidantes, antimicrobianas y anti proliferativas del aceite esencial de *Menta spicata* L. (*Lamiaceae*) del Atlas Sahariano Argelino”, su objetivo fue evaluar la composición química, la actividad antioxidante y anti proliferativa del aceite esencial de *M. spicata*. La metodología utilizada fue la hidrodestilación, el análisis GC-MS, el método DPPH, eliminación de radicales ABTS, el método de microdilución y los efectos anti proliferativos. En conclusión, el aceite esencial de *M. spicata* tiene el potencial como aceite bioactivo y puede ser aplicada en la medicina en conjunto con sus otras cualidades.

Scherer et al. (2013), en su investigación “Actividades antioxidantes y antibacterianas y composición de la hierbabuena brasileña (*Menta spicata*L.)” su objetivo fue el de evaluar la actividad antioxidante y antimicrobiana y la composición de la hierbabuena brasileña, la metodología utilizada para la extracción fue por hidrodestilación y el aceite esencial fue diluido con diferentes extractos, se evaluaron los índices de actividad antioxidante, la actividad microbiana, la concentración inhibitoria mínima contra la *Escherichia Coli* y *Estafilococo áureo* y la composición por GC-MS. La investigación concluyó que el aceite esencial en combinación con otros extractos tiene mayor contenido de compuestos fenólicos y una actividad antioxidante más fuerte a comparación del aceite esencial solo.

Chauhan et al. (2009), en su investigación “Composición química de los aceites esenciales de (*Menta spicata*L) de la región del Himalaya noroccidental, India” su propósito fue de evaluar la concentración de componentes químicos de la *M. spicata* recolectada de diferentes zonas en etapa de floración, como metodología se aplicó la hidrodestilación y para el análisis de compuestos el GC-MS. El estudio concluyó que la *M. spicata* tiene un alto contenido de carvona, limoneno y en estado fresco se obtiene mayor rendimiento del aceite esencial lo cual será de beneficio para los agricultores.

Celis et al. (2007), en su investigación “Estudio comparativo de la composición y actividad biológica de los aceites esenciales extraídos de *Lippia alba*, *Lippia organoides* y *Phyla dulcis*, especies de la familia *Verbenaceae*” su objetivo fue determinar la composición química de los aceites esenciales y la actividad antioxidante de *Lippia alba*, *Lippia organoides* y *Phyla dulcis*, para ello se evaluó la actividad antioxidante y se realizó el análisis de GC-MS. Concluyendo que el aceite esencial de *Lippia organoides* fue la que obtuvo mayor actividad antioxidante, microbiológico y resulto no ser toxico.

### **2.1.2. Nacionales**

Mamani (2022), en su investigación “Extracción y caracterización del aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare* L.) mediante el método de la hidrodestilación asistida por radiación de microonda”, el propósito de examinar la factibilidad de los métodos usados tanto en el rendimiento, la composición fisicoquímica y sensorial. Para la experimentación se usó dos métodos; arrastre de vapor e hidrodestilación asistida por radiación de microondas, para el análisis en 3 variedades “chino”, “flor” y “orejón”. Concluyendo que el mejor método para obtener un buen rendimiento de aceite esencial por hidrodestilación asistida con microondas es la variedad “el chino” debido a que no obtuvo cambios en su composición fisicoquímica y además fue la del mejor rendimiento.

Guillén (2022), en su investigación “Aplicación del ultrasonido en la extracción por hidrodestilación y microondas de aceite esencial de cáscara de limón (*Citrus aurantifolia*)”, cuyo propósito fue evaluar el efecto que causa el ultrasonido como pretratamiento en la extracción del aceite esencial tanto en el rendimiento como en las características fisicoquímicas; la metodología aplicada para el análisis fue la extracción fue la hidrodestilación y el método. Concluyendo que el mejor método y el más rentable es el ultrasonido ya que tiene mayor concentración de compuestos además se obtiene en un corto tiempo.

Huarcaya (2021), en su investigación “Rendimiento y evaluación de algunas propiedades físicas del aceite esencial obtenida por el método de arrastre con vapor de agua de las hojas de (*Eucalyptus urophylla*) × (*Eucalyptus grandis*)”, realizó su investigación con el propósito de analizar numéricamente el rendimiento del aceite esencial de las hojas de eucalipto en dos variedades Grandis y Urophylla obtenidas por el método de arrastre de

vapor, para el análisis se usó las hojas juveniles y adultas. Concluyendo que el estado de maduración de las hojas influye significativamente en el rendimiento del aceite esencial.

Huaraca et al. (2021), en su investigación “Perfil químico y actividad antioxidante de aceites esenciales de hierbas aromáticas altoandinas del Perú”, realizaron estudios con el propósito de determinar el perfil químico y la actividad antioxidante de los aceites esenciales de (*Lepechinia meyenii*) (Walp) (Epling) y (*Mentha piperita* L). En conclusión, análisis químico reveló una alta proporción de sesquiterpenoides y monoterpenoides y una significativa actividad antioxidante lo que sugiere su potencial aplicación como candidatos antimicrobianos y antioxidantes en la industria alimentaria.

Ruiz (2017), en su investigación “Obtención de aceite esencial e hidrolato de hierbabuena (*Mentha Spicata*) mediante el proceso de destilación por Arrastre a Vapor”, su propósito fue de obtener aceite esencial a escala laboratorio y a escala piloto, la metodología usada para la investigación fue la aplicación de equipos de extracción de aceite esencial por arrastre de vapor, la determinación de propiedades organolépticas del aceite esencial y el balance de materia. El autor concluyo que, para cualquier escala industrial, es necesario considerar la obtención de la materia prima como es el clima y el lugar en el que crece ya que depende mucho de estos factores la calidad y el rendimiento del aceite a obtener.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Hierbabuena (*M. spicata*)**

Es una planta de un aroma muy agradable, consumida fresca o deshidratada, se usa en la industria alimentaria y cosmética, especialmente para la preparación de potajes y la aplicación en cremas y perfumes (Orellana, 2017).

Es de origen europea y asiática pero su cultivo se ha extendido por todo el mundo. Crece en mayor cantidad en climas templados y sub templados y a temperaturas de 15 a 20 °C. Es del género *Menta* y de la especie *spicata* (Bernal, 2015). En el Perú esta planta se ha adaptado mejor en los departamentos de Cajamarca y Junín, pero también en otras regiones donde el clima sea templado (Orellana, 2017). En la Figura 1 se observa un típico cultivo de hierbabuena.

## Figura 1

### *Crecimiento de la hierbabuena*



*Nota.* La figura representa el cultivo de la hierbabuena en la provincia de Tarma

#### 2.2.1.1. Características.

Esta planta tiene un tallo largo, crece cerca al suelo y de ella nace la base de las hojas, el tamaño del crecimiento depende de la cosecha de la planta, si no se cosecha o poda, pueden aumentar e impedir el crecimiento de otras plantas. Las hojas son redondeadas con un aroma agradable, sus flores son pequeñas de color blanco y se forman en la base de las hojas (Ruiz, 2017).

Para su cultivo se necesita preparar el suelo, realizar una excavación de 20 a 30 cm de profundidad y mezclar abono. Se debe mantener fresca la planta ya que una exagerada exposición al calor aumentará la floración y reducirá el aroma. Su cosecha se puede realizar aproximadamente 30 días después de la siembra dependiendo del estado deseado de la planta (Ruiz, 2017). En Tabla 1 se observa la taxonomía y morfología realizada por (Bernal, 2015).

**Tabla 1**

#### *Taxonomía y Morfología de la hierbabuena (M. spicata)*

<b>Reino</b>	<b>Plantae</b>
<b>Filo</b>	Traqueofita
<b>Clase</b>	Equisetopsida
<b>Subclase</b>	Magnoliidae
<b>Orden</b>	Lamiales
<b>Genero</b>	Menta
<b>Especie</b>	<i>Mentha spicata</i>
<b>Nombre común</b>	Hierbabuena

*Nota.* Recuperado de Bernal (2015).

La hierbabuena no solo es una planta aromática, también posee un alto valor nutricional como minerales y vitaminas las cuales la hacen una planta ideal para el consumo humano y para su aplicación en la industria, en la Tabla 2 se puede observar la composición nutricional de la hierbabuena.

**Tabla 2**

*Composición general de la hierbabuena (M. spicata)*

<b>Composición</b>	<b>Ruiz, (2017)</b>	<b>Ministerio de Salud del Perú, (MINSa 2017)</b>
Energía (kcal)	44	41
Proteínas (g)	3,29	3,1
Carbohidratos (g)	8,41	7,0
Grasas (g)	0,73	1,0
Fibras (g)	6.8	0
Sodio (g)	30	0
Calcio (mg)	1,99	2,2
Hierro (mg)	11,87	9,11
Fósforo (mg)	60	70
Potasio (mg)	458	0
Magnesio (mg)	0	0
Vitamina A (µg)	0	0
Vitamina B1 (mg)	0,08	0,06
Vitamina B2 (mg)	0,18	0,13
Vitamina B3 (mg)	0,95	1,00
Vitamina C (mg)	13,3	2,00

*Nota.* Datos obtenidos de Ruiz, (2017); MINSa (2017).

### **2.2.1.2. Propiedades a la salud**

- Alivia y reduce enfermedades gastrointestinales: el uso de la hierbabuena en aceite esencial ayuda al sistema digestivo como los intestinos, el estómago, la vesícula biliar y el colon, como el colon irritable (Thamaria et al., 2005).
- Alivia problemas bucales: esta planta es eficaz para reducir el mal aliento, también elimina bacterias presentes en la boca (Thamaria et al, 2005).

- Alivia cólicos menstruales: Realizar aromaterapia y masajes con esta planta ayuda a aliviar dolores menstruales inclusive mejor que los fármacos (Thamaria et al., 2005).
- Alivia dolores de cabeza y migrañas: la hierbabuena al tener un efecto sedante permite aliviar los dolores de cabeza y migraña (Meloni et al., 2019)
- Contrarrestar los resfriados: Ayuda a mejorar la congestión nasal y el dolor de garganta (Serralheiro et al. 2013).
- Mejora la calidad del sueño: Es usado para aliviar el insomnio y trastornos de sueño (Kumar y Kumar, 2017).
- Reduce la fatiga mental: Ayuda a mejorar la concentración y el rendimiento en el estudio (Meloni et al., 2019; Thamaria et al., 2005).
- Alivia la irritación en la piel: debido a su propiedad antioxidante y antibacteriana reduce la irritación en la piel producida por insectos y quemaduras (Serralheiro et al. 2013)

### **2.2.1.3. Usos de la hierbabuena.**

El uso más común de la hierbabuena son las infusiones con sus hojas, aceite esencial aplicada como repelente, en la preparación y decoración de comidas, también como saborizante en cocteles, jugos, confitería y como ingrediente para realizar cremas, pastas y enjuagues dentales y pomadas (Meloni et al., 2013)

### **2.2.2. Aceites esenciales**

Son sustancias obtenidas de compuestos vegetales volátiles que por lo general tienen un olor intenso y agradable. La materia prima para la obtención de estos aceites son plantas aromáticas y su rendimiento depende de la genética de la planta, factores ambientales y de cultivo (Ruiz et al., 2015).

También son llamados aceites estéreos, aromáticos y volátiles; son obtenidos principalmente por el método del arrastre de vapor e hidrodestilación ya que se disuelven

muy difícil en él, agua. En las plantas estos aceites se encuentran dentro de las células grasas y los pelos oleaginosos (Orellana, 2017).

### 2.2.2.1. Composición química de los aceites esenciales

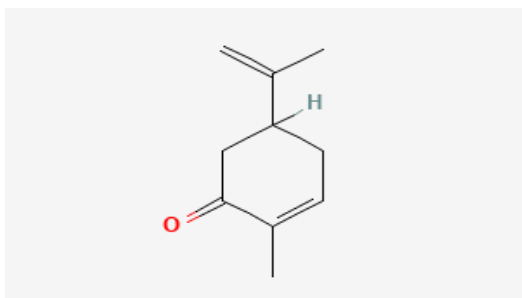
Los aceites esenciales son compuestos orgánicos líquidos con cadenas como los hidrocarburos terpénicos, ácidos, alcoholes, fenoles, cetonas, ésteres, etc. También tiene otros compuestos que pueden ser usados como antibióticos y fijadores del aroma (Martínez 2001; Ruiz et al. 2015).

Entre los compuestos mayormente encontrados en el aceite esencial de la hierbabuena están:

- **Carvona:** Es un terpenoide presente en muchos aceites esenciales en la Figura 2, se muestra la estructura química. Por sus propiedades beneficiosas es usada en la cosmética, la medicina y en la industria alimentaria. La carvona tiene isómeros que cumplen la misma labor tal es el caso de L(-)-Carvona y D- Carvona (Arguello et al, 2014).

#### Figura 2

*Estructura química de la carvona*

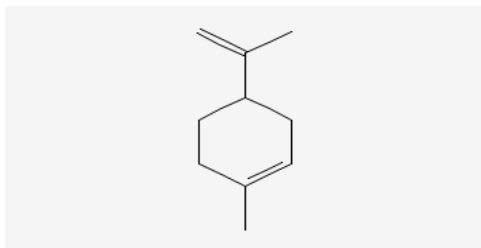


*Nota.* Adaptado de Dionisio et al. (2018)

- **Limoneno:** Es un hidrocarburo presente generalmente en productos cítricos, es utilizada para la elaboración de productos de limpieza gracias a sus propiedades antimicrobianos y aromáticos, cosméticos y en saborizantes alimentarios (Cedeño, 2021). En la Figura 3 se muestra su estructura química.

### Figura 3

*Estructura química del limoneno*

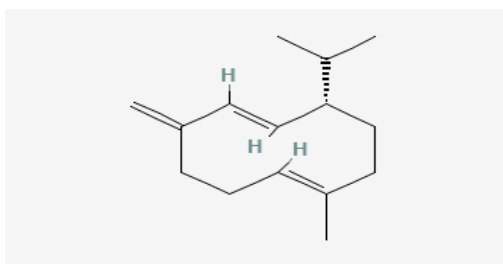


*Nota.* Adaptado de Dionisio et al. (2018)

- **Germacrene D:** Es un compuesto químico llamado sesquiterpeno tal y como se muestra en la Figura 4, que gracias a sus propiedades insecticidas y antifúngicas es usada como repelente, también es usada en la preparación de fragancias y como saborizante (Devia et al., 2020)

### Figura 4

*Estructura química de Germacrene*

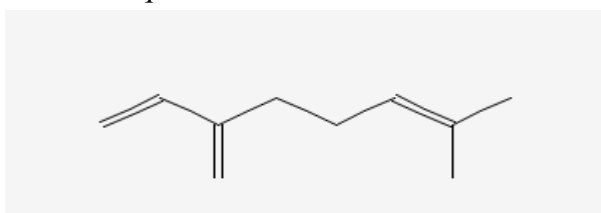


*Nota.* Adaptado de Dionisio et al. (2018)

- **Mirceno:** Es un monoterpeno como se muestra en la Figura 5, que tiene la propiedad de ser antiinflamatorio y de destacar con su aroma, este compuesto puede ser utilizado para la preparación de fragancias, ungüentos y ser usados en la aromaterapia (Cepeda et al., 2019).

### Figura 5

*Estructura química de mirceno*

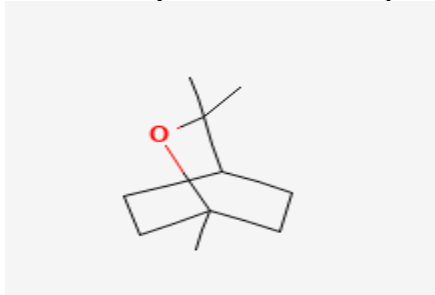


*Nota.* Adaptado de Dionisio et al. (2018)

- **Eucaliptol:** Es un compuesto químico de aroma mentolado, es utilizado en la medicina como en la aromaterapia, en la cosmética como la fabricación de repelentes (Gomez, 2021). En la Figura 6 se muestra la estructura química.

**Figura 6**

*Estructura química del eucaliptol*

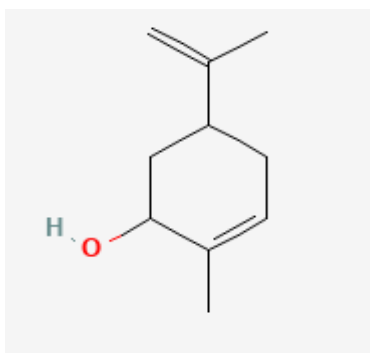


*Nota.* Adaptado de Dionisio et al. (2018)

- **Carveol II:** Es un compuesto químico de aroma mentolado utilizado como saborizante y aromatizante de alimentos, posee propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y antimicrobianas que la hacen muy utilizadas en la medicina (Serafim et al., 2021). En la Figura 7 se muestra su estructura química.

**Figura 7**

*Estructura química del carveol II*



*Nota.* Adaptado de Dionisio et al. (2018)

### 2.2.2.2. Clasificación de los aceites esenciales.

Según Martínez (2001), los aceites se clasifican según:

- **Su consistencia:** pueden tener consistencias líquidas volátiles en temperatura ambiente, pueden ser también espesas y poco volátiles o muy viscosas.

- **Por su origen:** pueden ser naturales ya que su obtención no pasó por ninguna modificación, como también artificiales a las cuales se les agrega otros compuestos y los sintéticos que son obtenidas a partir de la combinación de componentes.
- **Químicos:** Aceites esenciales monoterpénicos, sesquiterpénicos y fenilpropanoides.

### 2.2.2.3. Identificación y cuantificación de los aceites esenciales.

Las formas de identificar los compuestos de los aceites esenciales son:

- **Densidad e índice de refracción:** realizando esta identificación podemos saber si el aceite esencial tiene alto porcentaje de hidrocarburos o si tiene compuestos oxigenados. Para ello si el aceite esencial es menor a 0,9 en densidad y 1,47 en refracción tienen hidrocarburos y si es mayor tiene compuestos oxigenados (Thamaria et al., 2005).
- **Cromatografía de gases (CG):** la composición de los aceites esenciales es variable, siendo necesario su identificación por CG (Barrera et al., 2013).
- **Solubilidad:** permite indicar si dentro del aceite esencial existe presencia de agua (Thamaria et al., 2005; Meléndez et al., 2018).

### 2.2.2.4. Factores que afectan el rendimiento

Para Orellana (2017), los factores que afectan son:

- **Materia prima:** estas variaciones entre las plantas no todos tienen el mismo rendimiento, influye el lugar de procedencia, la época de cosecha, la edad de la planta y los cuidados de su cultivo.
- **El tiempo de secado:** influye el porcentaje de humedad de la planta.
- **Tamaño de la partícula:** es mejor cuando la materia prima es pequeña ya que permite la entrada del calor por el agua.
- **Tiempo de extracción:** influye en el rendimiento de la planta.

### **2.2.3. Arrastre de vapor**

Es un método que permite la separación de sustancias volátiles insolubles en agua por medio de la destilación en baja temperatura, en este método se usa el vapor del agua para vaporizar los compuestos volátiles de la planta y se obtiene el aceite esencial (Orellana, 2017; Thamaria et al., 2005).

Este proceso se realiza con muestras vegetales secas o frescas cortadas o molidas en trozos pequeños, puestas en una cámara y expuesta a una corriente de vapor de agua que se va calentando hasta su punto de ebullición que luego se condensa y separa los compuestos para así obtener los aceites (Casado, 2018).

#### **2.2.3.1. Ventajas.**

Es utilizada la extracción de aceites de plantas y semillas, la temperatura a usar es más baja comparado con otros métodos, es un método amigable con el ambiente (Ávila et al., 2015).

#### **2.2.3.2. Tipos de destilación por arrastre de vapor.**

- **Destilación con agua y vapor:** el vapor es producido dentro de la cámara, pero no está en contacto directo con la materia prima y el agua (Thamaria et al., 2005).
- **Destilación en corriente de vapor:** en este método la materia prima y el agua no se encuentran en contacto, el vapor se produce fuera y es inyectada por la parte inferior del recipiente en la que se encuentra la materia prima (Casado, 2018)

#### **2.2.3.3. Usos.**

De acuerdo con Orellana (2017), las aplicaciones del arrastre de vapor son:

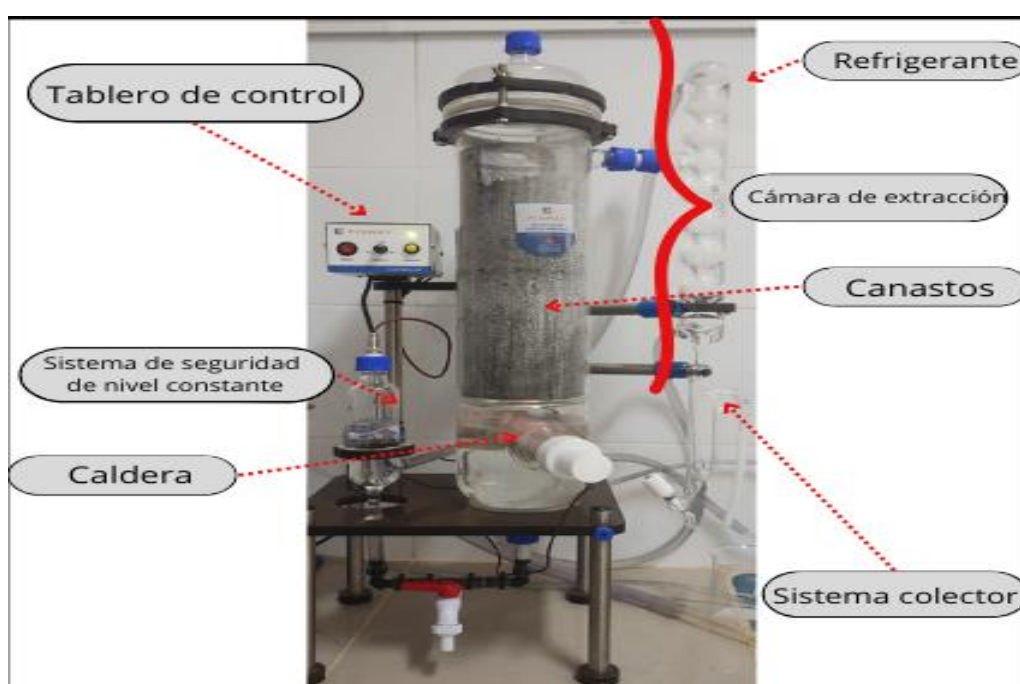
- Para purificar o aislar aceites esenciales de la materia prima.
- Para purificar mezclas que contengan ácidos o álcalis elevando su temperatura y descomponiéndose.
- Para remover disolventes de alto punto de fusión.
- Para determinar el peso molecular, conociendo la proporción del peso.

#### 2.2.3.4. Extractor de aceites esenciales por arrastre de vapor

Este equipo permite extraer aceites esenciales de diferentes plantas, así como obtener también su hidrolato, en este equipo se pueden usar flores, hojas, cáscaras, raíces y semillas. Este método no usa solventes químicos y permite obtener aceites e hidrolato de calidad ya que la materia prima no entra en contacto con otros agentes (FIGMAY SRL, 2021), en la Figura 8 se muestra el equipo extractor de aceites esenciales y sus partes.

**Figura 8**

*Extractor de aceites esenciales*



*Nota.* Extractor de aceites esenciales por arrastre de vapor (Equipo localizado en el Laboratorio de Cereales, raíces y hortalizas del INITA - UNAAT)

#### 2.2.4. Hidrodestilación

La hidrodestilación es un método tradicional usado para la extracción de aceites esenciales y otros compuestos volátiles de las plantas aromáticas. Para la extracción no se utilizan disolventes orgánicos y la materia prima puede ser usada fresca o deshidratada (Cerpa, 2007). En el proceso de la hidrodestilación existe tres procesos fisicoquímicos importantes: la hidrodifusión, hidrólisis y la descomposición térmica los cuales influyen en la extracción, rendimiento y composición del aceite esencial (Rafiq et al., 2023).

La ejecución de la hidrodestilación es simple consiste en hervir el agua junto con la materia prima hasta generar vapor, este vapor arrastra los compuestos volátiles de la materia prima y los dirige hasta el condensador, donde se enfría y se convierte en líquido, luego pasa recolectarse en un recipiente en la que por la densidad el aceite se separa del agua (Cerpa, 2007).

#### **2.2.4.1. Tipos de hidrodestilación.**

Los tipos de hidrodestilación más conocidos son (Cerpa, 2007; Sadgrove y Jones, 2015):

- Hidrodestilación simple: es proceso básico en el cual la materia prima se sumerge al agua completamente, se calienta hasta ebullición esperando que los compuestos volátiles se evaporen junto con el vapor de agua y se condensen para su recolección.
- Hidrodestilación con arrastre de vapor: en este método el vapor de agua que se genera en el mismo equipo, pasa por la materia prima que se encuentra suspendida sin que se sumerja al agua, el vapor arrastra los compuestos volátiles para ser condensados y posteriormente separados.
- Hidrodestilación con cohobación: es una variante de la hidrodestilación el cual consiste en recircular el hidrolato por el equipo para aprovechar al máximo los compuestos que fueron arrastrados con el hidrolato, este método permite incrementar el rendimiento total del producto final.

#### **2.2.4.2. Ventajas y desventajas de su aplicación**

- Entre las ventajas se encuentran: es una técnica económica y de simple aplicación, no necesita solventes orgánicos, puede ser aplicada para cualquier tipo de materias primas (Rodríguez, 2024).
- Las desventajas de usar el método de hidrodestilación son: puede causar el riesgo de degradación de los compuestos sensibles a altas temperaturas, tiene mayor consumo energético y no es ideal para compuestos poco volátiles (Rodríguez, 2024).

#### **2.2.4.3. Aplicaciones.**

Rodríguez (2024), menciona que las aplicaciones del método de hidrodestilación son:

- Para la producción de aceites esenciales usados en la industria cosmética, perfumería, farmacéutica y alimentaria.
- Para la investigación química de productos farmacéuticos y composición de plantas aromáticas y medicinales.
- Para la aplicación en emprendimientos gracias a su fácil uso.

#### 2.2.4.4. Aparato de Clevenger.

Es uno de los equipos de laboratorio más usado, es considerado como el más adecuado para obtener aceites esenciales de plantas aromáticas. Funciona sometiendo a temperatura constante la muestras hasta que llegue a ebullición, cuando empieza y evaporar se produce una condensación en la parte superior del equipo, la muestra condensada baja y se deposita en la bureta (Meléndez et al., 2018).

Este equipo está compuesto por un balón de destilación, aparato Clevenger, condensador de laboratorio (Meléndez et al., 2018), en la Figura 9 se observa un equipo clevenger y sus partes.

**Figura 9**

*Equipo Clevenger*



*Nota.* Equipo clevenger para hidroddestilación (Equipo localizado en el Laboratorio de Cereales, raíces y hortalizas del INITA - UNAAT)

### **2.2.5. Capacidad Antioxidante**

La capacidad antioxidante nos permite medir la cantidad de oxidantes que puede tener un alimento (Benítez et al., 2020). Los oxidantes son sustancias que tienen la capacidad de neutralizar la oxidación de los radicales libres por medio de la liberación de electrones capaces de reducir las reacciones de oxidación (Vázquez et al., 2022).

Los radicales libres son una variedad química reactiva que con el propósito de alcanzar su estabilidad buscan electrones al cual adherirse, este comportamiento en organismos vivos provoca daños ya que son capaces de adherirse a tejidos y membranas celulares deteriorando la salud del ser vivo (Vázquez et al., 2022).

#### **2.2.5.1. Métodos para determinar la capacidad antioxidante.**

Estos métodos se clasifican en:

- Capacidad de absorción de los radicales de oxígeno (ORAC): Permite analizar la capacidad de los compuestos antioxidantes ya sean fenólicos o no de capturar un radical piróxilo el cual es el encargado de la oxidación de los lípidos, para su medición se usa la Fluorometría (Shahidi y Zhong, 2015).
- Ensayo de Quimioluminiscencia: Se centra principalmente en la quimioluminiscencia directa el cual consiste en que un oxidante reacciona en presencia o ausencia de un catalizador enzimático, el principal oxidante que se utiliza es el Peróxido de hidrogeno, el medio para detectar la quimioluminiscencia es por la Fluorometría (Shahidi y Zhong, 2015).
- Capacidad Antioxidante equivalente de TROLOX (TEAC): Es uno de los métodos más simples de usar, consiste en medir la capacidad antioxidante de un radical estable ABTS aplicando un cromóforo generalmente de color azul o verde el cual cambia de color en presencia del antioxidante. Para su medición se usa la espectrofotometría EPR (Vázquez et al., 2022).
- Ensayo de poder antioxidante reductor férrico (FRAP): Este método es usado en un pH ácido aproximadamente de 3,6 el cual permite la solubilidad del ion férrico que es de color azul y que actúa en presencia de un antioxidante, para la determinación de este ensayo se utiliza la espectrofotometría (Benítez et al., 2020).

### **2.2.5.2. Eliminación de radicales 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH).**

Es uno de los métodos más utilizados, consiste en analizar la actividad antioxidante de un compuesto por medio de la neutralización del radical DPPH por un antioxidante; el radical DPPH tiene la particularidad que al ser diluido es de color morado y al ser unido con el agente antioxidante este cambia de color indicando la capacidad del antioxidante. La medición que se realiza para determinar la actividad antioxidante es por medio de la espectrofotometría (Shahidi y Zhong, 2015).

#### **2.2.5.2.1. Espectrofotómetro**

Es un equipo que proyecta la luz a través de una muestra y permite observar la cantidad de luz absorbida por extracto (absorbancia) así como también permite observar la cantidad de luz que atraviesa el extracto (transmitancia). Para observar la absorbancia o la transmitancia de una muestra se puede realizar aplicándolo con o sin reactivo dependiendo a la naturaleza de la muestra (Mejia, 2018).

El espectrofotómetro es muy versátil ya que puede ser usado dentro de la medicina, ambiental y también dentro de la industria (Mejia, 2018), en la Figura 10 se observa un Espectrofotómetro utilizado para determinar la actividad antioxidante y en el Anexo 45 se muestran sus características.

### **Figura 10**

*Espectrofotómetro UV/VISIBLE*



*Nota.* Espectrofotómetro (JENWAY, Modelo 6705, Reino Unido, 2001) aplicado para la medición de actividad antioxidante, localizado en el Laboratorio de Cereales, raíces y hortalizas del INITA – UNAAT.

### 2.3. Definición de términos básicos

- **Álcalis:** Es una sustancia química que se puede disolver en agua, combinarse con otros ácidos y hacer que el ácido reduzca su acidez (Instituto Nacional del Cáncer, 2023)
- **Cromatografía de gases:** Es un método que permite realizar la identificación de compuestos, también el porcentaje de los componentes de la mezcla (Orellana, 2017).
- **Fenilpropanoides:** Son compuestos orgánicos producidos por la síntesis de los aminoácidos, fenilina y tirosina de las plantas, sirve como protección contra la luz ultravioleta y contra otras amenazas (Orellana, 2017).
- **Índice de refracción:** Es una peculiaridad propia de una sustancia en la que se observa el número de partículas disientas (Vásquez Ribeiro et al., 2001).
- **Monoterpenoides:** Son compuestos volátiles de las esencias de las plantas y constituyen el 5% del peso de la planta (Ortiz et al., 2015).
- **Sesquiterpenoides:** Son terpenos presentes en los aceites esenciales que tienen propiedades antibióticas y repelente para algunas amenazas (Lumitos, 2011).

### III. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Tipo y nivel de investigación

##### 3.1.1. Tipo de investigación

El presente estudio es aplicado, ya que busca solucionar un problema específicamente: la valorización de la hierbabuena (*M. spicata*) cultivada en la provincia de Tarma, por medio de la extracción y la caracterización del aceite esencial obtenido; generando conocimientos útiles y prácticos para la industria.

##### 3.1.2. Nivel de investigación

La investigación es de nivel experimental, puesto que se manipuló directamente las variables independientes (métodos de extracción y zona geográfica) para examinar su efecto sobre las variables dependientes tales como: el rendimiento, la capacidad antioxidante y la composición química del aceite esencial, las pruebas se realizaron en el laboratorio bajo condiciones controladas y por triplicado.

##### 3.1.3. Método de investigación

El método de investigación es hipotético-deductivo, ya que se partió de hipótesis planteadas a partir de los antecedentes consultados, las cuales fueron verificadas o refutadas por medio del análisis de datos experimentales. Este método permitió deducir la relación entre las variables y los resultados estadísticamente a través de análisis como el ANOVA y la prueba Tukey.

#### 3.2. Variables

##### 3.2.1. Variable Independiente

- ❖ Hierbabuena (*M. spicata*) correspondiente a los 9 distritos de la Provincia de Tarma donde se recolectaron las muestras.
- ❖ Método de extracción: “Hidrodestilación” y “arrastre de vapor”, técnicas para obtener el aceite esencial de las hojas de *M. spicata*.

### ***3.2.2. Variable Dependiente***

- ❖ Rendimiento de extracción: relacionada a la cantidad de aceite obtenida en relación al peso de la muestra seca (% v/m).
- ❖ Actividad antioxidante: capacidad del aceite de inhibir los radical libres a través del método de DPPH (% de inhibición del radical DPPH).
- ❖ Composición química del aceite esencial: por medio de la identificación de los compuestos presentes en el aceite esencial extraído, a través del (GC-MS).

### 3.3.Operacionalización de variables

Tabla 3

Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Dimensión	Indicador	Técnicas/Instrumento de medición	Escala de medición
<b>Variables independientes</b>					
<b>Hierbabuena (<i>M. spicata</i>)</b>	Es la planta aromática localizada geográficamente en los 9 distritos de la provincia de Tarma y que serán sometidas a análisis.	Distritos de Tarma (Tarma, Huaricolca, Acobamba, Palca, Palcamayo, La Unión Leticia, Tapo, San Pedro de Caja)	Distrito de origen	Recolección directa, geolocalización, GPS	Registro del distrito
<b>Método de extracción de aceite esencial</b>	Son las técnicas aplicadas para extraer el aceite esencial de <i>M. spicata</i> .	Técnica aplicada: “Hidrodestilación” y “arrastre de vapor	Tipo de método utilizado	Aplicación de protocolos de métodos estandarizados	Tipo de método (v/m)
<b>Variables dependientes</b>					
<b>Rendimiento de extracción</b>	Es la cantidad de aceite esencial de <i>M. spicata</i> obtenido por masa de muestra. Extraída por los dos métodos de extracción.	Eficiencia del proceso, volumen promedio (ml/g de hoja seca)	% de aceite esencial obtenido en (v/m)	Medición del volumen y Formula	Porcentaje (% v/m)
<b>Actividad antioxidante.</b>	Es la capacidad del aceite esencial de <i>M. spicata</i> para inhibir los radicales libres.	Capacidad de inhibición del radical (IC50 y % de inhibición a 517 nm).	% de inhibición del radical libre DPPH	Espectrofotómetro, ensayo DPPH	% inhibición
<b>Composición química del aceite esencial</b>	Es la presencia y la proporción de compuestos presentes en el aceite esencial de <i>M. spicata</i>	Perfil químico, presencia de compuesto	Número y concentración de compuestos	Cromatografía de gases -espectrometría de masas	% relativo de cada compuesto, CAS

### **3.4. Población, Muestra, Muestreo**

#### **3.4.1. Población**

La población fue constituida por todas las plantaciones de Hierbabuena (*M. spicata*) proveniente de los 9 distritos de la provincia de Tarma. Esta población incluye a los productores que utilizan métodos tradicionales de cultivo. En total se recolectaron 64 kg de hierbabuena en Tarma y sus distritos.

#### **3.4.2. Muestra**

Estuvo constituida por hojas frescas Hierbabuena (*M. spicata*) recolectadas de los 9 distritos provenientes de la provincia de Tarma: Tarma, Huaricolca, Acobamba, Palcamayo, Palca, Huasahuasi, Tapo, La Unión Leticia. En total se recolectaron 8 kg de hierbabuena por distrito. El distrito de San Pedro de Cajas fue excluido debido a que no se detectó cultivos *de hierbabuena para su recolección*.

#### **3.4.3. Muestreo (no probabilístico)**

En la investigación se aplicó un muestreo no probabilístico por conveniencia, ya que se seleccionaron zonas de producción accesibles y que cumplan con las exigencias requeridas. La elección estuvo también basada en los antecedentes de producción de hierbabuena.

### **3.5. Diseño experimental**

#### **3.5.1. Diseño de investigación**

Los experimentos se planificaron con el propósito de evaluar la extracción de aceite esencial con dos métodos de extracción (arrastre de vapor e hidrodestilación) bajo condiciones de operación constante, con muestras de hierbabuena colectada en los distritos de Tarma (Tarma, Acobamba, Palca, Palcamayo, Tapo, La Unión Leticia, Huaricolca y Huasahuasi) y estableciéndose 3 repeticiones por cada muestra de cada distrito. De acuerdo a esas consideraciones el diseño experimental se encuadra en un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA). Sin embargo, según las evidencias de la investigación no

fue posible la extracción de aceite esencial por arrastre de vapor, como se detalla en la sección de resultados de la presente tesis. Por tanto, el diseño experimental utilizado para el presente trabajo fue el diseño completamente aleatorio (DCA), esto debido a que el número de tratamientos (las muestras colectadas en los distritos) y de réplicas de las unidades experimentales utilizadas fueron homogéneas, así mismo, debido a que se tiene un máximo número de grados de libertad para el error, el diseño permitió en la investigación manipular experimentos donde los factores externos fueron minimizados o constantes a razón de haberse desarrollado en su gran parte en el laboratorio (Ato et al., 2013). En la Tabla 4 se muestra el diseño de la investigación.

**Tabla 4**

*Diseño experimental de la investigación*

Distritos de Tarma	Hidrodestilación		
	R1	R2	R3
<b>Tarma</b>	HMST-1	HMST-2	HMST-3
<b>Acobamba</b>	HMSA-1	HMSA-2	HMSA-3
<b>Huaricolca</b>	HMSHA-1	HMSHA-2	HMSHA-3
<b>Huasahuasi</b>	HMSHI-1	HMSHI-2	HMSHI-3
<b>La Unión Leticia</b>	HMSU-1	HMSU-2	HMSU-3
<b>Palca</b>	HMSPA-1	HMSPA-2	HMSPA-3
<b>Palcamayo</b>	HMSP-1	HMSP-2	HMSP-3
<b>San Pedro de Cajas</b>	HMSP-1	HMSP-2	HMSP-3
<b>Tapo</b>	HMSTO-1	HMSTO-2	HMSTO-3

*Nota.* HMS: Hidrodestilación de *M. spicata*, T: Tarma, A: Acobamba, HA: Huaricolca, HI: Huasahuasi, U: La Unión Leticia, PA: Palca, PO: Palcamayo, SP: San Pedro de Cajas, TO: Tapo

### 3.6. Técnicas e instrumento de recolección de datos

Para la recopilación de la información del presente estudio, se aplicaron técnicas experimentales con el propósito de garantizar su replicación y la confiabilidad de los datos. En la Figura 5, Figura 6, Figura 7 se detallarán las principales técnicas de control, los instrumentos de medición y los parámetros empleados.

**Tabla 5***Técnicas de control*

<b>Técnicas de control</b>	
<b>Control de calidad</b>	Se estandarizo el peso de la muestra para cada tratamiento.
<b>Control de volumen de agua</b>	Se aplicó en relación de 1:20 (muestra: agua) para cada extracción.
<b>Control de tiempo</b>	Se determino el tiempo de extracción mediante el experimento cinético de extracción; evaluando el rendimiento a cada cierto tiempo hasta el agotamiento del aceite esencial de la muestra.
<b>Control de seguridad</b>	Se verifico en cada tratamiento la estabilidad del equipo.

*Nota.* Técnicas de control para todo el proceso de extracción.

**Tabla 6***Instrumentos de medición*

<b>Instrumentos de medición</b>	
<b>Balanza Digital de precisión (Kalstein YR05594)</b>	Pesado de muestra seca.
<b>Equipo clevenger y extractor de aceites esenciales</b>	Extracción y medición del volumen de aceite esencial.
<b>Espectrofotómetro (JENWAY Modelo 6705)</b>	Medición de la observancia para el ensayo de DPPH.
<b>Cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas GC-MS</b>	Identificación y cuantificación de compuestos químicos.

**Tabla 7**

*Parámetros de optimización*

<b>Parámetros</b>	
<b>Peso de muestra</b>	30 g para hidrodestilación y 100 g para arrastre de vapor
<b>Volumen de agua</b>	600 mL para hidrodestilación
<b>Tiempo de extracción</b>	4 horas
<b>Reducción de temperatura de manta de calentamiento</b>	Al 75% después del primer goteo
<b>Longitud de onda DPPH</b>	517 nm

**3.6.1. Recolección de materia prima**

Se aplicó la técnica de observación directa y el muestreo por conveniencia. Se realizó localizando el lugar con el aplicativo Geo Posición y Time Anexo 5-12, un celular para tomar las fotografías correspondientes del lugar. Se recolectaron 8 kg de hierbabuena fresca de cada distrito.

**Condiciones de recolección de la materia prima**

- **Recolección:** La recolección de la materia prima se realizó directamente del terreno de cultivo durante los meses de temporada humedad con el objetivo de obtener materia prima de calidad. Se acopio la planta con su tallo para facilitar el corte con tijeras de podar y evitar daños.
- **Transporte:** La materia prima recolectada fue colocada en bolsas de tela tocuyo para su transporte y trasladadas cuidadosamente evitando su exposición al sol o el calor, para preservar sus compuestos y evitar que la humedad afecte a la planta hasta llegar al lugar de destino para su deshojado.

### **3.6.2. Acondicionamiento de la muestra**

#### **a) Deshojado**

Esta técnica se realizó manualmente con mucho cuidado sin quebrar los tallos y las hojas; con reconocimiento visual para eliminar las hojas dañadas.

#### **b) Secado**

Este proceso se realizó secando a temperatura ambiente las hojas durante 5 a 7 días en bandejas de papel Kraft cubiertas para proteger los compuestos volátiles de la exposición a la luz y mantener las propiedades de la hierbabuena, puesto que si se deja sin cubrirlas adoptaban un color marrón al final del secado el cual ya no es óptimo para la extracción del aceite esencial.

#### **c) Envasado**

La materia prima se empacó en bolsas de polietileno herméticas selladas al vacío para evitar que la humedad posibilite la proliferación de microorganismos y afecten las muestras.

#### **d) Pesado:**

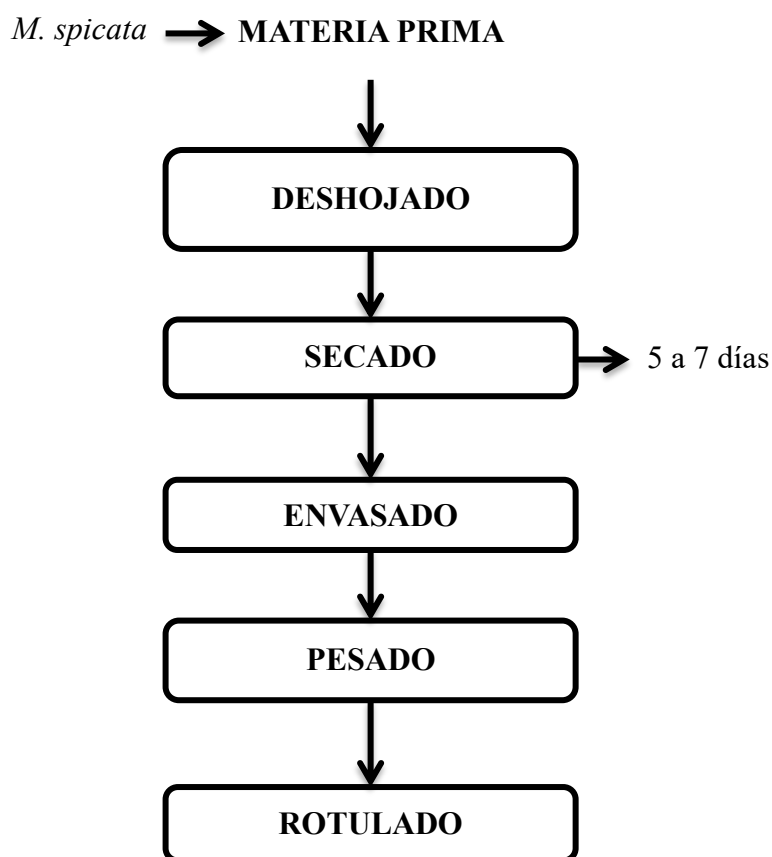
Se pesó en una balanza de precisión (Kalstein YR05594 -YR05599) Anexo 45 para registrar la cantidad de materia prima seca que se obtuvo al final.

#### **e) Rotulado:**

Por último, se anotó los pesos obtenidos en el envasado y el lugar de procedencia. En la Figura 11 se muestra el flujograma de procesos de obtención de la materia prima descrita anteriormente.

**Figura 11**

*Recolección de muestra*



*Nota.* Flujograma de procesos para obtener las hojas de *M. spicata*.

### **3.6.3. Extracción por el método de hidrodestilación**

Consistió en calentar el material vegetal con agua en un matraz de fondo redondo, para que los compuestos volátiles se liberen y se arrastren con el vapor de agua. El vapor se condensa y el aceite esencial se separa del agua, ya que es insoluble en esta. El equipo utilizado fue el aparato de Clevenger (Figura 3) de los laboratorios del INITA de la UNAAT, este equipo utiliza un dispositivo especial para la extracción y separación del aceite esencial, el solvente que se utilizó fue agua destilada.

#### **a) Triturado**

Se llevó a cabo con una batidora de inmersión (Quad Blade motor 400V FRSTHB460A) por un periodo de 30 s, luego pasó por el tamizador electromagnético (Retsch AS 200 basic) hasta obtener las partículas en un tamaño de 3,35 mm. Este tamaño fue seleccionado para evitar obstrucciones del sistema del aparato clevenger. En el Anexo 45 se pueden observar los equipos.

#### **b) Pesado 1**

Se pesó 30 g de hojas de *M. spicata* para cada tratamiento, considerando el de balón de 1000 mL.

#### **c) Pesado 2**

Se añadió 600 mL de agua destilada considerando la dimensión del balón y el equivalente de 1:20 con respecto a la masa de la muestra.

#### **d) Carga del sistema**

La muestra y el agua destilada fueron introducidos en el balón de fondo redondo de capacidad de 1000 mL de el aparato Clevenger.

#### **e) Verificación de las condiciones de operación del equipo**

Se verificó el flujo de agua y la temperatura del Chiller a 16 °C. También se supervisó que no existiera fugas entre las conexiones, ni que el aparato clevenger este inestable para evitar así accidentes y garantizar la totalidad de la muestra.

#### **f) Inicio del calentamiento**

Se encendió la manta de calentamiento al 100% de su potencia hasta que el agua destilada llegue al punto de ebullición. El primer goteo del destilado se observó aproximadamente 10 min después del punto de ebullición.

#### **g) Regulación de temperatura**

Después del primer goteo, la potencia de la manta de calentamiento fue reducida al 75% para mantener una temperatura constante y evitar que el punto de ebullición sea demasiado alto y pudiera afectar la calidad del aceite. Esta temperatura se mantuvo durante las 4 horas que duró la extracción.

**h) Finalización del proceso**

Pasado las 4 horas, se apagó el equipo, permitiendo que el sistema finalice la recolección del aceite y el hidrolato.

**i) Enfriado**

Se procedió a enfriar a temperatura ambiente el equipo por un periodo de 10 min para evitar accidentes al momento de la extracción del aceite y su posterior lavado.

**j) Medición del volumen del aceite**

Se procedió a medir el aceite esencial recuperado y los datos del rendimiento fueron registrados en (v/m).

**k) Recolección y envasado**

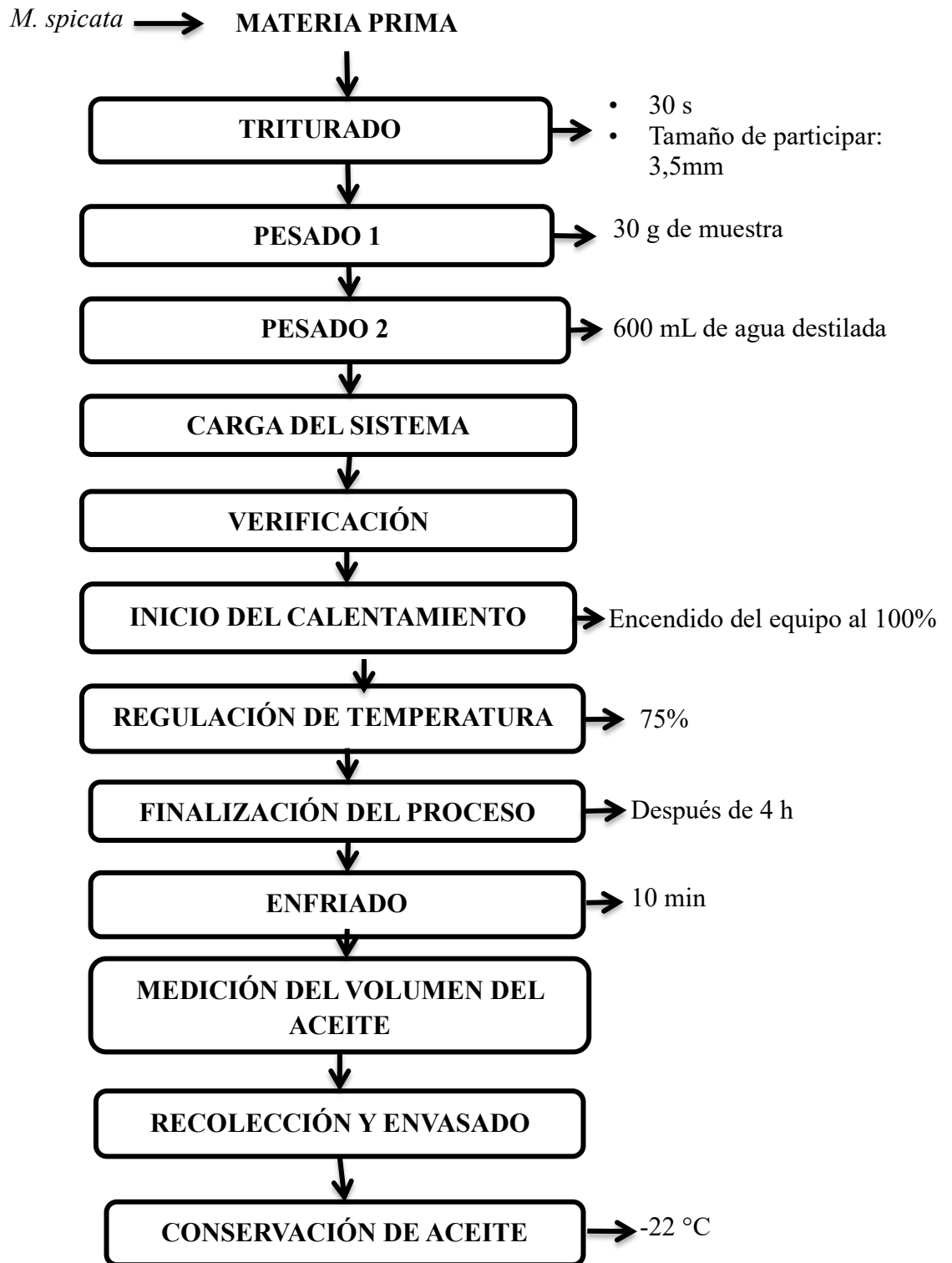
Se recolectó y envasó el aceite esencial en viales de laboratorio debidamente rotulados, evitando el contacto con la luz y el aire para preservar sus propiedades.

**l) Conservación de aceite:**

Finalmente, las muestras del aceite esencial fueron almacenadas en la congeladora una temperatura de  $-22,4\text{ }^{\circ}\text{C}$  para preservar su pureza fisicoquímica. En la Figura 12 se muestra el flujograma de procesos para obtener el aceite esencial de *M. spicata* por el método de hidrodestilación.

**Figura 12**

Proceso de extracción por “hidrodestilación”



Nota. Flujograma de procesos de extracción de aceite esencial por “hidrodestilación”.

### **3.6.4. Extracción por “arrastre de vapor”**

Este proceso consistió en liberar los compuestos volátiles de la materia vegetal por medio del vapor de agua. Inicio generándose el vapor de agua en la caldera, el vapor obtenido ingreso en la materia vegetal separando y extrayendo el aceite esencial. Para la aplicación de este método de extracción se usó como único solvente el agua. El equipo utilizado fue un equipo de arrastre de vapor de la Marca FIGMAY como se muestra en la Figura 4, este equipo pertenece a los laboratorios del INITA de la UNAAT.

#### **a) Pesado de la muestra**

Se pesó 100 g de hojas secas de *M. spicata*, las cuales fueron distribuidas entre las dos canastillas del equipo de extracción.

#### **b) Carga del sistema**

La muestra fue colocada los canastos desmontables. Posteriormente, se cerró y aseguró la cámara de extracción, garantizando el ajuste correcto de las conexiones del sistema.

#### **c) Verificación**

Antes de iniciar el proceso, se verificó el sistema de seguridad de nivel constante de agua y el flujo continuo hacia la caldera. También, se inspeccionaron todas las conexiones para asegurar que no hubiera fugas de vapor ni de los compuestos del aceite.

#### **d) Encendido del equipo**

Se encendió el tablero de comando al 100% de su potencia hasta alcanzar la ebullición del agua. Este paso permitió la generación de vapor necesario para iniciar la extracción.

#### **e) Regulación de temperatura**

Una vez observado el primer goteo del destilador, se redujo la potencia del equipo al 75% para evitar que el agua alcance las canastillas y que pudiera afectar la calidad del aceite. Esta potencia se mantuvo durante las 4 horas que duró la extracción.

#### **f) Finalización del proceso**

Transcurrida las 4 horas, se apagó el equipo, permitiendo que el sistema recolecte todo el hidrolato restantes con pequeñas partículas de aceite esencial.

**g) Enfriado del equipo**

Se dejó enfriar el equipo por 10 min a temperatura ambiente antes del proceso de recolección del aceite esencial, para evitar accidentes como quemaduras.

**h) Medida de volumen**

Se midió el volumen del aceite esencial recuperado para registrar los datos y el cálculo del rendimiento (v/m).

**i) Recolección de aceite:**

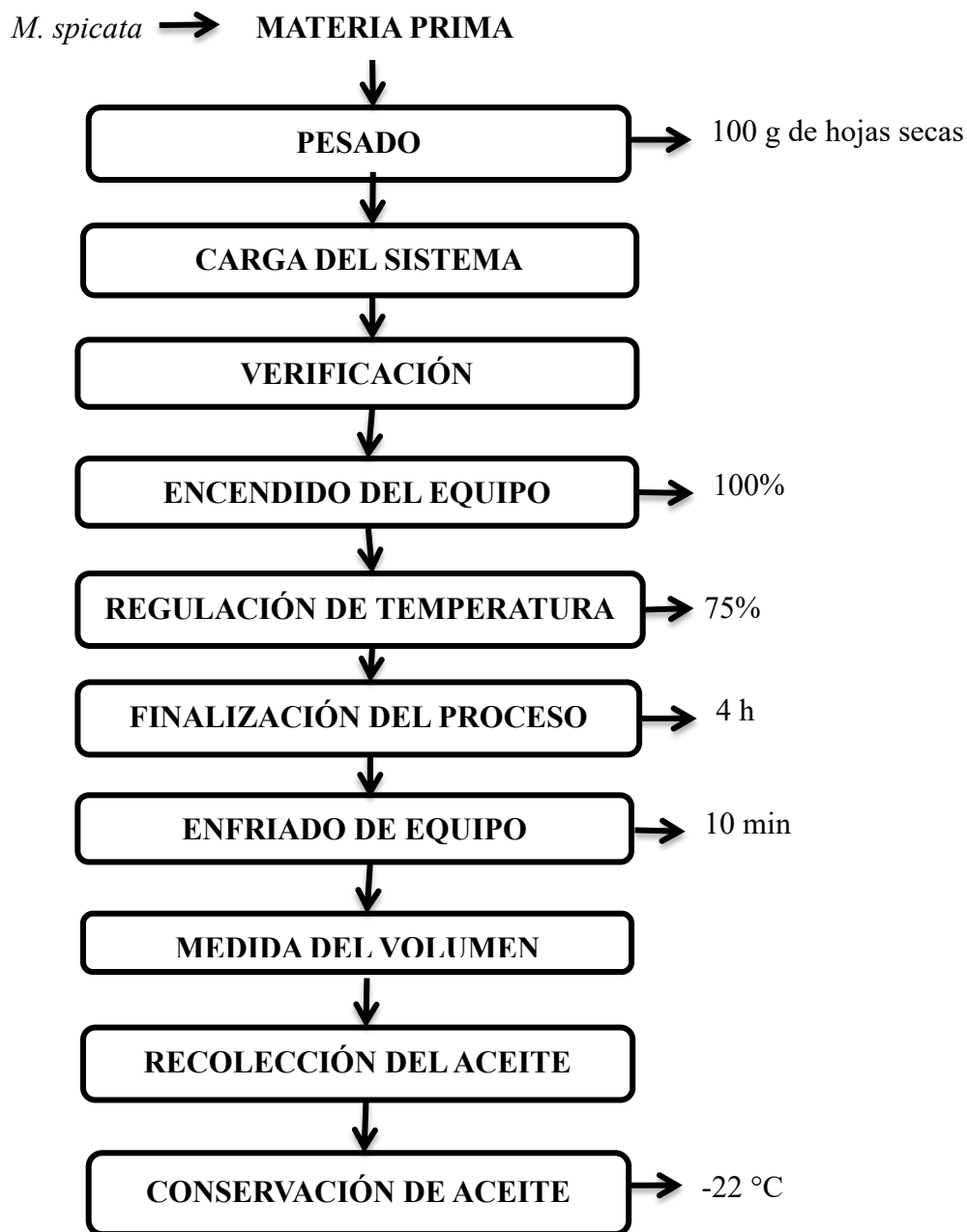
El aceite esencial fue recolectado y envasado en frascos de laboratorio debidamente rotulado, evitando el contacto con la luz directa y aire para conservar sus propiedades.

**j) Conservación de aceite esencial**

Finalmente, las muestras fueron almacenadas en una congeladora a una temperatura de -22,4 °C para preservar las propiedades químicas. En la Figura 13 se muestra el flujograma de procesos de obtención de aceite esencial de *M. spicata* por el método de “arrastre de vapor”.

**Figura 13**

Proceso de extracción por “Arrastre de vapor”



*Nota.* Flujograma de procesos de extracción de aceite esencial por “arrastre de vapor”, elaboración propia.

### 3.6.5. Rendimiento

El tiempo de extracción se fijó mediante un experimento preliminar, que consistió en registrar el volumen de extracción de aceite esencial hasta su estabilización, de acuerdo a los

experimentos realizados por Dao et al. (2021). El rendimiento de aceite esencial se calculó con ecuación la siguiente:

$$RAE(\% \frac{v}{m}) = \frac{ae(ml)}{hs(g)} \times 100 \quad (1)$$

Donde:

**RAE:** es el porcentaje de aceite esencial extraído expresado en % v/m,

**ae:** es el aceite esencial extraído en mililitros

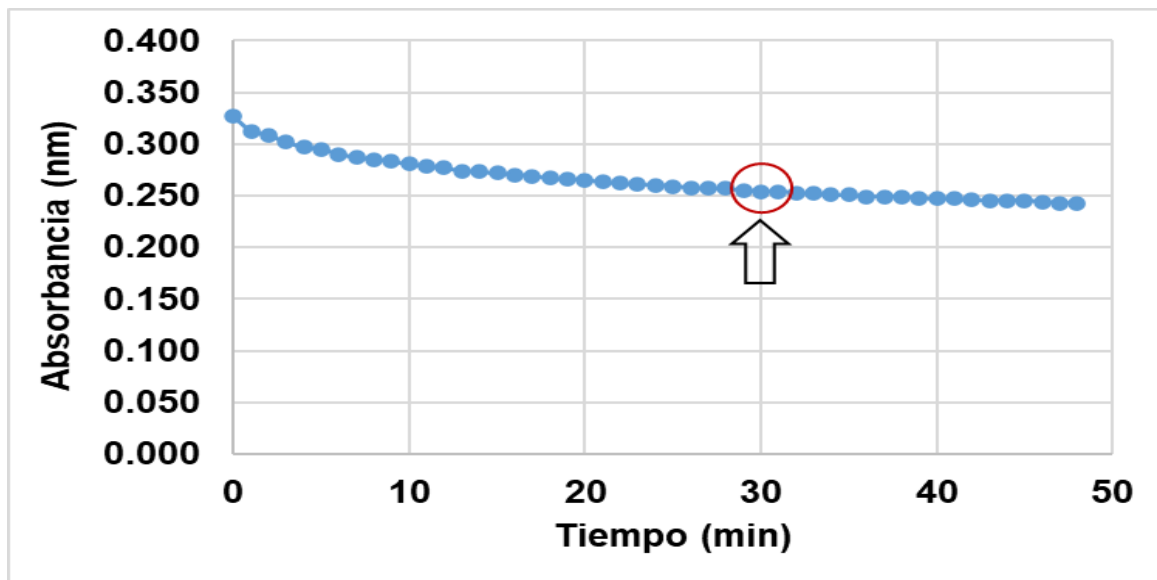
**hs:** es la muestra utilizada en cada hoja seca en gramos.

### **3.6.6. Actividad antioxidante**

La actividad antioxidante del aceite esencial se determinó por espectrofotometría usando el radical DPPH. El tiempo de lectura de las absorbancias se determinó en un ensayo preliminar que consistió en medir la absorbancia del radical DPPH en solución con metanol (0,0248 mg/mL) tratado con una solución de AE (184 mg de AE con 5 mL de metanol) hasta la estabilización de la absorbancia. Las determinaciones se realizaron por triplicado, registrándose la absorbancia y transmitancia. Para el cálculo se determinó la absorbancia de una muestra control (3,9 mL de solución de DPPH y 0,1 mL de metanol) registrándose una absorbancia de 0,345 nm. En la Figura 14 se observa el comportamiento de la absorbancia de la solución de DPPH tratado con una alícuota (0,1mL) de solución de aceite esencial en función al tiempo. En el tiempo 0 la absorbancia fue de 0,327 nm indicando la cantidad de radicales libres que no fueron neutralizados. A medida que aumento el tiempo, la absorbancia fue disminuyendo progresivamente, lo indica que la solución de aceite esencial fue neutralizando los radicales libres hasta un cierto nivel, observándose que la absorbancia se estabiliza a los 30 min.

**Figura 14**

*Determinación del tiempo de lectura de absorbancia de aceite esencial de M. spicata*



*Nota:* Curva de ajuste para determinar el tiempo de absorbancia del aceite esencial de *M. spicata*.

#### **Etapas de análisis:**

- El análisis se realizó inicialmente cubriendo las fiolas y los tubos de ensayo con papel aluminio y rotulándolos.
- Para medir la capacidad antioxidante de los aceites: se preparó el reactivo pesando 0,0248 mg/ml de DPPH para diluirlo en una fiola de 250 mL con metanol. Para el preparado de muestra se pesó 0,0184 g del aceite esencial y se diluyó en una fiola de 5 ml con metanol. Para determinar la actividad antioxidante:
  1. **Muestra en blanco para tarar:** solo metanol.
  2. **Muestra blanca:** En un tubo de ensayo se colocó 3,9 mL de la solución de DPPH y 0,1 mL de metanol.
  3. **Prueba:** Se colocó en 3 tubos de ensayo 3,9 mL de la solución del DPPH y 0,1 mL de la muestra diluida por cada distrito, se lleva a la oscuridad por 30 minutos y posteriormente se mide la absorbancia y el % de transmitancia.

**4. Cálculo del % de inhibición:** Para el cálculo del porcentaje de inhibición se usó la fórmula:

$$\% \text{ de inhibición} = \left( \frac{ABS \text{ control} - ABS \text{ muestra}}{ABS \text{ control}} \right) \times 100 \quad (2)$$

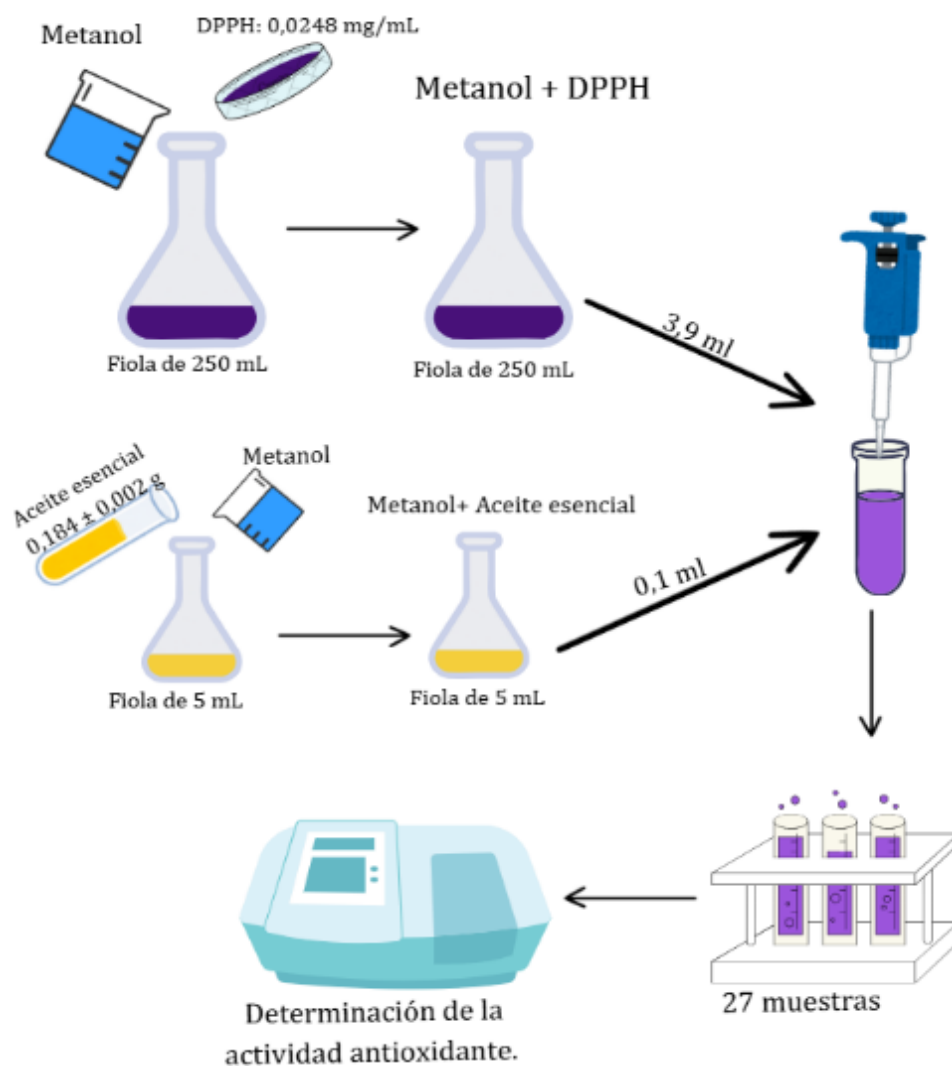
**Donde:**

**ABS control:** Absorbancia control

**ABS muestra:** absorbancia de la muestra

**Figura 15**

*Proceso de determinación de actividad antioxidante*



*Nota:* Proceso para el análisis de actividad antioxidante, imágenes obtenidas de CANVA (<https://www.canva.com/design/DAGhIVd816o/wyyk0V0GyzoBKmaTxxT45w/edit>)

### **3.6.7. Caracterización por GS-MS**

El análisis cromatográfico para identificar los componentes del aceite esencial de hierbabuena se realizó en el laboratorio de Investigación científica y certificaciones (LABICER) de la Universidad Nacional de Ingeniería.

La muestra se preparó filtrando para eliminar cualquier residuo sólido de la extracción, luego se diluyó con un solvente para alcanzar la concentración requerida por el equipo de cromatografía. La muestra fue insertada en el equipo utilizando una inyección con medidas de 0,1  $\mu\text{L}$  en la columna cromatográfica. La temperatura final del horno del equipo cromatográfico fue de 250  $^{\circ}\text{C}$ , las rampas de la temperatura se programaron de acuerdo a la metodología propuesta por (Scherer et al., 2013) .

### **3.7. Métodos de análisis de datos**

Se realizó el análisis estadístico utilizando el software Minitab Statistical versión 19. Se evaluó si existían diferencias significativas en el rendimiento de extracción del aceite esencial de *M. spicata* entre los distintos distritos, así como en la actividad antioxidante de las muestras, mediante un análisis de varianza (ANOVA). Posteriormente, se utilizó la prueba de Bonferroni a un nivel de significancia de  $\alpha = 0,05$  para confirmar las diferencias estadísticas encontradas.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Comparación del rendimiento de extracción de aceite esencial entre los métodos de “hidrodestilación” y “arrastre de vapor”

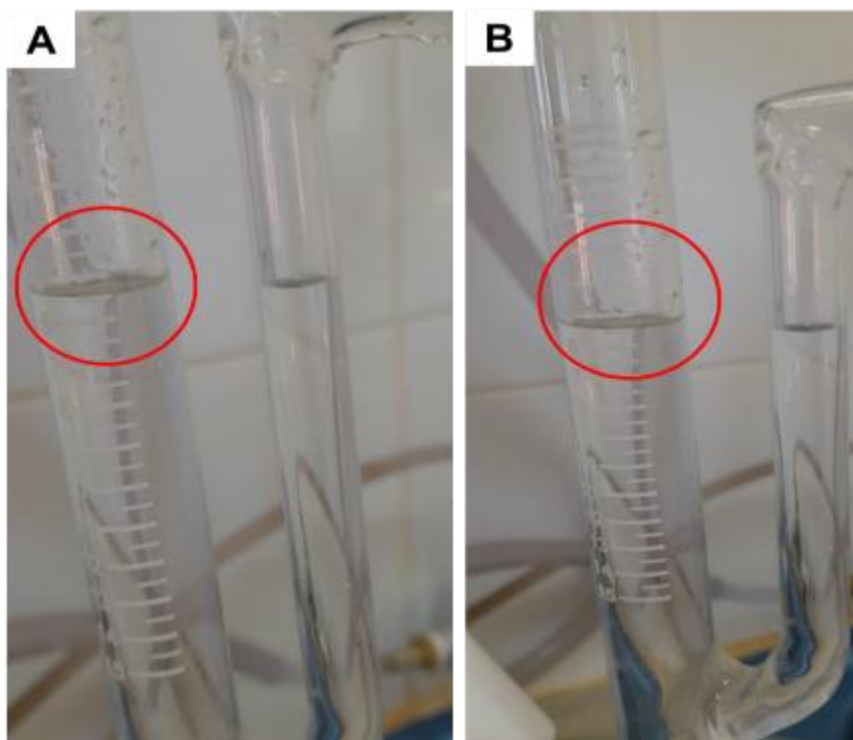
#### 4.1.1. Rendimiento de aceite esencial por “arrastre de vapor”

En la Figura 16 se puede observar que después del tiempo de extracción no se observa acumulación de aceite esencial en la trampa del equipo, para las muestras de Tarma (Figura 16A) y Acobamba (Figura 16B). Durante la extracción se pudo percibir en el ambiente del laboratorio una fuerte acumulación de aroma característico del aceite esencial de hierbabuena. A partir de estos resultados y descartando posibles errores en los experimentos, no fue posible la aplicación del método de arrastre de vapor con el equipo disponible en el laboratorio (FIGMAY). Los resultados observados con este método probablemente se deban a factores relacionados al equipo y/o a la volatilidad del aceite esencial. En el caso del equipo, probablemente la configuración del condensador (como, por ejemplo: el área de transferencia de calor y la longitud del condensador) no permitía extraer eficientemente el calor que permita la condensación del aceite esencial. Sumado a lo anterior, la volatilidad del aceite esencial de hierbabuena pudo contribuir en la no retención del aceite esencial en la trampa del equipo.

Contrariamente a lo observado en el presente estudio, en la bibliografía consultada se puede observar que el método de “arrastre de vapor” permitió extraer un alto rendimiento de hojas de eucalipto (*Eucalyptus urophylla* × *Eucalyptus grandis*) utilizando el Equipo destilador de aceites esenciales (Huarcaya, 2021) y en la planta de Ruda (*Ruta graveolens*) utilizando el equipo Destilador por arrastre de vapor “XIAOJIAN” (Lanphan Ltd., China) (Caillagua y Sánchez, 2022), como puede notarse los equipos usados en la literatura difieren en el modelo al equipo utilizado en el presente estudio.

## Figura 16

*Extracción por “arrastre de vapor” sin retención de aceite esencial en el colector del equipo para la muestra de hojas de hierbabuena de Tarma (A) y Acobamba (B)*



*Nota.* Se observa la ausencia de retención de aceite esencial del colector al finalizar el proceso por el método de “arrastre de vapor” de los distritos Tarma (A) y Acobamba (B).

### **4.1.2. Rendimiento de aceite esencial por “hidrodestilación”**

En la Figura 17 se puede observar el aceite esencial de hierbabuena obtenido por este método. Durante el proceso de extracción en el ambiente del laboratorio no se percibió el aroma característico del aceite esencial de hierbabuena lo que indicaría que el equipo si pudo retener el aceite esencial dentro del aparato clewenger, observando así su buen rendimiento al final del proceso. Se observó también que el aceite esencial obtenido tenía una coloración más intensa que la hacía fácil de observar y que al momento de extraer y separar del hidrolato se hacía fácil su recolección; el aroma también era intenso y se podía percibir con solo tocar un poco el aceite esencial.

## Figura 17

*Rendimiento del aceite esencial de las hojas de hierbabuena obtenidas por el método de “hidrodestilación”*



*Nota.* Extracción del Aceite esencial de hierbabuena de Huasahuasi obtenido por el método de “hidrodestilación” y el equipo clevenger.

### **4.2. Rendimiento de extracción obtenida de las muestras de Tarma y sus distritos**

El mejor rendimiento se determinó considerando los promedios del rendimiento de la extracción del aceite esencial por el método de “hidrodestilación”. La muestra con mayor rendimiento de todos los distritos fue Huasahuasi con un rendimiento de  $0,33 \pm 0,06\text{ml}/100\text{g}$  (1,11%), este dato es mayor en comparación con los de los demás distritos, que en su mayoría estuvieron entre 0,20 a 0,27 en promedio, esto sugiere que el distrito de Huasahuasi es un buen lugar de producción de hierbabuena y que es una opción viable para satisfacer la demanda de la materia prima.

También se observó que las muestras del distrito de Tapo presentó el segundo mejor rendimiento con  $0,27 \pm 0,06$  (0,89%) y existe bajo rendimiento en Acobamba y Palca ya que sus resultados no obtuvieron variaciones en el análisis, lo cual indica que estos lugares tienen condiciones menos favorables para la producción de hierbabuena o son de menor calidad

para la producción de aceite esencial. Se examinó también que existe rendimientos similares entre distritos como Tarma, La Unión Leticia y Huaricolca.

Se observo en la Tabla 8 que, al obtener la desviación estándar de los rendimientos de aceites esenciales de los distritos, no eran constante, variando de  $\pm 0,06$  o  $\pm 0,19$ , esto indica que los datos están dispersos y que varían entre sí a pesar de que los promedios sean próximos, como es el caso de Acobamba que dio como resultado ( $\pm 0,00$ ) indicando que no hay variación en la muestra y que es constante, lo que no paso con Huasahuasi ya que se observa variaciones indicando que es el mejor.

**Tabla 8**

*Rendimiento de la extracción del aceite esencial. M. spicata obtenido por el método de "hidrodestilación"*

<b>Distritos de Tarma</b>	<b>Promedio (% v/m)</b>
<b>Acobamba</b>	0,67 $\pm$ 0,00
<b>Tarma</b>	0,78 $\pm$ 0,19
<b>La Unión Leticia</b>	0,79 $\pm$ 0,19
<b>Palca</b>	0,67 $\pm$ 0,00
<b>Palcamayo</b>	0,83 $\pm$ 0,17
<b>Huaricolca</b>	0,78 $\pm$ 0,19
<b>Tapo</b>	0,89 $\pm$ 0,19
<b>Huasahuasi</b>	1,11 $\pm$ 0,19
<b>San Pedro de Cajas</b>	NS

*Nota:* NS: No se encontró muestra, de la materia prima, (% v/m): el rendimiento expresado en porcentaje, ( $\pm$ ): Desviación estándar.

**Análisis de varianza del rendimiento (mL) de aceite esencial de la Hierbabuena (*M. spicata*) producidos en los diferentes distritos de Tarma**

Para el análisis se planteó una hipótesis nula que establece que no existe diferencias significativas en el rendimiento del aceite esencial obtenido de muestras de hierbabuena de los distritos de colecta. Al contrario, la hipótesis alterna sugiere que al menos un rendimiento

de aceite esencial de un distrito difiere estadísticamente de los rendimientos de aceite esencial de los otros distritos.

**Tabla 9**

*Análisis de varianza del rendimiento de aceite esencial de M. spicata obtenido por el método de “hidrodestilación”*

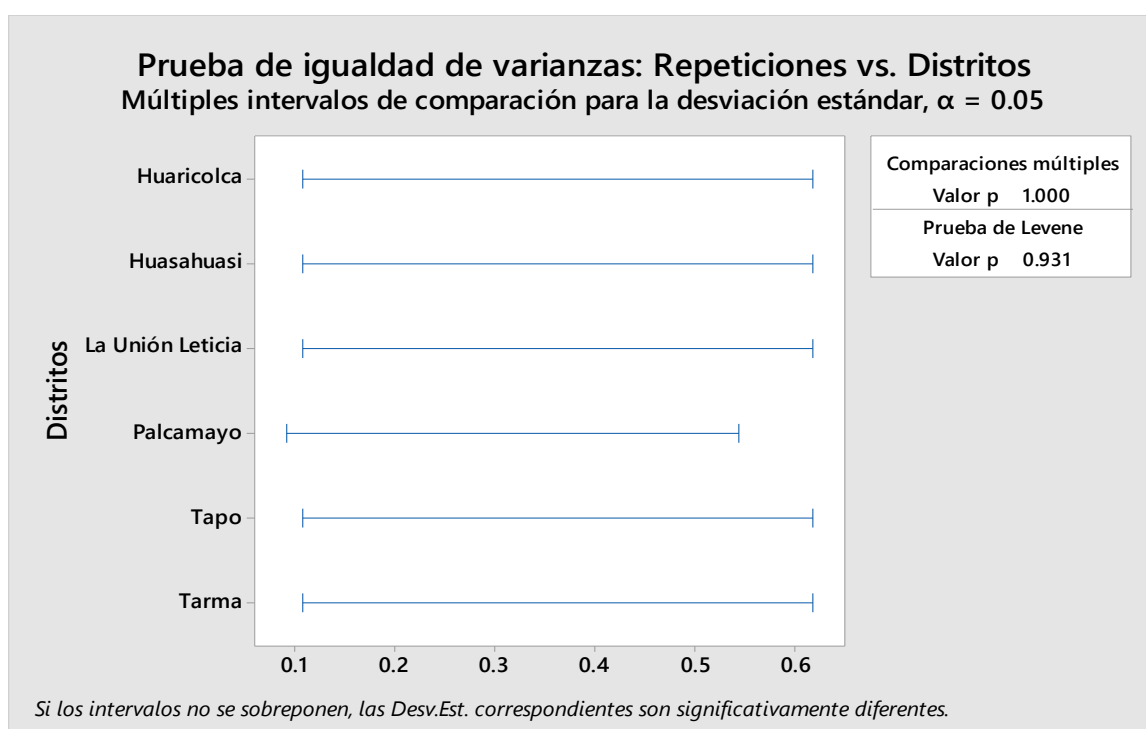
<b>Fuente de variación (FV)</b>	<b>Grados de libertad (GL)</b>	<b>Suma de cuadrados (SC)</b>	<b>Cuadrados medios (CM)</b>	<b>F calculada (Fc)</b>	<b>F tablas (Ft)</b>	<b>p-valor</b>
Tratamiento	7,00	0,03823	0,005461	2,28	2,66	<b>0,082</b>
Error	16,00	0,038333	0,002396			
Total	23,00	0,07656				

*Nota:* Anova del rendimiento (v/m) del aceite esencial.

Considerando que F calculada es menor que la F tablas ( $2,28 < 2,66$ ), el p-valor es mayor al 0,05 ( $0,082 > 0,05$ ), se acepta la hipótesis nula indicando que no existe diferencia significativa en el rendimiento entre las repeticiones al nivel de confianza del 95% tal y como se muestra en la Tabla 9.

**Figura 18**

*Igualdad de varianzas del rendimiento del aceite esencial de M. spicata obtenido por el método de “hidrodestilación”*



Los intervalos mostrados en la Figura 18 se superponen confirmando que estadísticamente no existe diferencias en el rendimiento del aceite esencial entre distritos. Observando la prueba de Levene son su valor p 0,931 se reafirma que no existe diferencia significativa de varianzas.

**Tabla 10**

*Comparación de medias por Tukey del aceite esencial de M. spicata obtenido por el método de “hidrodestilación”*

<b>Distritos</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Agrupación</b>
<b>Huasahuasi</b>	3	0,333333	A
<b>Tapo</b>	3	0,266667	A
<b>Palcamayo</b>	3	0,250000	A
<b>Tarma</b>	3	0,233333	A
<b>Huaricolca</b>	3	0,233333	A
<b>La Unión Leticia</b>	3	0,233333	A
<b>Palca</b>	3	0,200000	A
<b>Acobamba</b>	3	0,200000	A

En la prueba de comparación de medias (Tabla 10) se observa que todos los distritos están en el mismo grupo (A) lo que significa que estadísticamente no hay diferencias significativas en las medias en ningún distrito. Estadísticamente el rendimiento del aceite esencial es similar, pero evaluando solo el promedio y la desviación estándar de los volúmenes obtenidos se observa variación de valor numérico entre los distritos tomando este dato en consideración para identificar al distrito con el mejor rendimiento

#### **4.2.1. Comportamiento del rendimiento de aceite esencial durante la “hidrodestilación”**

En la Tabla 11 se presentan los datos obtenidos del comportamiento del rendimiento de extracción de aceite esencial de *M. spicata* procedente de Huasahuasi. El proceso de extracción se llevó a cabo durante 240 minutos para asegurar la extracción completa del aceite esencial, registrando el volumen de aceite esencial extraído por intervalos de tiempo, se realizaron repeticiones y los resultados se expresaron en 100 g de muestra.

Desde el inicio del proceso se observó que el rendimiento fue aumentado progresivamente. En los primeros minutos 30 min, se pudo apreciar un incremento constante pasando de 0,13 mL/100g a 0,68 mL/100g. A partir del minuto 40 el rendimiento continuó aumentando,

aunque con una tendencia más moderada. A partir del minuto 60, con un rendimiento en promedio de 0,87 mL/100g, momento en el que la extracción se estabilizó.

Durante los siguientes 180 minutos el rendimiento aumentó ligeramente alcanzando finalmente 1,00 mL/100g. Este comportamiento indica que el mayor rendimiento de aceite esencial se obtiene a la primera hora de extracción, luego pasa a un estado en el que el rendimiento es mínimo.

Se observó también una ligera diferencia entre las repeticiones en especial en los tiempos más prolongados, en el desvío estándar se mantuvo valores mínimos en los primeros 30 min ( $\leq 0,07$  mL/100 g), aumentando progresivamente hasta llegar a 0,28 mL/100g al final del proceso.

**Tabla 11**

*Comportamiento del rendimiento de aceite esencial de hierbabuena del distrito de Huasahuasi, obtenido por "hidrodestilación"*

<b>Tiempo</b>	<b>Promedio (mL/100 g)</b>
<b>0</b>	0,00±0,00
<b>2</b>	0,13±0,00
<b>5</b>	0,33±0,00
<b>10</b>	0,47±0,00
<b>15</b>	0,57±0,05
<b>20</b>	0,58±0,02
<b>25</b>	0,63±0,05
<b>30</b>	0,68±0,07
<b>40</b>	0,77±0,14
<b>50</b>	0,80±0,19
<b>60</b>	0,87±0,19
<b>80</b>	0,87±0,19
<b>100</b>	0,90±0,24
<b>120</b>	0,93±0,19
<b>150</b>	0,97±0,24
<b>180</b>	0,97±0,24
<b>210</b>	0,98±0,26
<b>240</b>	1,00±0,28

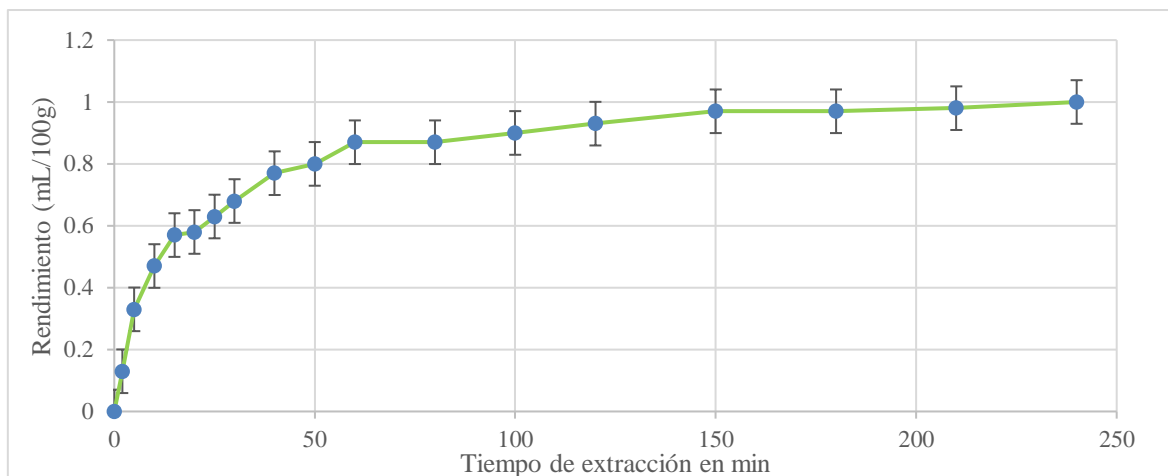
*Nota.* La extracción se realizó hasta el agotamiento del aceite de la *M. spicata*

En la Figura 19 se muestra el comportamiento de extracción del aceite esencial de *M. spicata*. Se observa como el rendimiento promedio de mL/100g se incrementa con el tiempo y se

estabiliza aproximadamente a los 60 minutos, con una ligera variación. Las barras nos indica la desviación estándar en cada punto de medición.

**Figura 19**

*Comportamiento del rendimiento de aceite esencial de la muestra del distrito de Huasahuasi.*



Nota. Comportamiento del rendimiento de la extracción de aceite esencial de *M. spicata* durante los 240 minutos.

### 4.3. Capacidad antioxidante del aceite esencial

Se evaluó la actividad antioxidante del aceite esencial mediante el método de inhibición del radical libre DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo). En la Tabla 12 se observa la actividad antioxidante de los aceites esenciales. Se observa que la actividad antioxidante del aceite esencial fue alta con valores mayores a los 70% de inhibición del radical libre y variable dependiendo de la procedencia del aceite esencial.

**Tabla 12**

*Inhibición del radical DPPH tratados con el aceite esencial de los distritos.*

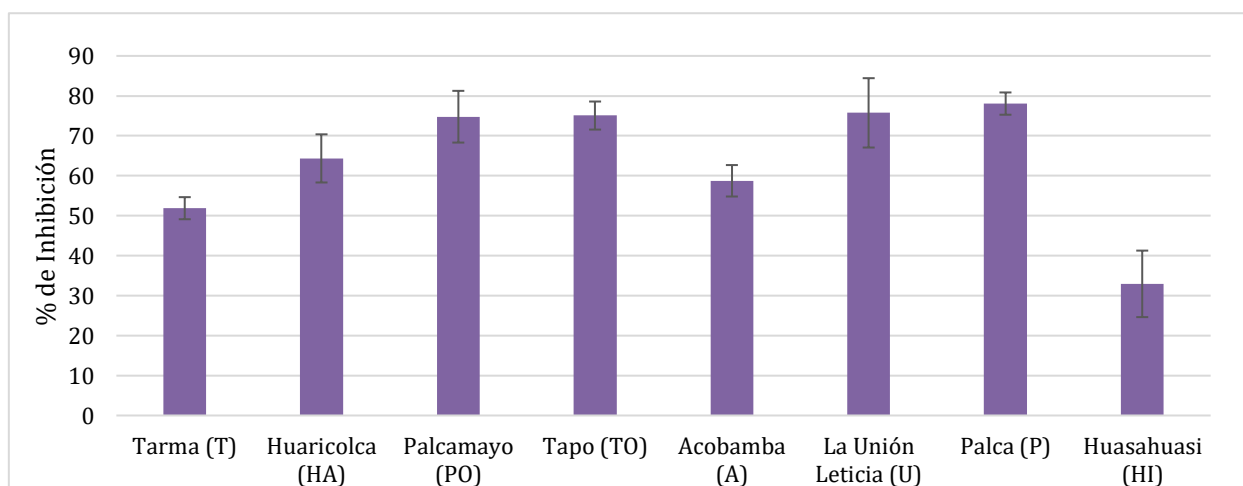
<b>DISTRITOS</b>	<b>PROM. INHIB.</b>
<b>Tarma (T)</b>	51,88 ± 2,766
<b>Huaricolca (HA)</b>	64,35 ± 6,028
<b>Palcamayo (PO)</b>	74,78 ± 6,474
<b>Tapo (TO)</b>	75,07 ± 3,516
<b>Acobamba (A)</b>	58,74 ± 3,937
<b>La Unión Leticia (U)</b>	75,75 ± 8,677
<b>Palca (P)</b>	78,07 ± 2,787
<b>Huasahuasi (HI)</b>	32,95 ± 8,321

Nota. PROM. INHIB (promedio de inhibición)

Se muestra el porcentaje de inhibición como parte del análisis de capacidad antioxidante provenientes de los diferentes distritos de Tarma. El análisis mostro mayor capacidad antioxidante en Palca seguida de La Unión Leticia, Tapo, Palcamayo, esto podría deberse a factores como el clima, suelo y la genética de la planta. Después los distritos con capacidad antioxidante moderada como Huaricolca, Acobamba y Tarma y la de menor capacidad antioxidante Huasahuasi indicando que tiene menor presencia de compuestos antioxidantes. Se observa también que la desviación estándar indica la variabilidad de los datos como los de La Unión Leticia el cual tiene mayor variabilidad y Palca que tiene menor error lo cual indica que sus resultados son más sólidos, se reafirma en la Figura 20-

**Figura 20**

*Inhibición del radical DPPH por el aceite esencial de los distritos de Tarma*



*Nota.* Comportamiento del aceite esencial de *M. spicata* de los diferentes distritos durante la actividad antioxidante obtenido en el porcentaje de inhibición.

### **ANOVA de la actividad antioxidante con el porcentaje de inhibición del AE de la Hierbabuena (*M. spicata*)**

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para determinar si existe diferencia significativa en la actividad antioxidante entre las muestras, expresada en porcentaje de inhibición del DPPH.

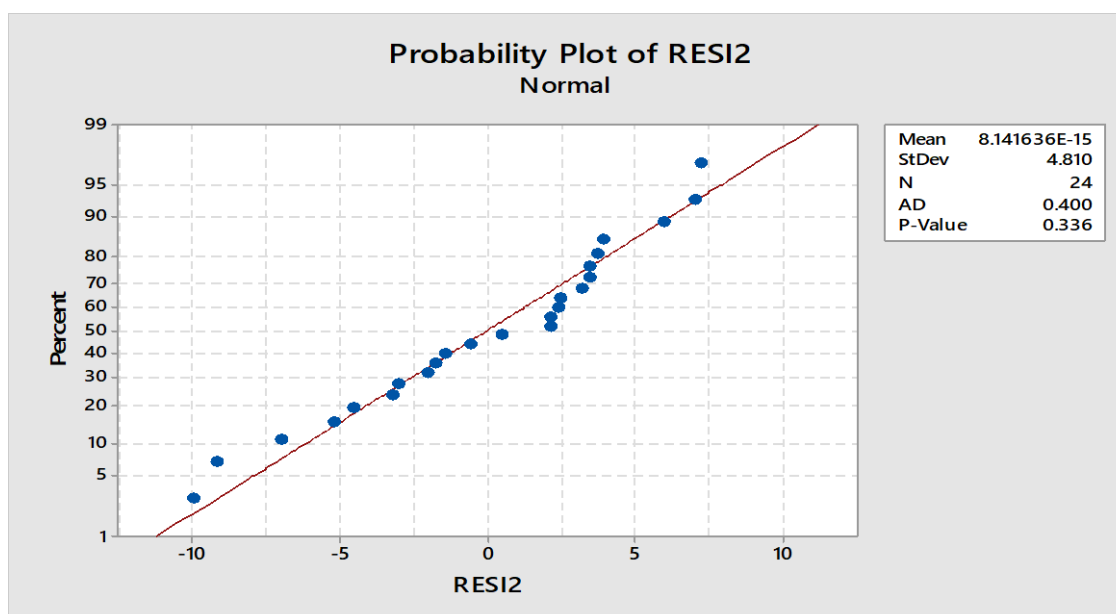
Para el análisis se consideró dos hipótesis: Hipótesis nula en la cual se indica que no existe diferencia significativa en el porcentaje de inhibición entre las 8 muestras evaluadas. Y la hipótesis alterna en la que al menos una de las muestras tiene un porcentaje de inhibición significativamente diferente.

**Tabla 13***Anova de inhibición de la actividad antioxidante del AE. M.spicata.*

Fuente de variación (FV)	Grados de libertad (gl)	Suma de cuadrados (SC)	Cuadrados medios (CM)	F calculada (Fc)	F tablas (Ft)	p-valor
Tratamiento	7,00	5140,8	734,41	22,09	2,66	<b>0,000</b>
Error	16,00	532,0	33,25			
Total	23,00	5672,9				

*Nota:* Análisis de varianza de la inhibición de la actividad antioxidante del aceite esencial de la *M. spicata*.

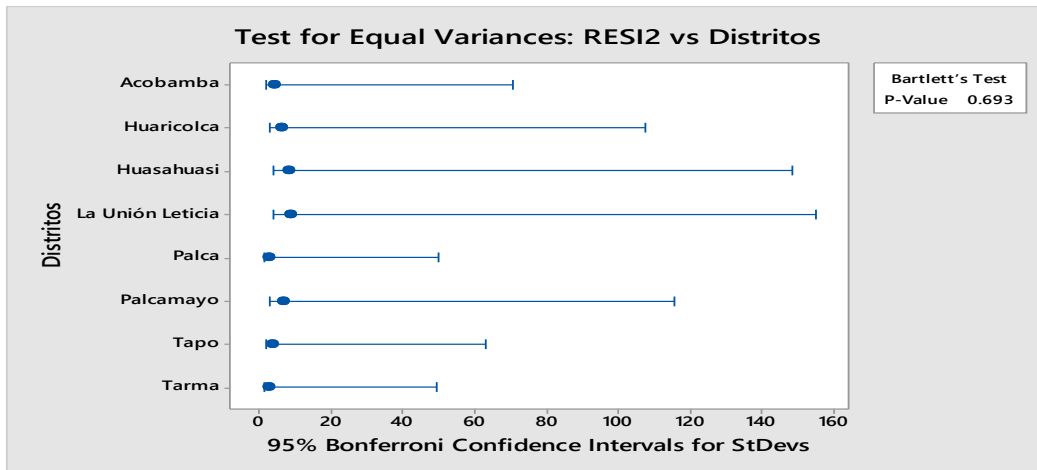
En la Tabla 13 se observa que la F calculada (22,09) es mayor a la F de tablas (2,66) indicando que sí existe diferencia significativa en la actividad antioxidante entre las muestras evaluadas y que no todas las muestras del aceite tienen el mismo efecto antioxidante. También el p-valor es de 0,000 el cual es menor que 0,05 indicando que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras. Esto significa que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna en la que se considera que existe diferencia significativa en la actividad antioxidante entre las muestras.

**Figura 21***Normalidad del porcentaje de inhibición*

El p-valor de 0,336 lo que indica que es mayor a 0,05 por lo tanto no se rechaza la hipótesis nula de la normalidad y según la prueba de Anderson Darling los residuos siguen una distribución normal cumpliendo con el supuesto de normalidad.

**Figura 22**

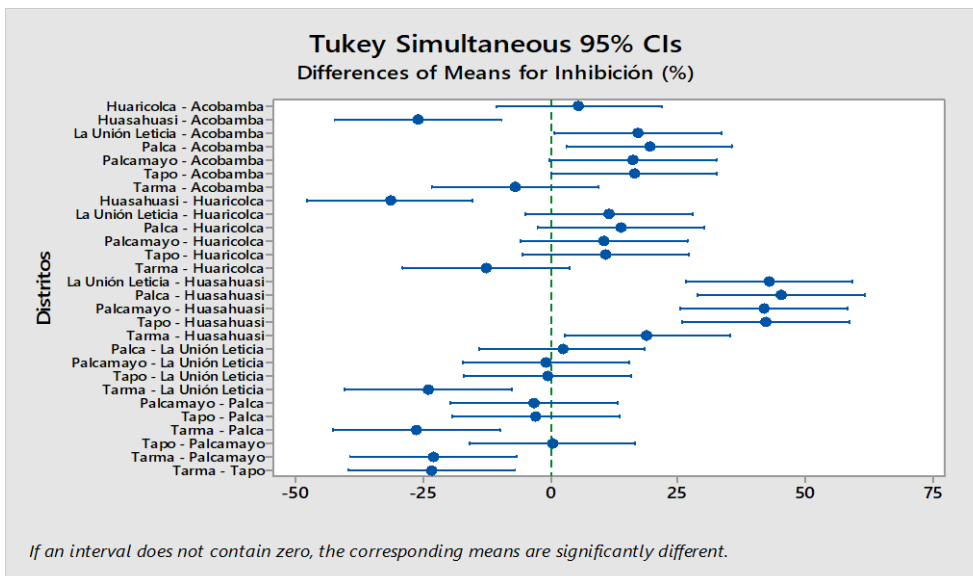
*Prueba de varianza de iguales del porcentaje de inhibición*



Se realizó una prueba de homocedasticidad (varianzas iguales) en la cual el p-valor de 0,693 es mayor que 0,05 lo que significa que no se rechaza la hipótesis nula concluyendo que los distritos estadísticamente tienen varianzas iguales. Esto significa que se cumple con la homogeneidad de varianzas.

**Figura 23**

*Prueba Tukey del porcentaje de inhibición*



En la Figura 23 se observa que existe diferencias en la dispersión entre distritos, La Unión Leticia, Huasahuasi, Tapo y Tarma, a pesar de las diferencias visuales, estadísticamente las variables no son significativas, el test de Barlett con un P-valor 0,693 nos afirma lo ya mencionado, también se confirman estos datos en la comparación de medias Tabla 14.

**Tabla 14**

*Comparación de medias del porcentaje de inhibición*

<b>Distritos</b>	<b>N</b>	<b>Media Aritmética</b>	<b>Agrupación</b>		
<b>Palca</b>	3	78,0676	A		
<b>La Unión Leticia</b>	3	75,7488	A		
<b>Tapo</b>	3	75,0725	A		
<b>Palcamayo</b>	3	74,7826	A	B	
<b>Huarcicolca</b>	3	64,3478	A	B	C
<b>Acobamba</b>	3	58,7440		B	C
<b>Tarma</b>	3	51,8841			C
<b>Huasahuasi</b>	3	32,9469			D

*Nota:* Letras diferentes indican diferencias significativas para un nivel de significación de 0,05.

Considerando los resultados de rendimiento de aceite esencial y la capacidad antioxidante, podemos indicar que el aceite esencial de Tapo tiene un potencial para producir aceite esencial con buen rendimiento y buena capacidad antioxidante, pero también existe cierto acercamiento de otros 4 distritos que también tienen la capacidad de neutralizar el radical eficientemente.

#### **4.4. Composición química del aceite esencial de hierbabuena (*M. spicata*)**

##### **4.4.1. Composición química del aceite esencial de *M. spicata* de Huasahuasi**

Se realizó el análisis de la composición química del aceite esencial procedente del distrito de Huasahuasi (Tabla 15), ya que fue la que presentó mayor rendimiento durante su extracción. El análisis de estos compuestos fue realizado en el Laboratorio de Investigación en Ciencia y Tecnología de Recursos (LABICER) de la Universidad Nacional de Ingeniería con el equipo cromatografía de gases (GC) utilizando el equipo Shimadzu GC-2010 Plus.

**Tabla 15***Composición cromatográfica del aceite esencial de M. spicata de Huasahuasi*

# Pico	TR (min)	CAS	Nombre químico	Área (%)	IS
1	4,311	6728-26-3	2-Hexal	0,1	95
2	5,789	41239-48-9	2,5-Dietiloxolano	0,09	92
3	7,474	80-56-8	$\alpha$ -Pino	0,4	96
4	8,274	79-92-5	Canfeno	0,1	97
5	10,058	3387-41-5	Sabinenos	0,38	96
6	10,173	18172-67-3	$\beta$ -Pino	0,73	96
7	10,886	3391-86-4	Morillo	0,46	97
8	11,851	123-35-3	Mirceno	4,5	95
9	12,34	589-98-0	3-Octanol	0,5	96
10	15,567	5989-27-5	D-Limoneno	12,07	90
11	15,67	470-82-6	Eucaliptol	2,74	84
12	17,24	3779-61-1	$\beta$ -Ocimeno	2	98
13	18,552	3338-55-4	$\beta$ -cis-Ocimeno	0,38	98
14	37,566	464-45-9	Borneol	0,55	97
15	40,734	3792-53-8	Cis-Dihidrocarvona	0,85	93
16	44,902	2244-16-8	D-Carvona	46,78	97
17	46,941	72746-44-2	Dihidroedulano I	0,14	95
18	47,264	41678-32-4	Dihidroedulano II	0,31	92
19	49,639	57287-13-5	Acetato de dihidrocarvilo	0,69	92
20	49,976	491-09-8	Piperitenona	0,09	94
21	51,056	97-53-0	Eugenol	0,09	97
22	51,42	97-42-7	Acetato de carvyl	0,66	95
23	51,721	3856-25-5	Copaene	0,25	94
24	52,148	5208-59-3	$\beta$ -Bourboneno	2,58	97
25	52,616	515-13-9	Cicloexano	0,28	96
26	53,046	488-10-8	Jasmone	0,35	95
27	53,336	489-40-7	$\alpha$ -Gurjuneno	0,65	94
28	53,788	87-44-5	Cariofileno	3,55	96
29	54,237	18252-44-3	$\beta$ -Copaeno	0,3	95
30	54,932	317819-80-0	Isogermacreno D	0,25	94
31	55,057	267665-20-3	Naftaleno	0,68	95
32	55,306	6753-98-6	Humuleno	0,5	96
33	55,63	61691-98-3	Acetato de Geranilgeranilo	0,05	83
34	55,781	54324-03-7	Biciclosesquifelandreno	1,53	90
35	55,834	18794-84-8	$\beta$ -Farneseno	1,01	88
36	56,675	23986-74-5	Gemacreno D	8,06	94

<b>37</b>	57,276	24703-35-3	Biciclogermacreno	1,06	93
<b>38</b>	57,593	515-13-9	$\beta$ -Elemeno	0,18	93
<b>39</b>	58,021	39029-41-9	$\gamma$ -Cadineno	0,22	97
<b>40</b>	58,371	483-77-2	L-Calamenene	0,33	94
<b>41</b>	58,48	483-76-1	$\delta$ -Cadineno	0,47	93
<b>42</b>	59,002	24406-05-1	$\alpha$ -Cadineno	0,2	95
<b>43</b>	60,508	198991-79-6	Germacrene D-4-ol	0,19	90
<b>44</b>	60,575	6750-60-3	Espatulenol	0,13	89
<b>45</b>	60,772	0-00-0	Acetato de E, Z-5,7-Dodecadien-1-ol	0,23	89
<b>46</b>	61,099	577-27-5	Ledol	0,09	92
<b>47</b>	62,073	19912-67-5	Epicubenol	0,57	96
<b>48</b>	63,068	01/11/5937	Cedrelanol	0,26	94
<b>49</b>	63,597	481-34-5	$\alpha$ -Cadinol	0,59	95
<b>50</b>	64,84	81968-62-9	Ent-Germacra-4(15),5,10(14)-trien-1 $\beta$ -ol	0,11	92
<b>51</b>	64,998	35727-45-8	Shyobunol	0,54	96
<b>52</b>	95,741	150-86-7	Fitol	0,16	97

*Nota:* Datos obtenidos del análisis CG-MS de LABICER- UNI de la muestra de aceite esencial de Huasahuasi, TR (Tiempo de retención), CAS (número de registro CAS), IS (Índice de similitud).

El análisis del aceite esencial de la muestra procedente de Huasahuasi reveló que el aceite contiene 52 compuestos, entre los más abundantes se encontraron: D-carvona (46,78%), D-limoneno (12,07%), germacrene D (8,06%), mirceno (4,50%), cariofileno (3,55%), eucaliptol (2,74 %),  $\beta$ -Bourboneno (2,58%),  $\beta$ -Ocimeno (2,00%), Biciclosesquifelandreno (1,53%), Biciclogermacreno (1,06%) y  $\beta$ -Farneseno (1,01%).

#### **4.4.2. Composición química del aceite esencial de *M. spicata* de Tapo**

Se llevo a cabo un segundo análisis de composición química de aceite esencial, esta vez correspondiente del distrito de Tapo (Tabla 16), el cual fue el segundo mayor rendimiento y obtuvo valores destacados en la actividad antioxidante, indicando una buena capacidad de inhibir los radicales libres, se realizó el análisis para identificar los compuestos presentes en la muestra las cuales podrían estar relacionadas con su potencial antioxidante.

El análisis fue realizado en los laboratorios de la Universidad Nacional de Ingeniería, en el laboratorio LABICER. De la Universidad Nacional de Ingeniería y paso a ser analizada con el equipo de GCMS Cromatógrafo de Gases SHIMADZU, GC-2010 Plus.

**Tabla 16***Composición cromatográfica del aceite esencial de M. spicata de Tapo*

# Pico	TR (min)	CAS	Nombre químico	Área (%)	IS
1	4,297	6728-26-3	2- Hexenal	0,15	96
2	7,427	80-56-8	Alfa- pineno	0,20	96
3	9,998	3387-41-5	Sabineno	0,37	96
4	10,109	18172-67-3	$\beta$ -pineno	0,54	96
5	10,883	3391-86-4	Octenol	0,56	98
6	11,711	123-35-3	Mirceno	0,44	96
7	12,339	589-98-0	3- octanol	0,44	96
8	13,881	554-61-0	$\delta$ -2-careno	0,59	95
9	15,412	5989-27-5	D-Limoneno	4,14	90
10	15,684	470-82-6	Eucaliptol	7,39	94
11	17,109	3779-61-1	$\beta$ -Ocimeno	0,79	98
12	19,499	99-85-4	$\gamma$ - terpineno	1,23	96
13	21,141	17699-16-0	Hidrato de trans-sabineno	4,88	93
14	38,968	20126-76-5	4-Terpineol, (-)-	4,32	95
15	40,836	619-01-2	Dihidrocarveol	0,78	94
16	41,147	38049-26-2	Dihidrocarveol	1,26	94
17	44,559	1197-06-4	Carveol II	12,96	91
18	44,825	6485-40-1	l-Carvona	14,31	89
19	44,981	6485-40-1	L (-)-Carvona	12,63	96
20	44,242	41678-32-4	Dihidroedulano II	0,27	91
21	49,691	57287-13-5	Acetato de dihidrocarvilo, (-)-	2,98	95
22	51,056	97-53-0	Eugenol	0,41	97
23	51,453	1134-95-8	Acetato de carvilo E	2,08	95
24	51,682	3856-25-5	Copaeno	0,12	95
25	52,114	5208-59-3	$\beta$ -Bourboneno	2,03	97
26	52,598	515-13-9	(-)- $\beta$ -Elemene	0,86	96
27	53,087	488-10-8	Jazmín	0,69	95
28	53,296	489-40-7	$\alpha$ -Gurjuneno	0,22	94
29	53,787	87-44-5	Cariofileno	4,46	97
30	54,198	18252-44-3	$\beta$ -copaeno	0,22	95
31	54,891	317819-80-0	Isogermacreno D	0,18	97
32	55,264	6753-98-6	Humuleno	0,53	96
33	55,576	68832-35-9	Epi- $\beta$ -Cariofileno	0,39	93
34	55,785	18794-84-8	$\beta$ -Farneseno	0,80	96
35	56,121	96-08-2	Diepóxido de limoneno	0,08	84
36	56,574	23986-74-5	Germacreno D	2,58	94
37	57,260	:3242-08-8	$\gamma$ -Elemeno	1,95	94
38	57,578	:515-13-9	$\beta$ -Elemol	0,83	94
39	57,983	:5956-09-2	Desoxibaimuxinol	0,16	94

40	58,432	:483-76-1	$\delta$ -Cadinen	0,18	93
41	59,594	639-99-6	$\alpha$ -ELEMOL	3,41	96
42	60,395	25152-85-6	Benzoato de cis-3-hexenilo	0,06	94
43	60,573	6750-60-3	Espatulenol	0,56	95
44	60,746	1139-30-6	Óxido de cariofileno	0,41	94
45	61,267	63891-61-2	Rosifolio	0,09	93
46	62,570	1460-73-7	Agaroespirol	0,05	87
47	62,706	1209-71-8	Machilol	0,88	96
48	62,974	1212211-43-2	Ledol	0,10	87
49	63,372	473-15-4	$\beta$ -Eudesmol	1,00	96
50	63,501	473-16-5	$\alpha$ -Eudesmol	0,95	95
51	63,655	481-34-5	$\alpha$ -Cadinol	0,14	89
52	64,144	639-99-6	$\alpha$ -Elemol	2,05	93
53	64,972	35727-45-8	Shyobunol	0,18	96
54	95,723	150-86-7	Fitol	0,13	98

*Nota:* Datos obtenidos del análisis CG-MS de LABICER- UNI de la muestra de aceite esencial de Tapo, TR (Tiempo de retención), CAS (número de registro CAS), IS (Índice de similitud).

En la Tabla 16 se presentan los resultados obtenidos del análisis cromatográfico, de aceite esencial extraído de la muestra de hierbabuena procedente de Tapo. Los compuestos mayoritarios fueron: l-carvona (14,31%); carveol II (12,96%); L (-)-carvona (12,63%); eucaliptol (7.39%); Hidrato de trans-sabineno (4,88%); cariofileno (4,46%); 4-terpineol, (-)- (4,32%) y D-limoneno (4,14%).

## V. DISCUSIONES

En esta investigación al realizar la extracción del aceite esencial se aplicaron los métodos de “hidrodestilación” y de “arrastre de vapor”. Se observó que el método de arrastre de vapor utilizando el equipo Extractor de Aceites Esenciales (FIGMAY), no permitía la retención de aceite esencial en el colector del equipo. Por otro lado, el método de “hidrodestilación” utilizando el equipo Clevenger, demostró mejores resultados con respecto al volumen de extracción del aceite esencial. La diferencia en la extracción entre los métodos también se relaciona a la naturaleza de la materia prima y la duración del proceso. Se propone la “hidrodestilación” como método estándar para investigaciones similares de *M. spicata*.

Al realizar la comparación de la extracción de aceite esencial de muestras de cada distrito. El mayor rendimiento se obtuvo de las muestras de Huasahuasi, con un promedio de 1,11%, es decir, 0,33 mL/30g o de 1,2 mL/100g. Comparado con estudios previos como el realizado por Meloni et al. (2019) quien obtuvo rendimientos de 0,8 a 1,3 mL/100g de aceite esencial de hierbabuena, en un estudio realizado en Argentina. En otro estudio Huaraca et al. (2021) reportó un rendimiento de aceite esencial de hierbabuena entre 0,56 a 0,87%. Esta similitud demuestra que el aceite esencial obtenido de la hierbabuena producida en los distritos de Tarma tiene potencial para la industria. La variación de los rendimientos observados en el presente estudio dependiendo de la procedencia de la muestra pudo haber sido influenciado por las características del suelo y estado del cultivo, esta afirmación coincide con lo reportado por Chauhan et al. (2009), quienes señalaron que la calidad del suelos y las condiciones de cultivo afectan el contenido del aceite esencial.

Al evaluar y comparar la actividad antioxidante de los aceites esenciales por el método del radical DPPH se pudo observar que la muestra de Tapo presentó una mayor capacidad antioxidante, expresado en porcentaje de inhibición, obteniendo en promedio  $75,07 \pm 3,514$  en la cual también se observó que existe variación en el porcentaje de inhibición entre los distritos estas mismas variaciones se pueden observar en Bardaweel et al. (2018) reportaron una actividad antioxidante expresado en  $IC_{50}$  de 3450  $\mu\text{g/mL}$  en aceite esencial obtenido de la parte aérea de la *M. spicata* en plena floración producidas en Argelia. En otro estudio realizado por Niksic et al. (2018) encontraron una actividad antioxidante de 41,23  $\mu\text{g/mL}$  expresado en  $IC_{50}$  de aceite esencial obtenido de las hojas de la planta silvestre de *M. spicata* en plena floración colectadas en Bosnia y Herzegovina. A diferencia de las investigaciones ya mencionadas, Alsaraf et al. (2021) realizó la extracción del aceite esencial con hojas

frescas de *M. spicata* colectada en Oman y encontraron una actividad antioxidante del aceite esencial expresado en IC<sub>50</sub> de 26,64 µg/mL obtenido del aceite esencial. Como se puede observar en nuestros resultados y los resultados reportados en la literatura consultada, la actividad antioxidante del aceite esencial de *M. spicata* podría tener variación dependiendo de la zona de producción, esto nos ayuda a comprender mejor la variabilidad en cuanto a los resultados obtenidos en la investigación.

Al identificar los compuestos presentes en el aceite esencial de las muestras con mejor rendimiento y alta capacidad antioxidante por GC-MS, revelo diferencias en la composición de los aceites esenciales. La muestra de Huasahuasi presentó 52 compuestos, con alta concentración de D-carvona (46,78%), D-limoneno (12,07%), germacrene D (8,06%), mirceno (4,50%). Por otro lado, la muestra de Tapo, con 54 compuestos, destacó por su contenido de l-carvona (14,31%), carveol II (12,96%), L (-)-carvona (12,63%), eucaliptol (7,39%). Nuestros resultados difieren con lo reportado por Meloni et al. (2019) quienes encontraron carvona (60,72%), limoneno (14,23%) y β-mirceno (2,33%), como componentes mayoritarios. Chauhan et al. (2009) reporto un mayor contenido de carvona (49,62%) y limoneno (9,57%). Así mismo, los investigadores Scherer et al. (2013) reportaron a la carvona (67%), limoneno (14,3%), muroleno (2,3%) y mirceno (2,1%) como los mayores constituyentes del aceite esencial de hierbabuena. Esto sugiere que el aceite esencial de *M. spicata* producida en la provincia de Tarma tiene compuestos similares en una concentración próxima a lo reportado en estudios de otros países. Por otro lado, los compuestos identificados en el aceite esencial propiedades bioactivas y aplicaciones industriales. Por ejemplo, el D-limoneno se utiliza en la elaboración de productos de limpieza, cosméticos y como saborizante en la industria alimentaria debido a sus propiedades antimicrobianas y aromáticas (Cedeño, 2021). El D-carvona como agente saborizante y aromatizante, además es usado en la elaboración de cosméticos y productos de higiene (Arguello et al., 2014). El germacrene D es reconocido por su actividad insecticida y antifúngica, y es aplicada como saborizante y para la preparación de fragancias (Castillo et al., 2020). Por su parte el mirceno destaca por su aroma y su efecto antiinflamatorio, siendo comúnmente incorporado en fragancias, ungüentos y productos de cuidado personal (Cepeda et al., 2019). El Carveol II al igual que el D- Carvona, presenta un aroma mentolado haciéndolo útil como saborizante y aromatizante en alimentos, además posee propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y antimicrobianas es usada como saborizante y aromatizante de alimento gracias a su aroma a menta, dentro de la medicina tiene propiedades

antioxidantes, antiinflamatorias, antimicrobianas y aplicaciones terapéuticas en trastornos gastrointestinales y como relajantes (Serafim et al., 2021). El L(-)-Carvona es un isómero proveniente de la Carvona, de propiedades similares los cuales le permite ser usada dentro de la industria alimentaria, cosmética y farmacéutica ( Meloni et al., 2019) y por su parte el eucaliptol es un compuesto muy versátil, utilizado en diferentes ramas de la medicina, en la industria cosmética, en artículos de limpieza y como repelente de insectos (Gomez, 2021). Por tanto, el aceite esencial de hierbabuena tarmeña tiene potencial para incorporarse en el mercado nacional e internacional, ya sea para aplicaciones médicas, cosméticas y otros productos funcionales.

A partir de los resultados obtenidos, se realizó una comparación detallada entre los componentes químicos del aceite esencial de las muestras de Tapo y Huasahuasi, con el fin de explicar las diferencias en la capacidad de inhibir los radicales libres. Se evidencia que ambas muestras discrepan tanto en la cantidad como en la presencia de los compuestos, lo que propone que estos cambios influyen directamente en la actividad antioxidante del aceite esencial. Especialmente el aceite esencial de Tapo presentó mayores concentraciones de l-carvona, carveol II, L (-)-carvona y Eucaliptol, estos compuestos juegan un papel no solo en la actividad antioxidante individualmente, sino que en forma conjunta. Estos rasgos podrían explicar el alto porcentaje de inhibición. Por otra parte, el aceite esencial de Huasahuasi, aunque presentó mayor cantidad de D-carvona, no alcanzo los mismos niveles de actividad antioxidante, lo que indicaría que la actividad de este compuesto por sí solo no es suficiente, especialmente cuando no se encuentra acompañado de otros compuestos potenciadores. La presencia del carveol II, un terpenoide con alta capacidad antioxidante fue encontrada en la muestra de Tapo. Según Meloni et al. (2019), este compuesto tiene un alto potencial antioxidante. Rahman et al. (2021) y Serafim et al. (2021) demostraron en sus investigaciones que el carveol no solo tienen efectos antioxidantes por si solos, sino que también puede ser activador y potenciar la acción antioxidante de otros compuestos. En complemento, Celis et al. (2007) encontró que la carvona y sus isómeros influyen significativamente en la actividad antioxidante del aceite esencial de las plantas, pero también esta influencia depende de su concentración y la interacción con otros compuestos. Esto explica que, Huasahuasi que a pesar de contener alto porcentaje de D- carvona su comportamiento no fue suficiente para tener una alta actividad antioxidante, probablemente debido a la ausencia de compuestos que puedan incrementar la acción oxidativa. En comparación, el eucaliptol encontrado en la muestra de Tapo también es reconocido por su

alto valor oxidativo lo que pudo haber influenciado en el alto rendimiento de actividad antioxidante menciona.

Finalmente se consideró que las diferencias en la composición química entre ambas muestras podrían atribuirse a las condiciones edafoclimáticas como el tipo de suelo, la altitud, la humedad, la temperatura y la exposición al sol en las que la planta haya crecido. Como menciona Chrysargyris et al. (2021) precisamente en su investigación encontró que el cuidado en el riego y la nutrición de la planta durante su crecimiento influyen en la concentración de los compuestos químicos y bioactivos. Del mismo modo Meloni et al. (2019) considera también que las condiciones ambientales, las prácticas de cultivo y el genotipo de la planta influyen en la composición de la planta y por ende en el aceite esencial, una observación similar fue realizada por Ruiz (2017) quien reportó que el tipo de suelo y su fertilización afecta a la calidad y cantidad de los compuestos del aceite esencial.

## VI. CONCLUSIONES

- Comparando los datos obtenidos del rendimiento en porcentaje, el distrito de Huasahuasi presentó mayor rendimiento con un promedio de 1,11%, esto podría indicar que las condiciones de cultivo de este distrito favorecen al cultivo de la hierbabuena por ende la producción de aceite esencial.
- El aceite esencial obtenido de la muestra de Tapo presentó mayor capacidad antioxidante a pesar de su menor rendimiento de aceite esencial. Su actividad antioxidante se puede explicar por la presencia de los compuestos: l-carvona, cerverol II y el eucaliptol, compuestos con comprobada actividad antioxidante. Aunque el aceite esencial de Huasahuasi tenía mayor concentración de D- carvona y D-limoneno tuvieron una menor capacidad antioxidante que el aceite esencial de Tapo. Esto demuestra que la calidad del aceite esencial no siempre está ligada al rendimiento de extracción sino también a la composición.
- Se concluye que en la comparación de compuestos químicos hechos al aceite esencial de la hierbabuena proveniente de Huasahuasi y Tapo se identificaron 52 y 54 compuestos, respectivamente. Se pudo evidenciar que existe diferencias en la calidad del aceite esencial de los distritos de Tarma, ya que en la muestra de Huasahuasi se observó un alto contenido de D-carvona y D-limoneno, mientras que la muestra de Tapo mostró diversidad de isómeros de carvona, compuestos como carveol y eucaliptol los cuales mostraron una alta actividad antioxidante. Esta diversidad en los aceites esenciales de la hierbabuena puede ser aplicados según su requerimiento y contribuir a la industria y a la salud humana
- El aceite esencial obtenido de *M. spicata* de Tarma y sus distritos presenta un alto potencial en su composición y capacidad antioxidante, semejante al de aceites producidos en otros países. La presencia de compuestos permite ser aplicadas en la industria, lo que favorece su viabilidad para su inserción en el mercado de productos naturales a nivel nacional e internacional.

## VII. RECOMENDACIONES

- Recomendamos a los futuros investigadores realizar más pruebas con el método de “arrastre de vapor” usando otras configuraciones del extractor de aceites esenciales, para analizar el nivel rendimiento del aceite esencial y concluir si efectivamente los compuestos afectan en el rendimiento del aceite esencial extraído por este método.
- Se recomienda a los agricultores de los distritos de Tarma desarrollar más el cultivo de la hierbabuena como una alternativa agrícola rentable y también aprovechar la obtención del aceite esencial ya que como se ha demostrado en este estudio esta planta y su derivado tienen un alto potencial en la industria gracias a sus propiedades, creando así productos con valor agregado.
- Se recomienda evaluar para futuras investigaciones científicas y emprendimientos, las interacciones entre los compuestos del aceite esencial de la *M. spicata*, ya que según los resultados estas interacciones permiten que la capacidad antioxidante del aceite esencial sea mayor. Comprender mejor estas interacciones permitirán optimizar las formulaciones de productos naturales a base de esta planta para su posterior usos terapéutico o industrial.
- Se sugiere para posteriores investigaciones realizar pruebas de composición química de los aceites esenciales de los demás distritos de Tarma para poder conocer las características y beneficios, ya que cada aceite esencial tiene una composición diferente debido al lugar de origen y las condiciones de cultivo.
- Se recomienda al sector agroindustrial, realizar estudios a escala comercial para evaluar rendimientos y costos de manufactura, esto con la finalidad de evaluar la rentabilidad y viabilidad de la implementación de una industria de aceites esenciales a partir de las hojas de *M. spicata*.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ato, Manuel, López, Juan J., y Benavente, Ana. (2013). Un sistema de clasificación de los diseños de investigación en psicología. *Anales de Psicología*, 29(3), 1038-1059. <https://dx.doi.org/10.6018/analesps.29.3.178511>
- Alsaraf, S., Hadi, Z., Akhtar, M. J., y Khan, S. A. (2021). Chemical profiling, cytotoxic and antioxidant activity of volatile oil isolated from the mint (*Mentha spicata* L.) grown in Oman. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 34(Lawrence 2007), 43–48. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2021.102034>
- Arguello Martín, M. I., Mayorga Vílchez Br, T. V., Mendoza Jiménez, M. G., y Vargas Pizarro Br, Y. A. (2014). Identificación de Quimiotipos Cineol, Qarvona por Cromatografía de Capa Fina, con Determinación del Rendimiento porcentual del Aceite Esencial de Planta Juanilama (*Lippia alba*) Obtenidas en Estelí y Rivas, Nicaragua, En el período de abril a diciembre, 20. [ Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua recinto Universitario ‘‘Rubén Darío’’]. [https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/01/877530/identificacion-de-quimiotipos-cineol-carvona-por-cromatografia-\\_d3WZEBv.pdf](https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/01/877530/identificacion-de-quimiotipos-cineol-carvona-por-cromatografia-_d3WZEBv.pdf)
- Ávila Zárraga, J. G., Gavilán García, I. C., y Cano Díaz, G. S. (2015). *Teoría y experimentos de química orgánica con un enfoque de química verde*. Universidad Nacional Autónoma de México 131. <https://librooa.unam.mx/bitstream/handle/123456789/266/Avila-Gavilan-Cano-PE204306.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Bardaweel, S. K., Bakchiche, B., ALSalamat, H. A., Rezzoug, M., Gherib, A., y Flamini, G. (2018). Chemical composition, antioxidant, antimicrobial and Antiproliferative activities of essential oil of *Mentha spicata* L. (Lamiaceae) from Algerian Saharan atlas. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 18(1), 1–7. <https://doi.org/10.1186/s12906-018-2274-x>
- Benítez-Estrada, A., Villanueva-Sánchez, J., González-Rosendo, G., Alcántar-Rodríguez, V. E., Puga-Díaz, R., y Quintero-Gutiérrez, A. G. (2020). Determinación de la capacidad antioxidante total de alimentos y plasma humano por fotoquimioluminiscencia: Correlación con ensayos fluorométricos (ORAC) y espectrofotométricos (FRAP). *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 23, 1–9. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2020.0.244>
- Bernal R., G. S. R. y M. C. (eds). (2015). *Catalogo de plantas y líquenes de Colombia*.

- <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:451162-1>
- Caillagua, S., y Sánchez, J. (2022). *Extracción de aceite esencial de ruda (Ruta graveolens) mediante la metodología de arrastre de vapor*. [ Tesis para optar Título profesional, Universidad Técnica De Cotopaxi]. <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/aad5cfbf-02e1-4c3e-b51d-5fa9daaf6925/content>
- Calderón, C., Seperiza Wittwer, A., y Florez Mendez, J. (2022). Perfil químico y capacidad antioxidantes de hierbas aromáticas del sur de Chile con fines medicinales. *Revista Alfa*, 6(18), 463–476. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v6i18.183>
- Casado Villaverde, I. (2018). *Optimización de la extracción de Aceites Esenciales por destilación en Corriente de Vapor*. [ Tesis para optar Titulo profesional, Universidad Politécnica de Madrid]. 1, 84. [https://oa.upm.es/49669/1/TFG\\_IRENE\\_CASADO\\_VILLAVERDE.pdf](https://oa.upm.es/49669/1/TFG_IRENE_CASADO_VILLAVERDE.pdf)
- Cedeño, M. A. D. C. (2021). Degradación de la espuma de poliestireno mediante el uso del D-Limoneno. *Fitoquímica experimental*, June, 8. [https://www.researchgate.net/profile/David-Coello-Cedeno/publication/352550758\\_Degradacion\\_de\\_la\\_espuma\\_de\\_poliestireno\\_mediante\\_el\\_uso\\_del\\_D-Limoneno/links/60cee551a6fdcc01d48666ed/Degradacion-de-la-espuma-de-poliestireno-mediante-el-uso-del-D-Limoneno.p](https://www.researchgate.net/profile/David-Coello-Cedeno/publication/352550758_Degradacion_de_la_espuma_de_poliestireno_mediante_el_uso_del_D-Limoneno/links/60cee551a6fdcc01d48666ed/Degradacion-de-la-espuma-de-poliestireno-mediante-el-uso-del-D-Limoneno.p)
- Celis, C., Escobar, P., Isaza, J., Stashenko, E., y Martínez, J. (2007). Estudio comparativo de la composición y actividad biológica de los aceites esenciales extraídos de *Lippia alba*, *Lippia origanoides* y *Phyla dulcis*, especies de la familia Verbenaceae. *Scientia et Technica*, 1(33), 103–105. <https://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/6131>
- Cepeda, V., Farías, L., Rubio, A., & Sáenz, A. (2019). Estudio de la polimerización en emulsión empleando mircenol como monómero natural. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 20(4), 146–155.
- Cerpa, M. (2007). *Hidrodestilacion De Aceites Esenciales: Modelamiento y caracterización*. [ Tesis Doctoral, Universidad de Valladolid]. 304. [https://www.researchgate.net/profile/Manuel-Cerpa-2/publication/235356074\\_Hidrodestilacion\\_de\\_aceites\\_esenciales\\_Modelado\\_y\\_Caracterizacion/links/54f8f71d0cf28d6deca2dbdc/Hidrodestilacion-de-aceites-esenciales-Modelado-y-Caracterizacion.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Manuel-Cerpa-2/publication/235356074_Hidrodestilacion_de_aceites_esenciales_Modelado_y_Caracterizacion/links/54f8f71d0cf28d6deca2dbdc/Hidrodestilacion-de-aceites-esenciales-Modelado-y-Caracterizacion.pdf)
- Chauhan, R. S., Kaul, M. K., Shahi, A. K., Kumar, A., Ram, G., y Tawa, A. (2009). Chemical

- composition of essential oils in *Mentha spicata* L. accession [IIIM(J)26] from North-West Himalayan region, India. *Industrial Crops and Products*, 29(2–3), 654–656. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2008.12.003>
- Chitue-de-Assuncao-Nascimento, J., Lafargue-Pérez, F., Díaz-Velázquez, M., Barrera-Vaillant, N., Arrero-Delange, D., y Varela-Hernández, K. (2013). Análisis cromatográfico del aceite vegetal de *Jatropha curcas* L. crudo y refinado. *Revista Cubana de Química*, XXV(2), 143–149.
- Chrysargyris, A., Koutsoumpeli, E., Xylia, P., Fytrou, A., Konstantopoulou, M., y Tzortzakis, N. (2021). Organic cultivation and deficit irrigation practices to improve chemical and biological activity of *mentha spicata* plants. *Agronomy*, 11(3), 599. <https://doi.org/10.3390/agronomy11030599>
- Dao, T. P., Tran, N. Q., Tran, T. T., y Lam, V. T. (2021). Assessing the kinetic model on extraction of essential oil and chemical composition from lemon peels (*Citrus aurantifolia*) by hydro-distillation process. *Materials Today: Proceedings*, 51, 172–177. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.05.069>
- Devia Castillo, B. O., Mahecha Jiménez, Y., Franco Nieves, M. F., y Matulevich Peláez, J. A. (2020). Composición química de aceites esenciales de hojas de *Fridericia florida* DC. y *Fridericia chica* (Bonpl.). *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 15(1), 63–70. <https://doi.org/10.18359/rfcb.3676>
- Dionisio, K. L., Phillips, K., Price, P. S., Grulke, C. M., Williams, A., Biryol, D., Hong, T., y Isaacs, K. K. (2018). Data Descriptor: The Chemical and Products Database, a resource for exposure-relevant data on chemicals in consumer products. *Scientific Data*, 5. <https://doi.org/10.1038/sdata.2018.125>
- FIGMAY SRL. (2021). *Extractor de Aceites Esenciales - Escala Laboratorio e Industrial - Figmay*. <https://figmay.com/extractor-de-aceites-esenciales/>
- Gomez, K. (2021). *Eficacia de los solventes endodónticos (eucaliptol, óleo de naranja y aceite esencial de limón) en retratamientos del conducto radicular para disolver la gutapercha a diferentes intervalos de tiempo. In Vitro*. [ Tesis para optar Título profesional, Universidad Privada Norbert Wiener] *Universidad privada norbert wiener*, 67. <https://hdl.handle.net/20.500.13053/4775>
- Guillén, M. (2022). *Aplicación del ultrasonido en la extracción por hidrodestilación y microondas de aceite esencial de cáscara de limón (Citrus aurantifolia)*. [Tesis para optar Título profesional, Universidad Nacional Agraria La Molina] <https://repositorio.lamolina.edu.pe/server/api/core/bitstreams/cc07359c-adfa-42ea->

aaf5-7e6cd16f3951/content

- Huaraca Aparco, R., Delgado Laime, M. D. C., Tapia Tadeo, F., y Nolasco Carbajal, G. (2021a). Perfil químico y actividad antioxidante de aceites esenciales de hierbas aromáticas altoandinas del Perú. *Revista Alfa*, 5(14), 153–165. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v5i14.106>
- Huaraca Aparco, R., Delgado Laime, M. D. C., Tapia Tadeo, F., y Nolasco Carbajal, G. (2021b). Perfil químico y actividad antioxidante de aceites esenciales de hierbas aromáticas altoandinas del Perú. *Revista Alfa*, 5(14), 153–165. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v5i14.106>
- Huarcaya Leyva, F. (2021). Rendimiento y evaluación de algunas propiedades físicas del aceite esencial obtenida por el método de arrastre con vapor de agua de las hojas de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* de plantación en la Universidad Nacional de Ucayali. [Tesis para optar Título profesional, Universidad Nacional de Ucayali]. <https://hdl.handle.net/20.500.14621/4883>
- Instituto Nacional del Cáncer. (2023). Diccionario de cáncer del NCI. En *National Cancer Institution* (pp. 4–6). <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/alcali>
- Kumar, A., y Ashish Kumar, C. (2017). Potential species of aromatic plants for cultivation in semi-arid tropical (Sat) regions of Deccan region. ~ 269 ~ *Journal of Medicinal Plants Studies*, 5(3), 269–272.
- Lumitos. (2011). *Sesquiterpenoides*. <https://www.quimica.es/enciclopedia/Sesquiterpenoides.html>
- Mamani Escobar, O. D. (2022). *Extracción y caracterización del aceite esencial de orégano (Origanum vulgare L.) mediante el método de la hidro-destilación asistida por radiación de microondas (MWHD), de la provincia de Candarave - TACNA*. [Tesis para optar Título profesional, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann]. <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/6578823>
- Martínez, A. (2001). Aceites Esenciales. En *División de Publicaciones UIS*. <https://bit.ly/3y1JZRg>
- Mejia, D. G. (2018). Instrumentos que revolucionaron la química: la historia del espectrofotómetro. *Avances en Química*, 13(3), 79–82. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-36949063535&origin=inward&txGid=eb07812c626778d5720f0b2f78ef465b>

- Meléndez, L. A., Manuel, S., y Cosío, R. (2018). *Procedimiento para la extracción de aceites esenciales en plantas aromáticas*. [Tesis para optar Título profesional, Universidad Privada del Norte]. <https://docplayer.es/5046703-Proyecto-sagarpa-conacyt-126183.html>
- Meloni, A. L. J., Fernando, G., N, D. R., Moura, S. D., y Rosa, B. (2013). Caracterización agronómica y química de *Mentha spicata* L., cultivada en la zona de riego de Río Dulce. [Discurso principal]. IX Jornada de Ciencia y Tecnología, Santiago de Etereó. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/cinn/v11n3/1659-4266-cinn-11-03-00327.pdf>
- Meloni, D. A., Lescano, J. A., Arraiza, M. P., y Beltrán, R. E. (2019). Yield, chemical composition and functional properties of essential oils from *Mentha spicata* (Lamiaceae) in Santiago del Estero, Argentina. *UNED Research Journal*, 11(3), 327–333. <https://doi.org/10.22458/urj.v11i3.2624>
- MINSA. (2017). Tablas Peruanas de Composición de Alimentos. En *Perú*. <https://repositorio.ins.gob.pe/xmlui/bitstream/handle/INS/1034/tablas-peruanas-QR.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Niksic, H., Duric, K., Omeragic, E., Niksic, H., Muratovic, S., y Becic, F. (2018). Chemical characterization, antimicrobial and antioxidant properties of *Mentha spicata* L. (Lamiaceae) essential oil. *Bulletin of the Chemists and Technologists of Bosnia and Herzegovina*, 50(Lawrence 2007), 43–48. [https://www.researchgate.net/profile/Samija-Muratovic/publication/326439989\\_Chemical\\_characterization\\_antimicrobial\\_and\\_antioxidant\\_properties\\_of\\_Mentha\\_spicata\\_L\\_Lamiaceae\\_essential\\_oil/links/5b4dabccaa27217ff9b5156/Chemical-characterization-antimicrobi](https://www.researchgate.net/profile/Samija-Muratovic/publication/326439989_Chemical_characterization_antimicrobial_and_antioxidant_properties_of_Mentha_spicata_L_Lamiaceae_essential_oil/links/5b4dabccaa27217ff9b5156/Chemical-characterization-antimicrobi)
- Observatorio de Complejidad Económica. (2023). *Aceites esenciales en Perú | Observatorio de Complejidad Económica*. <https://oec.world/es/profile/bilateral-product/essential-oils/reporter/per>
- Orellana, A. C. (2017). Caracterización del aceite esencial de Hierbabuena (*Mentha Spicata* L.) obtenido por el método de arrastre con vapor. *Repositorio UNC*, 3, 17–22. [http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/3612/Orellana\\_Salazar\\_\\_titulo\\_quimica\\_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/3612/Orellana_Salazar__titulo_quimica_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ortiz, T. R. B., Caicedo, Camargo, Y., y Vélez-Pereira, A. M. (2015). Emisiones biogénicas de monoterpenos en el parque nacional natural tayrona, santa marta (colombia). *Luna Azul*, 40. <https://doi.org/10.17151/luaz.2015.40.8>
- Rafiq, A., Manzoor, B., Nayeem, M., Jabeen, A., y Amin, Q. A. (2023). Extraction of

- essential oils. En *Extraction Processes in the Food Industry* (pp. 279–298). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819516-1.00005-3>
- Rahman, Z. U., Al Kury, L. T., Alattar, A., Tan, Z., Alshaman, R., Malik, I., Badshah, H., Uddin, Z., Khan Khalil, A. A., Muhammad, N., Khan, S., Ali, A., Shah, F. A., Li, J. B., y Li, S. (2021). Carveol a Naturally-Derived Potent and Emerging Nrf2 Activator Protects Against Acetaminophen-Induced Hepatotoxicity. *Frontiers in Pharmacology*, *11*, 621538. <https://doi.org/10.3389/fphar.2020.621538>
- Rodriguez, S. A. (2024). Estudio comparativo entre los métodos de extracción: Hidrodestilación Convencional (HD) e Hidrodestilación Asistida por Microondas (MAHD) para la extracción de aceite esencial - Revisión Sistemática según las directrices PRISMA. [Tesis para optar Título profesional, Universidad Católica de Santa María]. <https://hdl.handle.net/20.500.12920/14596>
- Ruiz. (2017). *Obtención De Aceite Esencial E Hidrolato De Hierbabuena (Mentha Spicata) Mediante El Proceso De Destilación Por Arrastre a Vapor*. [Tesis para optar Título profesional, Universidad Mayor de San Andrés] 1–62. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/13582>
- Ruiz, C., Díaz, C., y Rojas, R. (2015). Composición química de aceites esenciales de 10 plantas aromáticas peruanas. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, *81*(2), 81–94. <https://doi.org/10.37761/rsqp.v81i2.10>
- Sadgrove, N., y Jones, G. (2015). A Contemporary Introduction to Essential Oils: Chemistry, Bioactivity and Prospects for Australian Agriculture. En *Agriculture (Switzerland)* (Vol. 5, Número 1, pp. 48–102). Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/agriculture5010048>
- Scherer, R., Lemos, M. F., Lemos, M. F., Martinelli, G. C., Martins, J. D. L., y da Silva, A. G. (2013). Antioxidant and antibacterial activities and composition of Brazilian spearmint (*Mentha spicata* L.). *Industrial Crops and Products*, *50*, 408–413. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.07.007>
- Serafim, C. A. de L., Araruna, M. E. C., Alves Júnior, E. B., Silva, L. M. O., Silva, A. O., da Silva, M. S., Alves, A. F., Araújo, A. A., y Batista, L. M. (2021). (-)-Carveol Prevents Gastric Ulcers via Cytoprotective, Antioxidant, Antisecretory and Immunoregulatory Mechanisms in Animal Models. *Frontiers in Pharmacology*, *12*. <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.736829>
- Serralheiro, M. L. M., Falé, P. L., Ferreira, C., Rodrigues, A. M., Cleto, P., Madeira, P. J. A., Florêncio, M. H., Frazão, F. N., y Serralheiro, M. L. M. (2013). Antioxidant and

- anti-acetylcholinesterase activity of commercially available medicinal infusions after in vitro gastrointestinal digestion. *Journal of Medicinal Plants Research*, 7(20), 1370–1378. <https://doi.org/10.5897/JMPR13.4438>
- Shahidi, F., y Zhong, Y. (2015). Measurement of antioxidant activity. En *Journal of Functional Foods* (Vol. 18, pp. 757–781). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.01.047>
- Tapia, L. (2021). *Centro de Investigación Sostenible de la Floricultura Provincia de Tarma*. [Tesis para optar Título profesional, Universidad Ricardo Palma], 1–464. <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/4119>
- Thamaria, N., y Unigarro et al. (2005). Extracción de aceite esencial crudo de hierbabuena (*mentha citrata ehrh.*) con la aplicación del método de extracción por arrastre con vapor variando los tamaños de muestra y humedad a partir de pruebas a nivel laboratorio. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 12 Suppl 1(9), 1–29. <https://www.coursehero.com/file/138832134/Pre-Lab-4-QO1pdf/>
- Vásquez Ribeiro, O., Alva, A., y Marreros Valles, J. (2001). Extracción y caracterización del aceite esencial de jengibre (*Zingiber officinale*). *Revista Amazónica de Investigación Alimentaria*, 1(1), 38–42.
- Vázquez-Ovando, A., Mejía-Reyes, J. D., García-Cabrera, K. E., y Velázquez-Ovalle, G. (2022). Capacidad antioxidante: conceptos, métodos de cuantificación y su aplicación en la caracterización de frutos tropicales y productos derivados. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 9(1), 9–33. <https://doi.org/10.23850/24220582.4023>

# ANEXOS

## Anexo 1

### Matriz de consistencia

<b>Título: CARACTERIZACIÓN Y COMPARACIÓN DE LA ESPECIE AROMÁTICA HIERBABUENA (<i>M. spicata</i>) EN TARMA Y SUS DISTRITOS</b>				
<b>Problema</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Variables</b>	<b>Metodología</b>
<p><b>Problema General</b></p> <p>¿Cuál es el rendimiento, actividad antioxidante, comportamiento cinético y composición química del aceite esencial obtenido por “hidrodestilación” y “arrastre de vapor” a partir de las hojas de hierbabuena (<i>M. spicata</i>) cultivada en los distritos de la provincia de Tarma?</p>	<p><b>Hipótesis general</b></p> <p>Existe diferencias en el rendimiento, capacidad antioxidante y la composición de aceite esencial extraído por “hidrodestilación” y “arrastre de vapor”, a partir de las hojas de hierbabuena (<i>M. spicata</i>) producidos en los distritos de Tarma.</p> <p><b>Hipótesis específicas</b></p> <p>❖ Los métodos de extracción por “hidrodestilación y “arrastre de vapor” permiten extraer aceite esencial de las hojas de</p>	<p><b>Objetivo general</b></p> <p>Extraer el aceite esencial de las hojas de hierbabuena (<i>M. spicata</i>) producidos en los distritos de Tarma mediante los métodos de “hidrodestilación” y “arrastre de vapor” y caracterizar el rendimiento, capacidad antioxidante y composición química.</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <p>❖ Realizar y comparar la extracción del aceite esencial de <i>M. spicata</i>, aplicando</p>	<p><b>Variables independientes</b></p> <p>❖ Hierbabuena (<i>M. spicata</i>) correspondiente a los 9 distritos de la Provincia de Tarma donde se recolectaron las muestras.</p> <p>❖ Método de extracción: “Hidrodestilación” y “arrastre de vapor”, técnicas para obtener el aceite esencial de las hojas de <i>M. spicata</i>.</p> <p><b>Variables dependientes</b></p> <p>❖ Rendimiento de extracción: relacionada a la cantidad de aceite</p>	<p><b>Tipo de investigación</b></p> <p>El presente estudio es aplicado, ya que busca solucionar un problema específicamente: la valorización de la hierbabuena (<i>M. spicata</i>) cultivada en la provincia de Tarma, por medio de la extracción y la caracterización del aceite esencial obtenido; generando conocimientos útiles y prácticos para la industria.</p> <p><b>Nivel de investigación</b></p> <p>La investigación es de nivel Experimental, puesto que se manipulo directamente las variables independientes (métodos de extracción y zona geográfica) para examinar su efecto sobre las variables</p>

<p><b>Problemas específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ ¿Qué diferencias existen entre los métodos de “hidrodestilación” y “arrastre de vapor”?</li> <li>❖ ¿Cómo varía el rendimiento del aceite esencial extraído de las hojas de la hierbabuena (<i>M. spicata</i>) entre los diferentes distritos de Tarma?</li> <li>❖ ¿Cuánto es el porcentaje de la actividad antioxidante del aceite esencial de la hierbabuena (<i>M. spicata</i>)</li> </ul>	<p>hierbabuena (<i>M. spicata</i>), con variaciones en el rendimiento dependiendo del método de extracción.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ El rendimiento del aceite esencial de hierbabuena (<i>M. spicata</i>) varía entre los distritos de Tarma.</li> <li>❖ La capacidad antioxidante de aceite esencial extraída de hierbabuena (<i>M. spicata</i>) es diferente según el distrito de cultivo.</li> <li>❖ La composición química del aceite esencial de la <i>M. spicata</i>, determinada por (GC-MS) presenta variaciones.</li> </ul>	<p>los métodos de “hidrodestilación” y “arrastre de vapor”.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Determinar el rendimiento del aceite esencial obtenido de las muestras de Tarma y distritos.</li> <li>❖ Evaluar y comparar la capacidad antioxidante del aceite esencial obtenido de la hierbabuena (<i>M. spicata</i>) obtenido de los diferentes distritos de Tarma.</li> <li>❖ Identificar los compuestos presentes en el aceite esencial de hierbabuena mediante cromatografía de gases (GC-MS).</li> </ul>	<p>obtenida en relación al peso de la muestra seca (% o v/m).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Actividad antioxidante: capacidad del aceite de inhibir los radicales libres a través del método de DPPH (% de inhibición del radical DPPH).</li> <li>❖ Composición química del aceite esencial: por medio de la identificación de los compuestos presentes en el aceite esencial extraído, a través del (GC-MS).</li> </ul>	<p>dependientes tales como: el rendimiento, la capacidad antioxidante y la composición química del aceite esencial, las pruebas se realizaron en el laboratorio bajo condiciones controladas y por triplicado.</p> <p><b>Método de investigación</b></p> <p>El método de investigación es hipotético-deductivo, ya que se partió de hipótesis planteadas a partir de los antecedentes consultados, las cuales fueron verificadas o refutadas por medio del análisis de datos experimentales. Este método permitió deducir la relación entre las variables y los resultados estadísticamente a través de análisis como el ANOVA y la prueba Tukey.</p> <p><b>Diseño de investigación</b></p> <p>Los experimentos se planificaron con el propósito de evaluar la extracción de aceite esencial con</p>
---	---	--	---	--

<p>obtenido de los diferentes distritos de Tarma?</p> <p>❖ ¿Qué compuestos químicos están presentes en el aceite esencial (<i>M. spicata</i>) según el análisis por cromatografía de gases (GC-MS)?</p>				<p>dos métodos de extracción (arrastre de vapor e hidrodestilación) bajo condiciones de operación constante, con muestras de hierbabuena colectada en los distritos de Tarma (Tarma, Acobamba, Palca, Palcamayo, Tapo, La Unión Leticia, Huaricolca y Huasahuasi) y estableciéndose 3 repeticiones por cada muestra de cada distrito. De acuerdo a esas consideraciones el diseño experimental se encuadra en un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA). Sin embargo, según las evidencias de la investigación no fue posible la extracción de aceite esencial por arrastre de vapor, como se detalla en la sección de resultados de la presente tesis. Por tanto, el diseño experimental utilizado para el presente trabajo fue el diseño completamente aleatorio (DCA), esto debido a que el número de tratamientos (las muestras colectadas en los</p>
---	--	--	--	---

				<p>distritos) y de réplicas de las unidades experimentales utilizadas fueron homogéneas, así mismo, debido a que se tiene un máximo número de grados de libertad para el error, el diseño permitió en la investigación manipular experimentos donde los factores externos fueron minimizados o constantes a razón de haberse desarrollado en su gran parte en el laboratorio (Ato et al., 2013).</p>
--	--	--	--	--

## Anexo 2

### Constancia de determinación Botánica



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES  
LABORATORIO DE DENDROLOGÍA Y HERBARIO



"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de los heroicos batallas de Junín y Ayacucho"

## CONSTANCIA DE DETERMINACIÓN BOTÁNICA

A solicitud del Ing. LARRY OSCAR CHAÑI PAUCAR, investigador de la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma se proporciona la identidad de los especímenes indicados.

La información proporcionada por el depositante sobre las muestras es:

Proyecto "Valoración de especies vegetales aromáticas comercializadas en la Ciudad de Tarma para la obtención de compuestos volátiles usando tecnología de fluidos supercríticos"  
Zona de colección : Huamquillo - Tarma  
Provincia : Tarma  
Departamento : Junín  
Colector : Larry Chañi Paucar

Nº COL	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FAMILIA
LOCP-005	<i>Mentha spicata</i> L.	Menta	LAMIACEAE
LOCP-006	<i>Aloysia citrodora</i> G.Ortega & Palau	Cedrón	VERBENACEAE

Determinado por:

**Carlos Reynel Rodríguez Ph. D.**

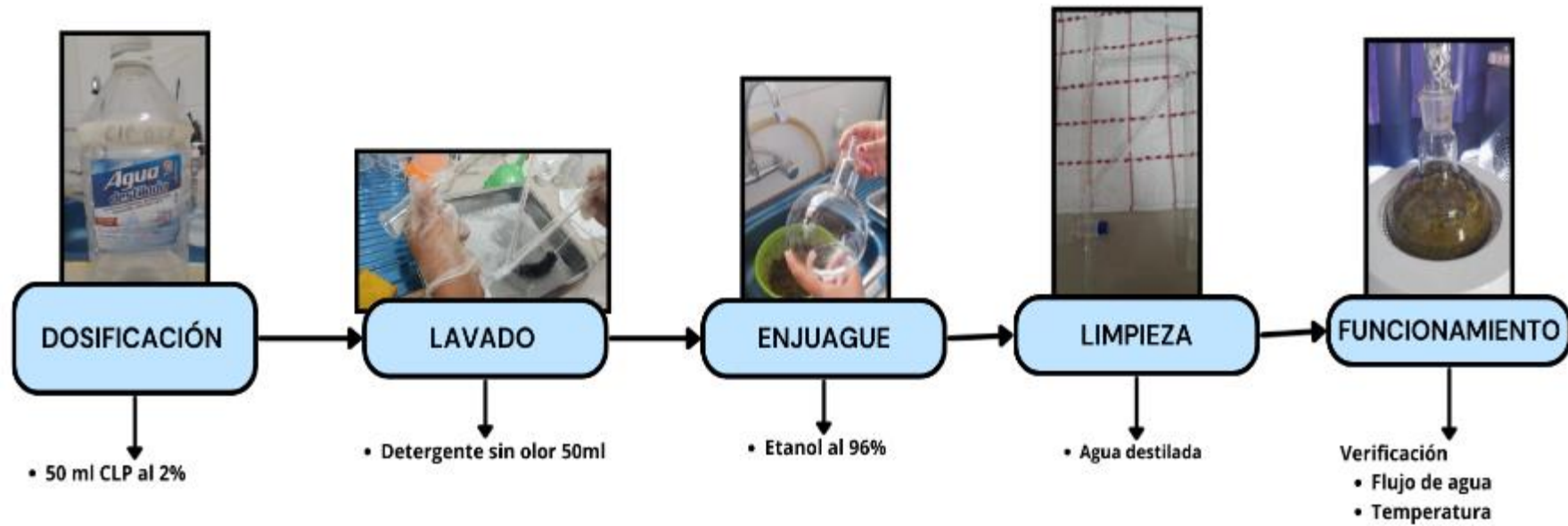
Profesor Principal, Dpto. Académico de Manejo Forestal  
Director del Laboratorio de Dendrología y  
Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales (MOL).

La Molina, 14 de Octubre del 2024

### Anexo 3

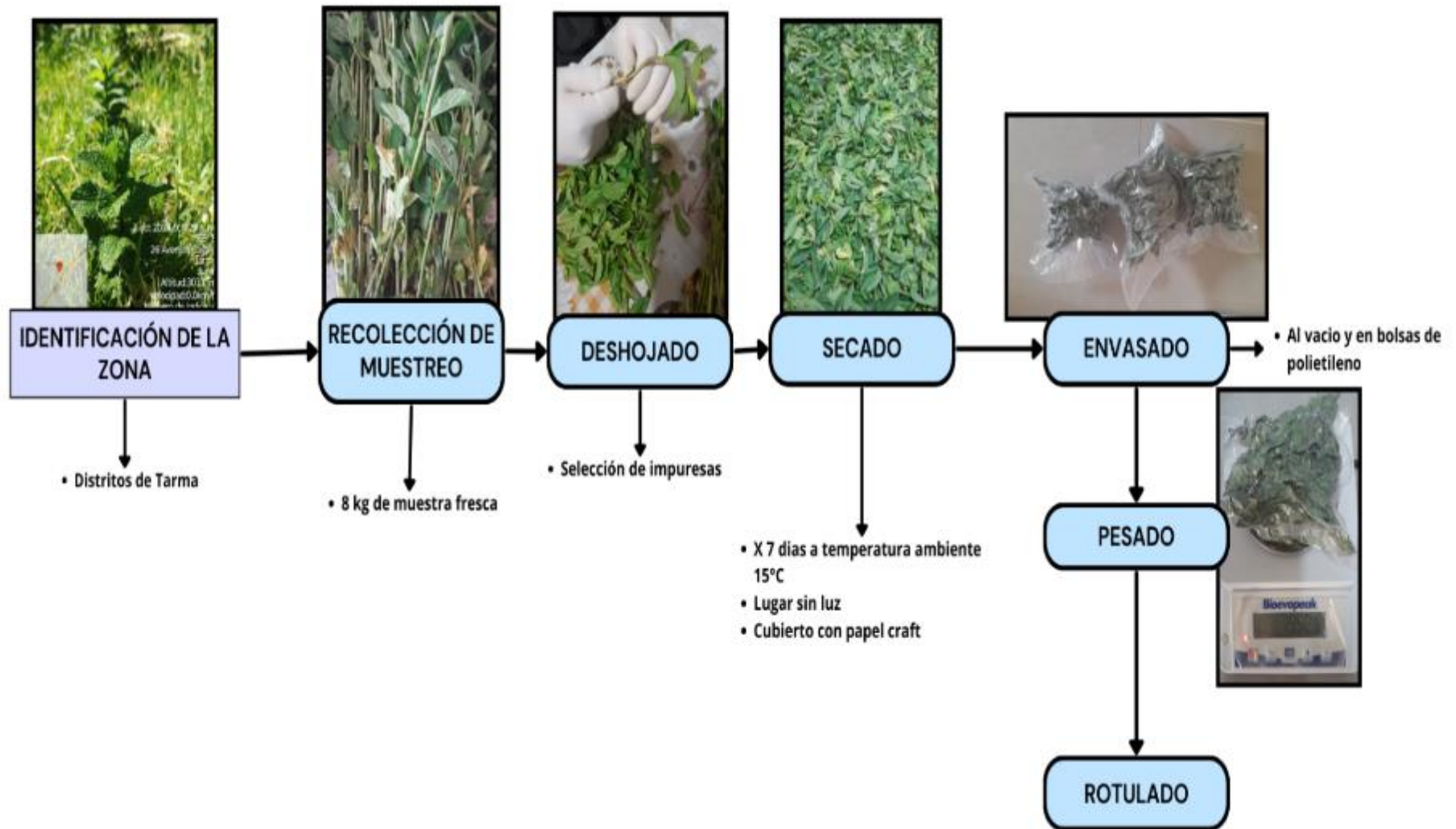
#### Protocolo de limpieza

## PROTOCOLO DE LIMPIEZA DE EQUIPO



## Anexo 4

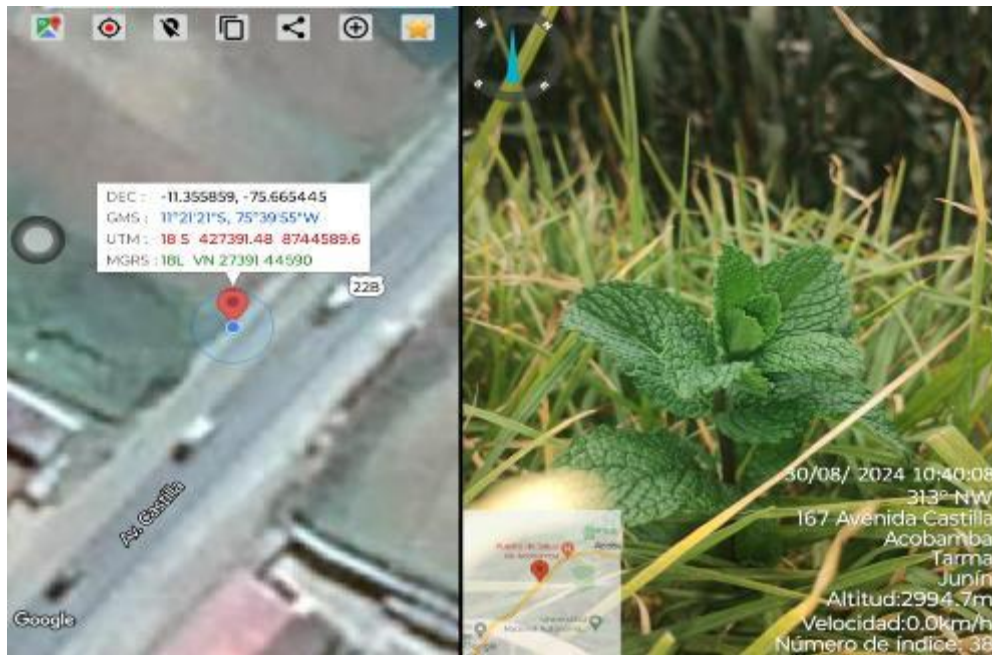
### Proceso de recolección de hierbabuena (*M. spicata*)



## Colecta de muestras

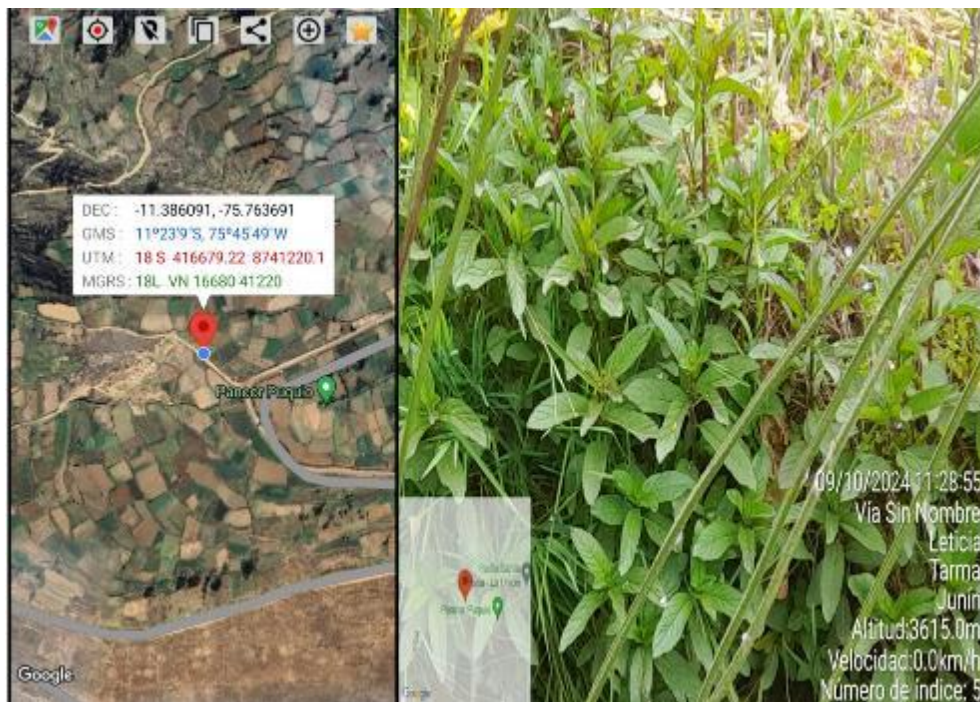
### Anexo 5

#### Identificación de muestra en Acobamba



### Anexo 6

#### Identificación de muestra en La Unión Leticia



## Anexo 7

### Identificación de muestra de Palcamayo



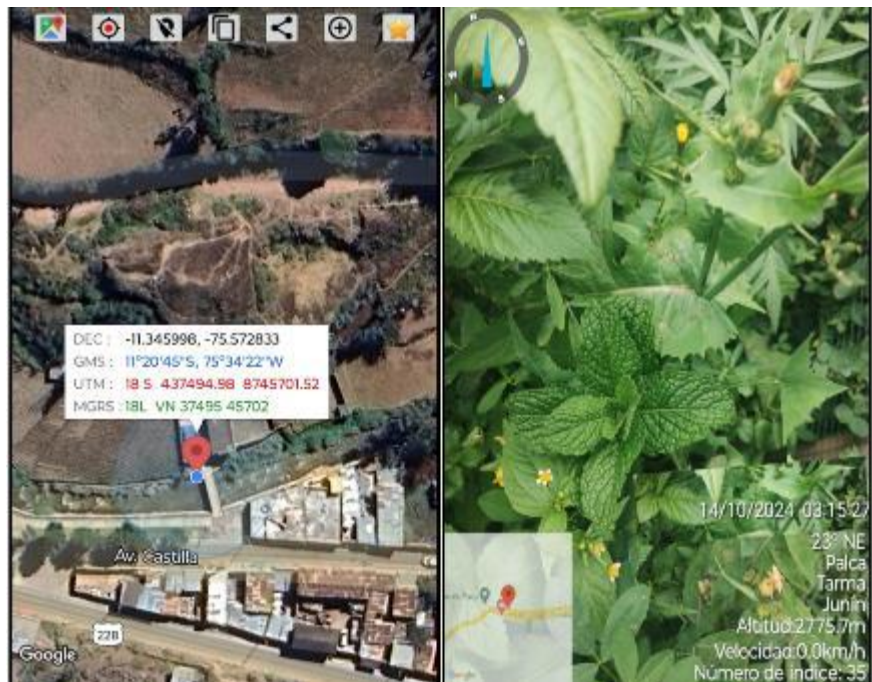
## Anexo 8

### Identificación de muestra de Tapo



## Anexo 9

### Identificación de muestra de Palca



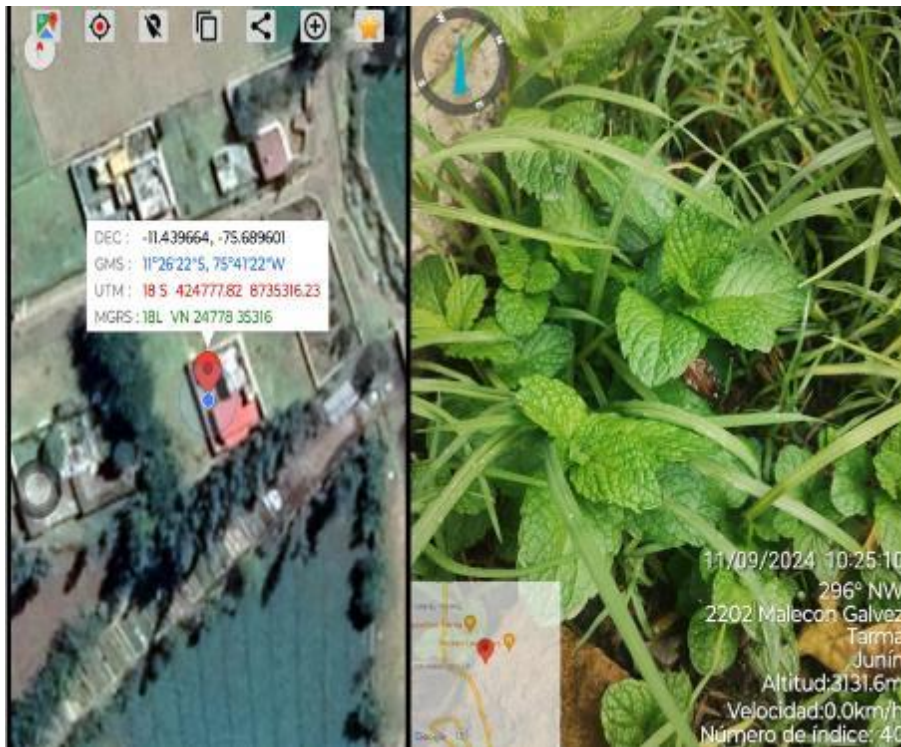
## Anexo 10

### Identificación de muestra de Huasahuasi



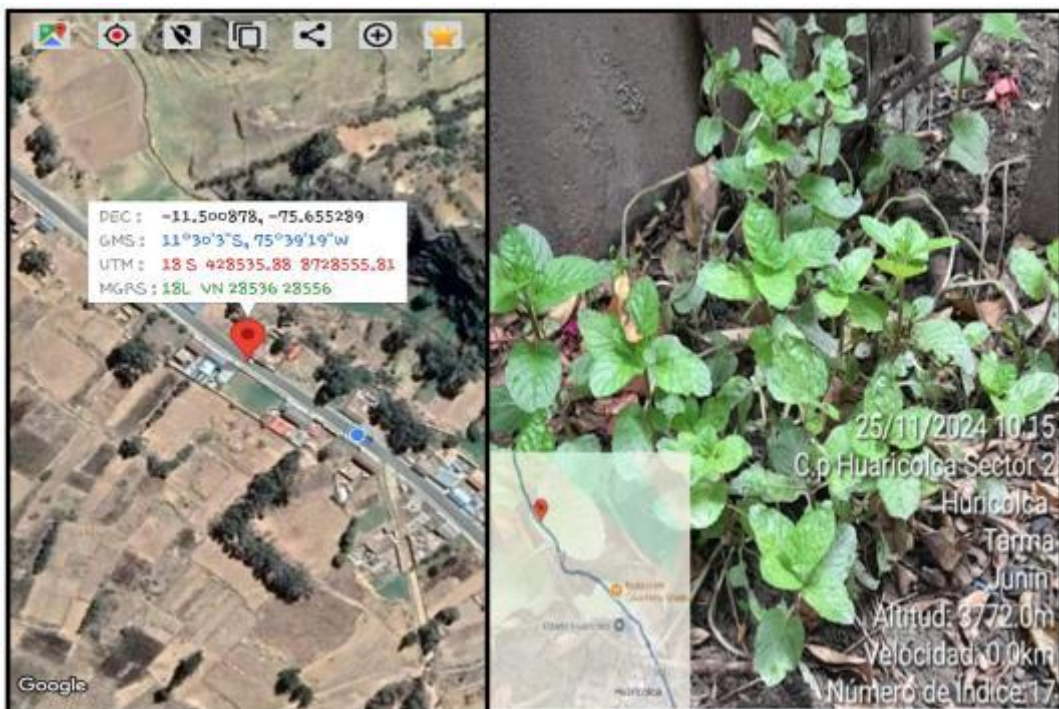
## Anexo 11

### Identificación de muestra de Tarma



## Anexo 12

### Identificación de muestra de Huaricolca



# OBTENCIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE HIERBABUENA (*M. spicata*) POR HIDRODESTILACIÓN DE LOS DIFERENTES DISTRITOS

DIA 06/09/2024 – Materia prima: Acobamba

## Anexo 13

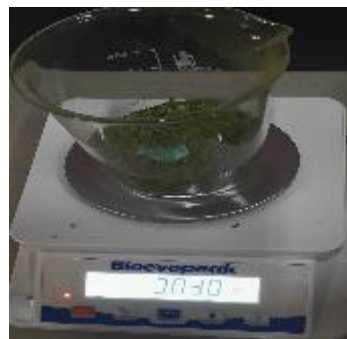
*Pesos de muestras*



Peso de muestra de tratamiento HMSA-1  
Peso: 30,05 g



Peso de muestra de tratamiento HMSA-2  
Peso: 30,15 g



Peso de muestra de tratamiento HMSA-3  
Peso: 30,30 g

## Anexo 14

*funcionamiento del equipo para la obtención del aceite de los 3 tratamientos*



## Anexo 15

*Medición de los aceites obtenidos*



Medición del aceite obtenido del tratamiento HMSA-1; 0,2 mL



Medición del aceite obtenido del tratamiento HMSA-2; 2 mL



Medición del aceite obtenido del tratamiento HMSA-3; 0,2 mL

**DIA: 18/09/2024 – Materia prima: Tarma**

## **Anexo 16**

*Preparación y peso de la muestra*



Se tritura la muestra por 30 s.



Peso de la muestra HMST-1  
Peso: 30,10 g



Peso de la muestra HMST-2  
Peso: 30,23 g



Peso de la muestra HMST-3  
Peso: 30,17 g



Tamaño de partícula 3.35 mm

## **Anexo 17**

*Acondicionamiento y funcionamiento del equipo*



## Anexo 18

### *Recolección y medición de la muestra*



**DIA: 15/10/2024 – Materia prima: La Unión Leticia**

## Anexo 19

### *Acondicionamiento de la materia prima y funcionamiento de la materia prima*



## Anexo 20

### *Medición de la muestra*



Tratamiento HMSU-1  
Rendimiento 0,2 mL



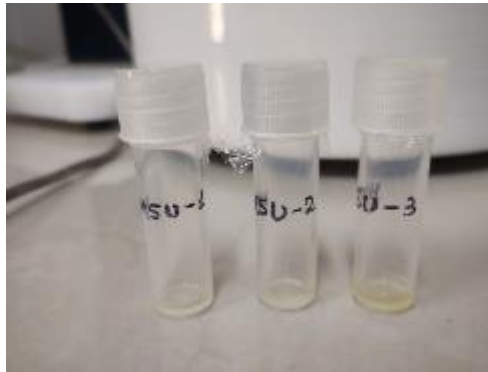
Tratamiento HMSU-2  
Rendimiento 0,2 mL



Tratamiento HMSU-3  
Rendimiento 0,3 mL

## Anexo 21

*Muestra recolectada*



**DIA: 21/10/2024 – Materia prima: Palca**

## Anexo 22

*Acondicionamiento y pesado de la materia prima*



Triturado de la muestra  
por 30 s



Pesado de la muestra  
HMSPA-1 Peso 30,07 g



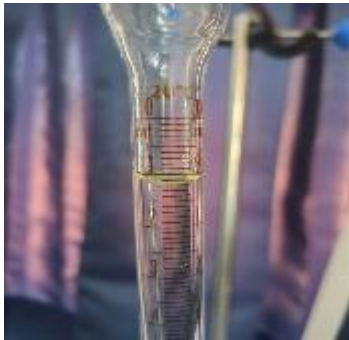
Pesado de la muestra  
HMSPA-2 Peso: 30,06 g



Pesado de la muestra  
HMSPA-3 Peso 30,12 g

## Anexo 23

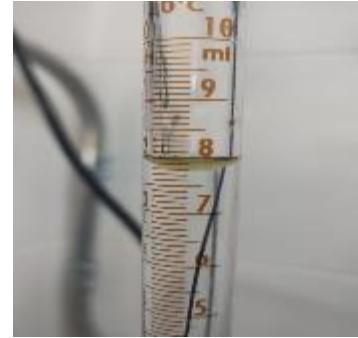
### Medición de la muestra



Tratamiento HMSPA-1  
Rendimiento 0,2 mL



Tratamiento HMSPA-2  
Rendimiento 0,2 mL



Tratamiento HMSP-3  
Rendimiento 0,2 mL

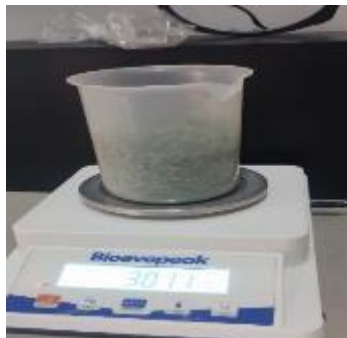
**DIA: 08/11/2024 – Materia prima: Palcamayo**

## Anexo 24

### Pesado de la materia prima



Pesado de la muestra  
HMSP-1 Peso 30,04 g



Pesado de la muestra  
HMSP-2 Peso 30,11 g



Pesado de la muestra  
HMSP-2 Peso 30,13 g

## Anexo 25

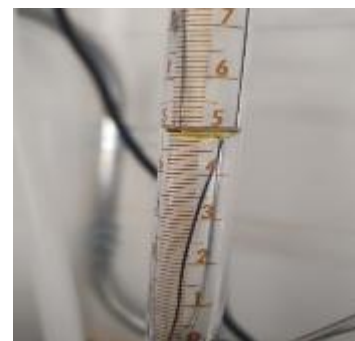
### Medición de la muestra



Tratamiento HMSPO-1  
Rendimiento 0,25 mL



Tratamiento HMSPO-2  
Rendimiento 0,2 mL



Tratamiento HMSPO-3  
Rendimiento 0,3 mL

**DIA: 02/12/2024 – Materia prima: Huaricolca**

**Anexo 26**

*Acondicionamiento y pesado de la materia prima*



Pesado de la muestra  
HMSHA-1 Peso 30,12 g



Pesado de la muestra  
HMSHA-2 Peso 30,03 g



Pesado de la muestra  
HMSHA-3 Peso 30,05 g

**Anexo 27**

*Medición de la muestra*



Tratamiento HMSHA-1  
Rendimiento 0,3 mL



Tratamiento HMSHA-2  
Rendimiento 0,2 mL



Tratamiento HMSHA-3  
Rendimiento 0,2 mL

**DIA: 10/01/2025 – Materia prima: Tapo**

**Anexo 28**

*Pesado de la materia prima*



Pesado de la muestra  
HMSTO-1 Peso 30,05 g



Pesado de la muestra  
HMSTO-2 Peso 30,02 g



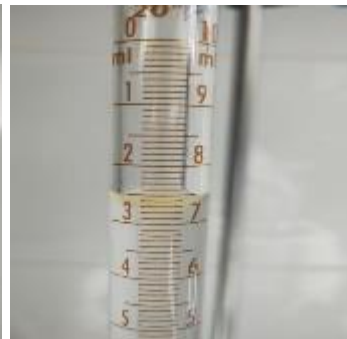
Pesado de la muestra  
HMSTO-3 Peso 30,00 g

**Anexo 29**

*Recolección y medición de la muestra*



Tratamiento HMSTO-1  
Rendimiento 0,3 mL



Tratamiento HMSTO-2  
Rendimiento 0,2 mL



Tratamiento HMSTO-3  
Rendimiento 0,3 mL

**DIA: 13/01/2025 – Materia prima: Huasahuasi**

**Anexo 30**

*Pesado de la materia prima*



Pesado de la muestra  
HMSHI-1 Peso 30,05 g



Pesado de la muestra  
HMSHI-2 Peso 30,03 g



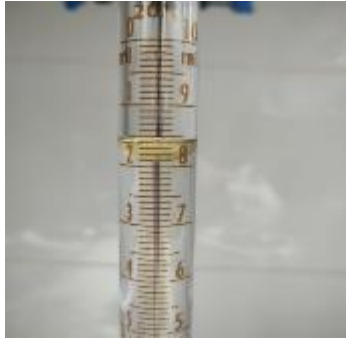
Pesado de la muestra  
HMSHI-3 Peso 30,39 g

### Anexo 31

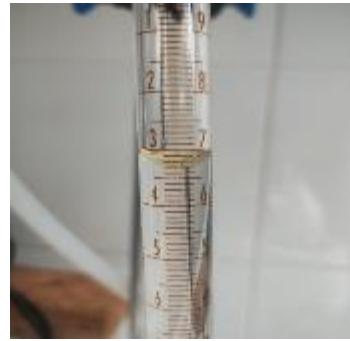
Recolección y medición de la muestra



Tratamiento HMSHI-1  
Rendimiento 0,3 mL



Tratamiento HMSHI-2  
Rendimiento 0,4 mL



Tratamiento HMSHI-2  
Rendimiento 0,3 mL

## OBTENCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE HIERBABUENA (*M. picata*) POR ARRASTRE DE VAPOR

DIA: 18/09/2024 – Materia prima: Acobamba

### Anexo 32

*Peso de muestra*



Peso de muestra  
Peso: 100,12 g

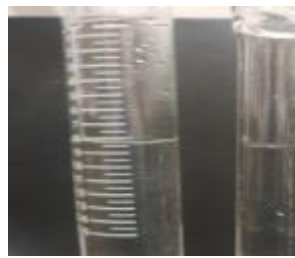
### Anexo 33

*Funcionamiento y recolección de la muestra*



### Anexo 34

*Bajo rendimiento en la extracción*



## COMPORTAMIENTO DEL RENDIMIENTO DEL ACEITE ESENCIAL DE HIERBABUENA (*M. spicata*) OBTENIDA POR HIDRODESTILACIÓN

### Anexo 35

*Preparado de muestra*





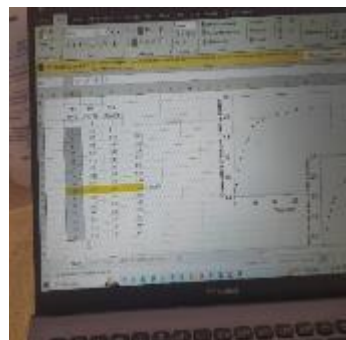
### Anexo 36

#### *Funcionamiento*



### Anexo 37

#### *Medido de muestra, registro de datos y muestra obtenida*



# ANÁLISIS DE ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL ACEITE ESENCIAL DE HIERBABUENA (*M. spicata*)

## Anexo 38

### Reactivos



## Anexo 39

### Instrumento y equipos usados



*Espectrofotómetro*



*Agitador Vortex*



*Campana Extractora*



*Micropipeta*

## Anexo 40

*Preparado de fiola y tubos de ensayo*



## Anexo 41

*Preparado de reactivo DPPH y solución de aceite esencial*



## Anexo 42

*Preparado de concentración para su medición*



## Anexo 43

### Informe del análisis de GC-MS del aceite esencial de Huasahuasi



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
**LABORATORIO LABICER**  
ANÁLISIS QUÍMICO, CONSULTORÍA E INVESTIGACIÓN

#### INFORME DE ENSAYO N° 0083 – 25 – LABICER

- 1. DATOS DEL CLIENTE**
- 1.1. NOMBRE / RAZÓN SOCIAL : DAYSI BEATRIZ MENDOZA VEGA  
LADY SAMANTHA CORDOVA ZACARIAS  
47314661 / 72095597
- 1.2. D.N.I / R.U.C. : 47314661 / 72095597
- 1.3. DIRECCIÓN : -
- 1.4. PERSONA DE CONTACTO : Daysi Mendoza
- 1.5. CORREO ELECTRÓNICO : 47314661@unsaat.edu.pe
2. FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME : 30 / 01 / 2025
3. ENSAYO SOLICITADO : ANÁLISIS CUALITATIVO Y SEMICUANTITATIVO DE ACEITE ESENCIAL

- 4. DATOS DE LA MUESTRA**
- 4.1. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA <sup>(1)</sup>

MUESTRA/CODIGO LABORATORIO	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	TIPO DE MUESTRA/MATRIZ	PROCEDECENCIA	PRESENTACIÓN / CONDICIÓN
M1 / 0065-25	Aceite esencial de Mentha Spicata (Hierba buena)	Aceite esencial	-	01 unidad de fresco de vidrio ámber

<sup>(1)</sup> Ver Nota 2 al final del documento.

- 4.2. OBSERVACIONES (SI APLICA) : TESIS: "EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE LA ESPECIE AROMÁTICA HIERBA BUENA (MENTHA SPICATA) PRODUCIDO EN LOS DISTRITOS DE TARMA"

- 5. CONDICIONES DEL MUESTREO**
- 5.1. MUESTREO POR : No aplica
- 5.2. PROCEDIMIENTO DE MUESTREO : No aplica
- 5.3. PLAN DE MUESTREO : No aplica
- 5.4. FECHA Y HORA DE MUESTREO : No aplica
- 5.5. LUGAR / COORDENADAS DE MUESTREO : No aplica
- 5.6. ESTACIÓN DE MUESTREO : No aplica
- 5.7. FECHA Y HORA DE ENSAYO EN CAMPO : No aplica
- 5.8. LUGAR DE ENSAYO EN CAMPO : No aplica

- 6. CONDICIONES DE ENSAYO EN LABORATORIO**
- 6.1. FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : 24 / 01 / 2025
- 6.2. FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO : 28 / 01 / 2025
- 6.3. LUGAR DE RECEPCIÓN Y ENSAYO : LABORATORIO LABICER-UNI  
Primer piso del Centro de Investigación de la Facultad de Ciencias, Pabellón R3-UNI.
- 6.4. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura: 22.1 °C; Humedad relativa: 45 %

**7. MÉTODOS DE ENSAYO**

N°	PARÁMETRO	METODO DE REFERENCIA <sup>(1)</sup>	TÍTULO / OBSERVACIONES (Si aplica)
1	Análisis cualitativo y semicuantitativo de aceite esencial	Cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC-MS)	Inyección líquida.

<sup>(1)</sup> Método de ensayo de referencia, norma o técnica aceptada por el cliente.



## Anexo 44

### Informe del análisis de GC-MS del aceite esencial de Tapo



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
**LABORATORIO LABICER**  
ANÁLISIS QUÍMICO, CONSULTORÍA E INVESTIGACIÓN

#### INFORME DE ENSAYO Nº 0204 – 25 – LABICER

1. DATOS DEL CLIENTE
- 1.1. NOMBRE / RAZÓN SOCIAL : DAYSI BEATRIZ MENDOZA VEGA  
LADY SAMANTHA CORDOVA ZACARIAS
- 1.2. D.N.I / R.U.C. : 47314661 / 72095397
- 1.3. DIRECCIÓN : -
- 1.4. PERSONA DE CONTACTO : Daysi Mendoza
- 1.5. CORREO ELECTRÓNICO : 47314661@unsa.edu.pe
2. FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME : 06 / 03 / 2025
3. ENSAYO SOLICITADO : ANÁLISIS CUALITATIVO Y SEMICUANTITATIVO DE ACEITE ESENCIAL

#### 4. DATOS DE LA MUESTRA

##### 4.1. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA <sup>(1)</sup>

MUESTRA/CÓDIGO LABORATORIO	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	TIPO DE MUESTRA/MATRIZ	PROCEDENCIA	PRESENTACIÓN / CONDICIÓN
M1 / 0187-25	Aceite esencial de <i>Mentha Spicata</i> (Hierba Buena)	Aceite esencial	-	01 unidad de 10 mL en frasco de vidrio ámber

<sup>(1)</sup> Ver Nota 2 al final del documento.

- 4.2. OBSERVACIONES DEL CLIENTE : --
- 4.3. OBSERVACIONES DEL LABORATORIO : --
5. CONDICIONES DEL MUESTREO
- 5.1. MUESTREO POR : No aplica
- 5.2. PROCEDIMIENTO DE MUESTREO : No aplica
- 5.3. PLAN DE MUESTREO : No aplica
- 5.4. FECHA Y HORA DE MUESTREO : No aplica
- 5.5. LUGAR / COORDENADAS DE MUESTREO : No aplica
- 5.6. ESTACIÓN DE MUESTREO : No aplica
- 5.7. FECHA Y HORA DE ENSAYO EN CAMPO : No aplica
- 5.8. LUGAR DE ENSAYO EN CAMPO : No aplica
6. CONDICIONES DE ENSAYO EN LABORATORIO
- 6.1. FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : 26 / 02 / 2025
- 6.2. FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO : 28 / 01 / 2025
- 6.3. LUGAR DE RECEPCIÓN Y ENSAYO : LABORATORIO LABICER-UNI  
Primer piso del Centro de Investigación de la Facultad de Ciencias, Pabellón R3-UNI.
- 6.4. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura: 22.7 °C; Humedad relativa: 48 %

#### 7. MÉTODOS DE ENSAYO

Nº	PARÁMETRO	METODO DE REFERENCIA <sup>(1)</sup>	TÍTULO / OBSERVACIONES (Si aplica)
1	Análisis cualitativo y semicuantitativo de aceite esencial	Cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC-MS)	Inyección líquida.

<sup>(1)</sup> Método de ensayo de referencia, norma o técnica aceptada por el cliente.



## DATOS TÉCNICOS DE LOS EQUIPOS USADOS EN LA INVESTIGACIÓN

### Anexo 45

#### Datos técnicos

IMAGEN	EQUIPO	DESCRIPCIÓN
	Balanza de Precisión YR05594 // YR05599	Origen: Francia Modelo: YR05594 - YR05599 Marca: Kalstein Capacidad: 2kg Dimensiones: 31x23x13cm
	Batidora de inmersión Oster con cuchilla Quad FPSTHB460A	Origen: China Modelo: FPSTHB460A Marca: Oster Capacidad: 500 mL Dimensiones: 6.4x5.57x35.94cm
	TAMIZADORA ANALITICA / RETSCH / AS200 CONTROL (AGITADOR DE TAMICES) 300320001	Origen: Alemania Modelo: AS200 CONTROL # 300320001 Marca: Retsch Rango de medición: 20 µm a 25 mm
	Manta de Calentamiento con Controlador para Balón 1lt.	Origen: Alemania Código: 608.11.901 Marca: ISOLAB Rango de temperatura: hasta 450 °C Capacidad: 1 L



Manta de Calentamiento  
sin Agitador

Origen: Dinamarca  
Modelo: Black Diamond  
Marca: DAN LOGITECH  
Rango de Temperatura:  
hasta 400 °C  
Capacidad: 5L  
Dimensiones:  
309x390x262



EXTRACTOR DE  
ACEITES  
ESENCIALES  
por Arrastre de Vapor

Origen: Argentina  
Modelo: Escala Laboratorio  
Marca: FIGMAY  
Capacidad: 6 L  
Potencia: 1500 w



Equipo Clevenger para  
determinación de aceites  
esenciales

Origen: India  
Marca: BIOHALL  
Capacidad: 1 L  
Capacidad de Medición:  
10 mL



Máquina de envasado al  
vacío Industrial

Origen: China  
Marca: Disnaempa  
Modelo: DZ-260PD  
Tipo de empaquetado:  
Bolsas  
Potencia: 0.37 w



Balanza de laboratorio JA series

Origen: China  
Modelo: FA2204C  
Marca: YOKE  
Precisión: 0,1 mg/0,0001 g

---



Campana extractora FH1200(X)(220V)

Origen: China  
Modelo: FH1200(X)  
Marca: BIOBASE  
Tamaño externo: 1200 x 800x 2200 mm  
Tamaño interno: 1080x 730 x 745 mm

---



Agitador Vortex MX-S/F DLAB

Origen: China  
Modelo: MX-S  
Marca: DLAB  
Velocidad: 0 y 2,500 rpm  
Modelo de agitación: Orbital- velocidad ajustable  
Dimensión: 127x160x130 mm

---



Pipeta de volumen fijo de un solo canal de micropipette 71212118

Origen: Estados Unidos  
Modelo DRG-71212118  
Marca: Scilogex  
Capacidad: 100-1000 ul

---



Espectrofotómetros Jenway serie 67

Origen: Reino Unido  
Modelo: 6705  
Marca: JENWAY  
Ancho de banda: 4 nm y 1,5  
Longitud de onda: 190 a 1100 nm

---



Cromatógrafo de gases.  
SHIMADZU, GC-2010  
PLUS.

Automuestreador.  
SHIMADZU, AOC-  
6000.

Detector de  
espectrometría de masas.  
SHIMADZU, GCMS-  
QP210 Ultra.

Origen: Japón  
Modelo: GC-2010 PLUS.  
Marca: SHIMADZU

---

## Anexo 46

*Balance de materia del proceso de extracción de aceite esencial de hierbabuena (M. spicata) por hidrodestilación*

<b>Recolección</b>		
<b>A</b>	Materia prima que ingresa	8 Kg
<b>B</b>	Pérdida	0 Kg
<b>Deshojado</b>		
<b>A</b>	Materia prima que ingresa	8 kg
<b>B</b>	Pérdida	3 kg
<b>C</b>	Salida Materia prima	5 Kg
<b>Secado</b>		
<b>A</b>	Materia prima que ingresa	5 Kg
<b>B</b>	Pérdida	3 Kg
<b>C</b>	Salida Materia prima	2 Kg
<b>Triturado</b>		
<b>A</b>	Materia prima que ingresa	100 g
<b>B</b>	Pérdida	40 g
<b>C</b>	Salida Materia prima	80 g
<b>Pesado</b>		
<b>A</b>	Materia prima que ingresa	30 g
<b>B</b>	Pérdida	0 g
<b>C</b>	Salida Materia prima	30 g
<b>Carga de sistema</b>		
<b>A</b>	Materia prima que ingresa	30 g
<b>B</b>	Pérdida	0 g



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA ALTOANDINA DE TARMA

Creada Por Ley N° 29652 y Ley N° 30139

## FACULTAD DE INGENIERÍA

### **Resolución de Coordinación de Facultad N° 005-2024-UNAAT/FI**

Tarma, 25 de abril de 2024

#### **VISTO:**

PROVEÍDO N° 048/UNAAT/C-FI, MEMORANDO N° 088-2024-UNAAT/VPIInv, OFICIO N° 0101-2014-UNAAT/C-FI, MEMORANDO MÚLTIPLE N° 006-2024-UNAAT/P-FI, INFORME N° 0002-2024-UNAAT/P-VPA-FI-UI, OFICIO N° 53-2024-UNAAT/C-FI, SOLICITUD PRESENTADO POR LA BACH. MENDOZA VEGA DAYSI BEATRIZ Y LA BACH. CÓRDOVA ZACARIAS LADY SAMANTHA, 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, 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° 0186-2023-UNAAT, de fecha 24 de julio de 2023, se resuelve designar al docente ordinario Perfecto Chagua Rodríguez como Secretario Docente de la Facultad de Ingeniería;

Que, con la Resolución de Comisión Organizadora N° 0270-2023-UNAAT, de fecha 26 de setiembre de 2023, se otorga la facultad de emitir resoluciones al Coordinador de la Facultad de Ingeniería enmarcadas en el cronograma de actividades de su Plan de Trabajo, las mismas que fueron ampliadas mediante la Resolución de Comisión Organizadora N° 0010-2024-UNAAT;

Que, a través del OFICIO N° 53-2024-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 la Bach. Mendoza Vega Daysi Beatriz y la Bach. Córdoba Zacarias Lady Samantha, de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial;





# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA ALTOANDINA DE TARMA

Creada Por Ley N° 29652 y Ley N° 30139

## FACULTAD DE INGENIERÍA

Que, a través del INFORME N° 0002-2024-UNAAT/P-VPA-FI-UI, el Responsable de la Unidad de Investigación concluye que el proyecto de tesis cumple con lo establecido en el Reglamento de Grados y Títulos de la UNAAT;

Que, a través de la CARTA N° 002-2024-UNAAT/DAIA-DOCENTE-LOCP, la CARTA N° 004-2024-UNAAT/EPIA-PCR, los asesores dan la aceptación y compromiso de asesoramiento de tesis, en respuesta al MEMORANDO MÚLTIPLE N° 006-2024-UNAAT/P-FI;

Que, mediante el MEMORANDO N° 088-2024-UNAAT/VPInv el Vicepresidente de Investigación otorga el Visto Bueno a la designación de asesores, en respuesta al OFICIO N° 0101-2024-UNAAT/C-FI;

Que, en consecuencia, el Coordinador de Facultad de Ingeniería, con PROVEÍDO N° 048-UNAAT/C-FI, dispone la emisión de la presente Resolución que designa al Asesor y Coasesor del Proyecto de Tesis titulado: “Extracción y Caracterización de Aceite Esencial de la especie aromática Hierbabuena (*Mentha spicata*) producido en los distritos de Tarma”;

Que, en cumplimiento del Artículo 51° 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. Larry Oscar Chañi Paucar** como **Asesor** y al **Mg. Perfecto Chagua Rodríguez** como **Coasesor** del Proyecto de tesis titulado: “**EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE LA ESPECIE AROMÁTICA HIERBABUENA (*Mentha spicata*) PRODUCIDO EN LOS DISTRITOS DE TARMA**”; presentado por la Bach. Mendoza Vega Daysi Beatriz y la Bach. Córdova Zacarias Lady Samantha, 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 Campó Campó**  
COORDINADOR DE LA FACULTAD DE  
INGENIERÍA



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA ALTOANDINA  
DE TARMA  
**Mg. Perfecto Chagua Rodríguez**  
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° 007-2024-UNAAT/FI**

Tarma, 24 de mayo de 2024

#### **VISTO:**

PROVEÍDO N° 080-UNAAT/C-FI, INFORME N° 004-2024-UNAAT/EPIA-DOCENTE-LOCP, 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, 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° 0186-2023-UNAAT, de fecha 24 de julio de 2023, se resuelve designar al docente ordinario Perfecto Chagua Rodríguez como Secretario Docente de la Facultad de Ingeniería;

Que, con la Resolución de Comisión Organizadora N° 0270-2023-UNAAT, de fecha 26 de setiembre de 2023, se otorga la facultad de emitir resoluciones al Coordinador de la Facultad de Ingeniería enmarcadas en el cronograma de actividades de su Plan de Trabajo, las mismas que fueron ampliadas mediante la Resolución de Comisión Organizadora N° 0010-2024-UNAAT;

Que, mediante la Resolución de Coordinación de Facultad N° 005-2024-UNAAT/FI, de fecha 25 de abril de 2024, se designa al Dr. Larry Oscar Chañi Paucar como Asesor y al Mg. Perfecto Chagua Rodríguez como Coasesor del Proyecto de Tesis titulado: "Extracción y Caracterización de Aceite Esencial de la Especie Aromática Hierbabuena (*Mentha spicata*) producido en los distritos de Tarma";





# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA ALTOANDINA DE TARMA

Creada Por Ley N° 29652 y Ley N° 30139

## FACULTAD DE INGENIERÍA

Que, mediante solicitud de fecha 21 de mayo de 2024, las bachilleres Córdova Zacarias Lady Samantha y Mendoza Vega Deysi Beatriz solicitan la aprobación y autorización de ejecución del proyecto de tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial;

Que, con el INFORME N° 004-2024-UNAAT/EPIA-DOCENTE-LOCP, el asesor del proyecto de tesis APRUEBA el Proyecto de Tesis titulado: “Extracción y Caracterización de Aceite Esencial de la Especie Aromática Hierbabuena (*Mentha spicata*) producido en los distritos de Tarma”;

Que, en consecuencia, el Coordinador de la Facultad de Ingeniería, con PROVEÍDO N° 080-UNAAT/C-FI, dispone la emisión de la Resolución que aprueba y autoriza la ejecución del Proyecto de Tesis en mención;

Que, en cumplimiento del Artículo 56° del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma, y;

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.- APROBAR y AUTORIZAR** la ejecución del Proyecto de tesis titulado: “EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE LA ESPECIE AROMÁTICA HIERBABUENA (*Mentha spicata*) PRODUCIDO EN LOS DISTRITOS DE TARMA” presentado por las Bachilleres Córdova Zacarias Lady Samantha y Mendoza Vega Deysi Beatriz, 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 ARCHÍVESE.**



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



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA ALTOANDINA  
DE TARMA  
*Perfecto Chagua Rodríguez*  
Mg. Perfecto Chagua Rodríguez  
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° 014-2025-UNAAT/FI

Tarma, 09 de abril de 2025

#### VISTO:

PROVEÍDO N° 073/UNAAT/C-FI, INFORME N° 005-2025-UNAAT/P-VPA-FI-UI, OFICIO N° 0111-2025-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 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 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° 0427-2024-UNAAT, de fecha 26 de diciembre de 2024, se resuelve encargar a Larry Oscar Chañi 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, 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 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, 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

.../// RESOLUCIÓN DE COORDINACIÓN DE FACULTAD N° 014-2025-UNAAT/FI

Pág. 2

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. Daysi Beatriz Mendoza Vega y Bach. Lady Samantha Cordova Zacarias, 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° 0111-2025-UNAAT/C-FI, el Coordinador de Facultad remite al responsable de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería, la tesis: “La extracción y caracterización de aceite esencial de la especie aromática Hierbabuena (*Mentha Spicata*) producida en los distritos de Tarma” para su informe y propuesta de jurado evaluador;

Que, con INFORME N° 005-2025-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° 073/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:

<b>Mg. Edson Elvis Ramirez Tixe</b>	Presidente
<b>Dra. Cecilia Yanett Reategui Valladolid</b>	Secretario
<b>Mg. Gina De La Cruz Calderón</b>	Vocal
<b>Dra. Rosario Marilú Bernaola Paucar</b>	Accesitario

De la tesis “**La extracción y caracterización de aceite esencial de la especie aromática Hierbabuena (*Mentha Spicata*) producida en los distritos de Tarma**”, presentado por la Bach. Daysi Beatriz Mendoza Vega y Bach. Lady Samantha Córdoba Zacarias, 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

.../// RESOLUCIÓN DE COORDINACIÓN DE FACULTAD N° 014-2025-UNAAT/FI

Pág. 3

**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  
.....  
Dr. Larry Oscar Chafí Paucar  
COORDINADOR DE LA FACULTAD DE  
INGENIERÍA (o)



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° 075-2025-UNAAT/FI

Tarma, 31 de octubre de 2025

#### VISTO:

El Informe N° 034-2025-UNAAT/P-VPA-FI-UI de fecha 17 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 Daysi Beatriz Mendoza Vega y Lady Samantha Cordova Zacarias.

#### 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 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 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° 005-2024-UNAAT/FI de fecha 25 de abril de 2024 se designa como asesor al Dr. Larry Oscar Chañi Paucar y al Mg. Perfecto Chagua Rodríguez como coasesor del Proyecto de tesis titulado: "Extracción y caracterización de aceite esencial de la especie aromática hierbabuena (*Mentha spicata*) producido en los distritos de Tarma", presentado por las Bachilleres Daysi Beatriz Mendoza Vega y Lady Samantha Cordova Zacarias, de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial - UNAAT;

Que, mediante Resolución de Coordinación de Facultad N° 007-2024-UNAAT/FI de fecha 24 de mayo de 2024, se resuelve APROBAR y AUTORIZAR la ejecución del Proyecto de tesis titulado: "Extracción y caracterización de aceite esencial de la especie aromática hierbabuena (*Mentha spicata*) producido en los distritos de Tarma", presentado por las Bachilleres Daysi Beatriz Mendoza Vega y Lady Samantha Cordova Zacarias, para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial.

Que, mediante Resolución de Coordinación de Facultad N° 014-2025-UNAAT/FI de fecha 09 de abril de 2025, se resuelve DESIGNAR como miembros de Jurado Evaluador del Informe de Tesis "Extracción y caracterización de aceite esencial de la especie aromática hierbabuena (*Mentha spicata*) producido en los distritos de Tarma", presentado por las Bachilleres Daysi Beatriz Mendoza Vega y Lady Samantha Cordova Zacarias, a los docentes ordinarios: Mg. Edson Elvis Ramirez Tixe en calidad de Presidente; Dra. Cecilia Yanett Reategui Valladolid, Secretaria; Dra. Gina De La Cruz Calderón, Vocal y Dra. Rosario Marilu Bernaola Paucar, Accesitaria;

Que, mediante INFORME N° 003-2025-JET-EPIA-UNAAT, 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° 034-2025-UNAAT/P-VPA-FI-UI de fecha 17 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 23%.

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 "Extracción y caracterización de aceite esencial de la especie aromática hierbabuena (*Mentha spicata*) producido en los distritos de Tarma", presentado por las Bachilleres Daysi Beatriz Mendoza Vega y Lady Samantha Cordova Zacarias, la misma que debe efectuarse en acto público el 05 de noviembre de 2025 a las once horas (11:00 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  
SECRETARÍA  
DOCENTE  
Dra. Gina De La Cruz Calderón  
SECRETARÍA DOCENTE DE LA FACULTAD  
DE INGENIERÍA

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 005-EPIA-FI-2025

En la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma Huancucro N° 2092, Acobamba, a los 05 días del mes de noviembre del año 2025, siendo las 11:00 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° 014-2025 –UNAAT/FI, de fecha 09 de abril de 2025.

Miembros del Jurado Evaluador:

Presidente: Mg. Edson Elvis Ramirez Tixe

Secretario: Dra. Cecilia Yanett Reategui Valladolid

Vocal: Dra. Gina De La Cruz Calderón

Con la finalidad de llevar a cabo el acto académico de sustentación de tesis: **“Extracción y caracterización de aceite esencial de la especie aromática Hierba buena (*Mentha spicata*) producida en los distritos de Tarma”**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial, amparado mediante Resolución de Coordinación de Facultad N° 075-2025-UNAAT/FI de fecha 31 de octubre de 2025, donde se programa lugar, fecha y hora para el mencionado acto.

Sustentante(s):

Bach. Daysi Beatriz Mendoza Vega

Bach. Lady Samantha Cordova Zacarias

Asesor: Dr. Larry Oscar Chañi Paucar

Coasesor: Mg. Perfecto Chagua Rodriguez

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

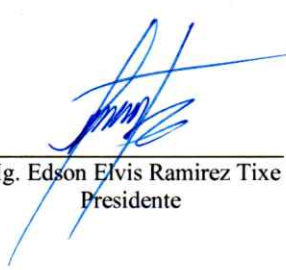
Escala valorativa:

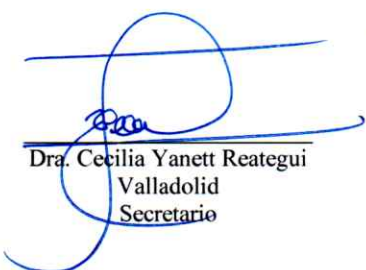
Excelente  Bueno  Regular  Deficiente

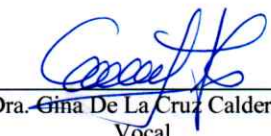
Resultado final.

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.

  
Mg. Edson Elvis Ramirez Tixe  
Presidente

  
Dra. Cecilia Yanett Reategui  
Valladolid  
Secretario

  
Dra. Gina De La Cruz Calderón  
Vocal



## CONSTANCIA DE SIMILITUD

N° 006-FI-UI-2025

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

“Extracción y caracterización de aceite esencial de la especie aromática hierbabuena (*Mentha spicata*) producido en los distritos de Tarma”

Autores : Bach. Lady Samantha Córdova Zacarias

: Bach. Daysi Beatriz Mendoza Vega

Facultad : Ingeniería

Escuela profesional : Ingeniería Agroindustrial

Asesor : Dr. Larry Oscar Chañi Paucar

Co-asesor : Mg. Perfecto Chagua Rodríguez

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 23 %

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



*Walter Javier Cuadrado Campó*

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