



## **UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente**

**Carrera de Agroindustria**

**Tema:**

OBTENCIÓN DE SNACK ALIMENTICIO A PARTIR DE CUATRO  
VARIEDADES DE PAPA (*Solanum tuberosum L*), UTILIZANDO ACEITES  
ESENCIALES DE RIZOMAS

**Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero  
Agroindustrial, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la  
Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente,  
Carrera de Agroindustria**

**Autores**

Doris Emilia Toapanta Guzman

Katty Lorena Yantalema Rea

**Tutor:**

Ing. Juan Alberto Gaibor Chávez PhD

**Guaranda - Ecuador**

**2024**

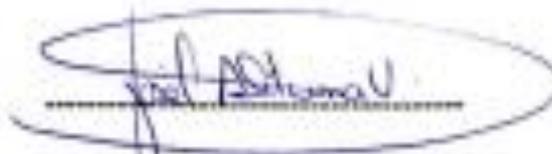
OBTENCIÓN DE SNACK ALIMENTICIO A PARTIR DE CUATRO  
VARIEDADES DE PAPA (*Solanum tuberosum* L), UTILIZANDO ACEITES  
ESENCIALES DE RIZOMAS

**REVISADO Y APROBADO POR:**

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized 'J' and 'A' followed by a long horizontal stroke, positioned above a dashed horizontal line.

Ing. Juan Alberto Gaibor Chávez PhD.

**TUTOR**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'José Luis Altuna Vázquez', enclosed within a large, hand-drawn oval shape, positioned above a dashed horizontal line.

Ing. José Luis Altuna Vázquez Msc.

**PAR LECTOR(A)**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Katherine Madeley Beltrán', positioned above a dashed horizontal line.

Ing. Katherine Madeley Beltrán Msc.

**PAR LECTOR(A)**



### CERTIFICACIÓN DE AUDITORÍA

Yo, Doris Emilia Toapanta Guzman, con CI: 0202233409 y Katty Lorena Yantalema Rea, con CI: 0202388963, declaramos que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado, o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor (es).

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondiente a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.

.....  
Doris Emilia Toapanta Guzman

CI: 0202233409

.....  
Katty Lorena Yantalema Rea

CI: 0202388963

.....  
Ing. Juan Alberto Gaibor Chávez PhD.

CI: 0201051687



*Notaria Tercera del Cantón Guaranda*  
*Msc. Ab. Henry Rojas Narvaez*  
*Notario*



rio...

N° ESCRITURA: 20240201003P00012

DECLARACION JURAMENTADA

OTORGADA POR: YANTALEMA REA KATTY LORENA y

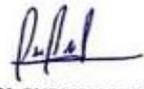
TOAPANTA GUZMAN DORIS EMILIA

INDETERMINADA DI: 2 COPIAS

H.R. Factura: 001-006-000005221

En la ciudad de Guaranda, capital de la provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día cuatro de Enero del dos mil veinticuatro, ante mi Abogado HENRY ROJAS NARVAEZ, Notario Público Tercero del Cantón Guaranda, comparece YANTALEMA REA KATTY LORENA, soltera de ocupación estudiante, domiciliada en la Parroquia la Asunción del Cantón San Jose de Chimbo Provincia Bolívar y de paso por este lugar, con celular número (0969975396), su correo electrónico es [kattyvantalema@gmail.com](mailto:kattyvantalema@gmail.com), y TOAPANTA GUZMAN DORIS EMILIA, soltero de ocupación estudiante, domiciliada en el Cantón Echeandía Provincia Bolívar y de paso por este lugar, con celular número (0991006892), su correo electrónico es [doriseamilia20@gmail.com](mailto:doriseamilia20@gmail.com), por sus propios y personales derechos, obligarse a quienes de conocer doy fe en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación y con su autorización se ha procedido a verificar la información en el Sistema Nacional de Identificación Ciudadana; bien instruida por mí el Notario con el objeto y resultado de esta escritura pública a la que proceden libre y voluntariamente, advertido de la gravedad del juramento y las penas de perjurio, me presentan su declaración Bajo Juramento declaran lo siguiente manifestamos que el criterio e ideas emitidas en el presente trabajo de investigación titulado **OBTENCIÓN DE SNACK ALIMENTICIO A PARTIR DE CUATRO VARIETADES DE PAPA (*Solanum tuberosum* L), UTILIZANDO ACEITES ESENCIALES DE RIZOMAS** es de nuestra exclusiva responsabilidad en calidad de autoras, previo a la obtención del título de Ingenieras en Agroindustrias en la Universidad Estatal de Bolívar, Es todo cuanto podemos declarar en honor a la verdad, la misma que hacemos para los fines legales pertinentes. HASTA AQUÍ LA DECLARACIÓN JURADA. La misma que elevada a escritura pública con todo su valor legal. Para el otorgamiento de la presente escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso, leída que les fue a las comparecientes por mí el Notario en unidad de acto, quedando incorporado al protocolo de esta notaría, aquellas se ratifican y firma conmigo de todo lo cual doy Fe.

  
YANTALEMA REA KATTY LORENA  
 C.C. 01009788963

  
TOAPANTA GUZMAN DORIS EMILIA  
 C.C. 0209233409

  
 AB. HENRY ROJAS NARVAEZ  
 NOTARIO PUBLICO TERCERO DEL CANTON GUARANDA



EL NOTA...

NOMBRE DEL TRABAJO

**Snacks\_aceites\_esenciales**

RECuento DE PALABRAS

**27808 Words**

RECuento DE CARACTERES

**162016 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**173 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**22.2MB**

FECHA DE ENTREGA

**Dec 16, 2023 5:13 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Dec 16, 2023 5:15 PM GMT-5**

● **4% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 3% Base de datos de Internet
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- 3% Base de datos de trabajos entregados

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Fuentes excluidas manualmente
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 20 palabras)
- Bloques de texto excluidos manualmente



Ing. Juan Alberto Gaibor Chávez PhD

**TUTOR**

## **DEDICATORIA**

En este significativo proyecto de graduación, expreso mi profunda gratitud a Dios y a la Virgen del Guayco, mis guías celestiales, por su constante presencia en los momentos más desafiantes de mi vida académica y personal. Su apoyo inquebrantable y la sabiduría, salud, paciencia, responsabilidad y fortaleza que me han otorgado, han sido fundamentales para superar cada obstáculo y alcanzar mis metas.

Quiero agradecer especialmente a mis padres, Doris y Cesar, por su amor incondicional y sus sacrificios a lo largo de estos años. Su apoyo y estímulo han sido cruciales en mi viaje hasta este punto. Me han enseñado a ser una joven con sólidos valores, a tratar a todos por igual sin distinciones y a persistir ante las adversidades.

Mi gratitud también se extiende a mi madrina y a mis mejores amigas, por su constante compañía y apoyo en esta fase de mi vida, así como a mi hermano, con quien he compartido innumerables momentos de colaboración a lo largo de mi educación.

Dedico este trabajo investigativo a mis profesores de la Universidad Estatal de Bolívar, quienes me han brindado su apoyo tanto en los buenos como en los malos momentos, contribuyendo significativamente a mi formación académica.

**Doris Toapanta**

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar este trabajo a Dios, quien ha sido mi guía y fortaleza en los momentos de mayor necesidad, y a la Virgencita del Guayco y al Divino Niño, por bendecirme y otorgarme sabiduría diariamente. Mi más profundo agradecimiento a mi madre Celestina y a mi hijo Jayden, quienes han sido fundamentales en la consecución de este importante logro. También agradezco a mis hermanos y sobrinos por sus valiosos consejos y por ser ejemplos a seguir, ofreciéndome un apoyo incondicional en todo momento.

Mis queridos abuelitos, merecen un especial reconocimiento por ser pilares clave en mi vida. Para mis padrinos también tienen un lugar especial, por su confianza inquebrantable, su apoyo constante en diversas situaciones, y por haber contribuido significativamente a formar la persona que soy hoy, inculcándome la perseverancia y dedicación.

Para concluir, dedico esta tesis en memoria de Karen Álvarez, una amiga excepcional que me ofreció su confianza y apoyo desde nuestro primer día de clases, y quien me enseñó a nunca rendirme, a completar mis estudios y a alcanzar mis metas.

**Katty Yantalema**

## **AGRADECIMIENTO**

Inicialmente, expreso mi sincera gratitud a Dios por otorgarme vida y sabiduría, y por ser mi sostén y refugio en tiempos de adversidad. Un agradecimiento especial a mi madre Doris, quien ha sido el soporte esencial en mi vida, mi guía y fuente de amor inagotable. Gracias a ella, he podido perseguir y realizar mis sueños y objetivos. Extiendo mi agradecimiento a toda mi familia, especialmente a mi hermano, por su amor incondicional y su apoyo constante.

Mi reconocimiento va también para la Universidad Estatal de Bolívar a la carrera de Agroindustria, que me abrieron las puertas para alcanzar mis metas y enriquecieron mi vida con experiencias valiosas, siendo un pilar fundamental en mi educación. Agradezco a todos mis profesores por ser la base de mi conocimiento actual y por impartir su sabiduría en cada una de sus clases.

Un agradecimiento profundo y sincero para mi tutor de tesis, el Dr. Juan Gaibor Chávez, por su apoyo incondicional, profesionalismo y guía excepcional a lo largo de este proyecto. Igualmente, agradezco al Ing. José Luis Altuna y a la Ing. Katherin Beltrán por su contribución profesional y ética al desarrollo de este trabajo.

Finalmente, expreso mi gratitud a todas las personas de mi equipo de trabajo, con la esperanza de haber compartido conocimientos y dedicación. Mil gracias por todas las jornadas de estudio, tanto días como noches, a lo largo de toda la carrera.

**Doris Toapanta**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios todo poderoso creador de la vida por haberme brindado la salud y vida, quiero agradecer profundamente a mi familia y de manera especial a mi madre María Celestina, a mí adorado hijo Jaydem Gabriel, querida hermana Irma Maribel por todos los buenos valores que me inculcaron y aportaron a mi vida para ser mejor persona cada día por su esfuerzo y apoyo constante que me motivaron día a día para poder culminar mis estudios con éxito.

Mi gratitud también se extiende a la Universidad Estatal de Bolívar, la carrera de Agroindustrias, por proporcionar un entorno educativo que fomenta tanto el desarrollo profesional como el crecimiento moral. Asimismo, agradezco al Departamento de Investigación y Vinculación de la Universidad Estatal de Bolívar, y a todos los colaboradores de este sector por su disposición y orientación en el proceso de mi trabajo de titulación.

Un especial agradecimiento a mi tutor, el Ing. Juan Gaibor Chávez, PhD, y a los miembros del tribunal: la Ing. Katerin Beltrán y el Ing. José Luis Altuna, por su dedicación, paciencia y tiempo invertido. Su contribución en compartir conocimientos y guiar la realización de este proyecto de titulación ha sido invaluable.

**Katty Yantalema**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	PÁG.
CAPÍTULO I	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 PROBLEMA	3
1.2.1 Formulación del problema	3
1.2.2 Sistematización	3
1.3 OBJETIVOS	4
1.3.1 Objetivo General	4
1.3.2 Objetivos Específicos	4
1.4 HIPÓTESIS	5
1.4.1 Hipótesis Nula (Ho)	5
1.4.2 Hipótesis Alterna (Ha)	5
CAPÍTULO II	6
2. MARCO TEÓRICO	6
2.1 Papa ( <i>Solanum tuberosum L</i> )	6
2.1.1 Generalidades de la papa	6
2.1.2 La Taxonomía de la papa	7
2.1.3 Característica de la papa	7
2.1.4 Valor nutricional de la papa	8
2.1.5 Beneficios de la papa	8
2.1.6 Variedades de la papa	9
2.1.7 Super chola	9
2.1.8 Natividad	10
2.1.9 Ica Única	10
2.1.10 Yana shungo	11
2.1.11 Producción Mundial de papa	12
2.1.12 Producción de papa en Ecuador	12
2.1.13 Producción de papa en la provincia Bolívar	12
2.2 Jengibre ( <i>Zingiber officinale</i> )	13
2.2.1 Generalidades del jengibre.	13
2.2.2 Escala taxonómica de Jengibre	13
	X

2.2.3	Características del jengibre	14
2.2.4	Composición Bromatológica	15
2.2.5	Producción del jengibre	15
2.2.6	Producción y comercialización de jengibre en Ecuador	16
2.3	Cúrcuma ( <i>Curcuma longa</i> )	17
2.3.1	Generalidades de la cúrcuma	17
2.3.2	Características de la cúrcuma	18
2.3.3	Composición de la cúrcuma	18
2.3.5	Zonas de Producción en Ecuador	19
2.4	Destilación	20
2.4.1	Fundamentos de destilación	20
2.4.2	Métodos de destilación	22
2.4.3	Destilación simple	22
2.4.4	Destilación fraccionada	23
2.4.5	Arrastre de vapor	24
2.4.6	Extracción por soxhelt	25
2.4.7	Extracción por disolventes	26
2.4.8	Hidrodestilación asistida por microondas	26
2.4.9	Extracción prensada en frio	27
2.4.10	Extracción por fluidos supercríticos	28
2.5	Aceites	28
2.5.1	Tipos de aceites	29
2.5.2	Aceite esencial	29
2.5.3	¿Que no es aceite esencial?	31
2.5.4	Aceite esencial de jengibre	32
2.5.5	Aceite esencial de cúrcuma	33
2.6	Aplicación en la Agroindustria	34
2.7.1	Criterios físicos de calidad del aceite	34
2.7.2	Criterios químicos de calidad del aceite	36
2.7.3	Cromatografía de gases (GC)	36
2.7.4	Determinación de antioxidantes	37
2.8	Snack	38

2.8.1	Snack saludable	39
2.8.2	Clasificación de los snacks	39
2.8.3	Ventajas del snack	40
2.8.4	Tipos de snacks de acuerdo a su materia prima.	40
CAPÍTULO III		43
3. MARCO METODOLÓGICO		43
3.1 Ubicación de la investigación		43
3.1.1	Localización de la investigación	43
3.1.2	Situación geográfica y climática de la localidad	43
3.1.3	Zona de vida.	44
3.2 Materiales		44
3.2.1	Material experimental	44
3.2.2	Material de campo	44
3.2.3	Material de Estancia	44
3.2.4	Reactivos	44
3.3 Equipos		45
3.4 Métodos		46
3.4.1	Factores de estudio en extracción	46
3.4.2	Tratamientos	46
3.4.3	Características del experimento	47
3.4.4	Tipo de diseño experimental	47
3.4.5	Factores en estudio en obtención de snack	48
3.4.6	Tratamientos	48
3.4.7	Características del experimento	49
3.4.8	Tipos de diseño experimental	49
3.4.9	Análisis de varianza (ANOVA)	50
3.4.10	Modelo de pruebas de rangos múltiples	50
3.5 Metodología experimental		51
3.5.1	Caracterización física del tubérculo y rizoma	51
3.5.2	Análisis proximal del tubérculo y rizoma	51
3.5.3	Análisis elemental de los tubérculos y los rizomas	54
3.5.4	Análisis fisicoquímicos para evaluar la calidad del aceite esencial	55

3.6	Equipos a utilizados en el proceso de extracción	57
3.6.1	Extracción de aceite esencial por destilación por arrastre de vapor	57
3.7	Procesos de obtención del aceite esencial de rizoma	57
3.7.1	Diagrama de flujo del proceso de extracción del aceite esencial	59
3.7.2	Modelos matemáticos para la extracción de aceite esencial	60
3.8	Elaboración del snack	61
3.8.1	Diagrama de flujo para la elaboración de un snack	63
	CAPÍTULO IV	64
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	64
4.1	Análisis físicos y químicos de papa y rizomas	64
4.1.1	Propiedades físicas del rizoma y papa	64
4.1.2	Propiedades químicas de la papa y rizoma	66
4.2.1	Análisis de varianza de rendimiento en volumen del aceite esencial	73
4.2.2	Análisis de varianza de la densidad del aceite esencial	76
4.2.3	Análisis de varianza de la actividad antioxidante del aceite esencial	78
4.4	Identificación de los compuestos volátiles por cromatografía de gases	81
4.5	Identificar la mejor combinación de parámetros para el proceso de elaboración del snack.	85
4.5.1	Análisis de varianza en el Análisis sensorial del snack	85
4.5.2	Análisis químico de capacidad antioxidante del snack	94
4.5.3	Análisis de varianza en la actividad antioxidante del snack	94
4.5.4	Empacado y etiquetado	96
4.6	COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS	97
4.6.1	Hipótesis Nula ( $H_0$ )	97
4.5.2	Hipótesis Alterna ( $H_a$ )	97
4.5.3	Comprobación de hipótesis	97
	CAPITULO V	98
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	98
5.5.1	Conclusiones	98
5.5.2	Recomendaciones	99
	BIBLIOGRAFÍA	100
	ANEXOS	120

## ÍNDICE DE TABLAS

Nº	Detalle	Pág.
1	Clasificación taxonómica de la papa.....	7
2	Valor nutricional de la papa .....	8
3	Clasificación taxonomía del jengibre.....	13
4	Composición química del jengibre.....	15
5	Composición química de la cúrcuma .....	19
6	Zonas del ecuador con producción de cúrcuma .....	20
7	Situación de la investigación.....	43
8	Situación geográfica y climática .....	43
9	Equipos utilizados en la investigación .....	45
10	Factores en estudio para extracción de aceite .....	46
11	Composición de tratamientos para la investigación.....	46
12	Características del experimento en extracción de aceite esencial.....	47
13	Factores en estudio para obtención de snack .....	48
14	Composición de tratamientos para la investigación.....	48
15	Características de la experiencia en obtención del snack.....	49
16	Modelo de análisis de varianza (anova).....	50
17	Propiedades mecánicas y químicas de los aceites básicos .....	55
18	Parámetros de operación aplicados para el proceso de destilación.....	57
19	Propiedades físicas del rizoma y papa .....	64

20	Análisis proximal del rizoma .....	66
21	Análisis de varianza para la variable respuesta humedad .....	68
22	Pruebas de múltiple rangos para humedad en tubérculos .....	69
23	Análisis de varianza para la variable respuesta humedad .....	69
24	Pruebas de múltiple rangos para humedad en rizomas .....	70
25	Análisis de varianza para la variable respuesta humedad .....	70
26	Pruebas de múltiple rangos para humedad por variedades .....	72
27	Análisis elemental del rizoma y papa.....	72
28	Análisis de varianza de la variable respuesta rendimiento.....	73
29	Prueba de rangos múltiples del factor a en el rendimiento .....	74
30	Prueba de rangos múltiples del factor b en el rendimiento .....	75
31	Análisis de varianza la variable respuesta densidad .....	76
32	Prueba de rangos múltiples del factor a en la densidad .....	77
33	Análisis de varianza la variable respuesta actividad antioxidante .....	78
34	Prueba de rangos múltiples del factor a en actividad antioxidante .....	79
35	Índice de refracción.....	80
36	Cromatograma del aceite esencial de jengibre.....	82
37	Cromatograma del aceite esencial de cúrcuma .....	84
38	Análisis de varianza para la variable olor .....	85
39	Pruebas de múltiples rangos para la variable olor.....	86
40	Análisis de varianza para la variable color .....	87

41 Pruebas de múltiples rangos para la variable color .....	88
42 Análisis de varianza para la variable sabor .....	89
43 Pruebas de múltiples rangos para la variable sabor .....	90
44 Análisis de varianza para la variable crocancia .....	90
45 Pruebas de múltiples rangos para la variable crocancia.....	92
46 Análisis de varianza para la variable aceptabilidad .....	92
47 Pruebas de múltiples rangos para la variable aceptabilidad.....	93
48 Análisis de varianza para la variable actividad antioxidante .....	94
49 Pruebas de múltiples rangos para la actividad antioxidante.....	95

## ÍNDICE DE FIGURAS

Nº	Detalle	Pág.
1	Papa.....	6
2	Papa super chola.....	9
3	Papa natividad.....	10
4	Papa ica única.....	11
5	Papa iniap yana shungo.....	11
6	Anatomía del jengibre.....	14
7	Aspecto general del jengibre.....	14
8	Producción y cultivo de rizomas.....	16
9	Anatomía de la cúrcuma.....	17
10	Aspecto general de la cúrcuma.....	18
11	Aspecto general del equipo de destilación simple.....	23
12	Aspecto general del equipo de destilación fraccionada.....	24
13	Aspecto general del equipo de destilación arrastre de vapor.....	25
14	Aspecto general del equipo de ebullición por disolventes.....	26
15	Aspecto general del equipo de hidrodestilación asistida por microondas.....	27
16	Aspecto general del equipo prensado frio.....	27
17	Aspecto general del equipo de extracción por fluidos supercríticos.....	28
18	Aspecto general del aceite de jengibre.....	32
19	Aspecto general del aceite de cúrcuma.....	33

20	Cromatógrafo de gases .....	36
21	Modelo de picos en cromatografía de gases .....	37
22	Determinación de antioxidantes .....	38
23	Snack de papa.....	40
24	Diagrama de flujo en el proceso de extracción del aceite esencial .....	59
25	Diagrama de flujo en la elaboración del snack alimenticio .....	63
26	Análisis proximal de la papa .....	67
27	Graficas de medias en cada tratamiento en tubérculos .....	68
28	Graficas de medias en cada tratamiento en rizomas .....	70
29	Graficas de medias en cada tratamiento variedades.....	71
30	Graficas de medias del factor a en el rendimiento de aceite esencial .....	74
31	Graficas de medias del factor b en el rendimiento .....	75
32	Graficas de medias del factor a en la densidad .....	77
33	Graficas de medias del factor a en actividad antioxidante del aceite.....	78
34	Diferencia de la densidad del aceite esencial por tratamiento .....	80
35	Cronograma del aceite esencial de jengibre.....	81
36	Cromatograma del aceite esencial de cúrcuma .....	83
37	Grafica de medias para la variable olor.....	86
38	Grafica de medias para la variable color.....	87
39	Grafica de medias para la variable sabor .....	89
40	Grafica de medias para la variable crocancia.....	91

41 Grafica de medias para la variable aceptabilidad.....	93
42 Grafica de medias para la variable actividad antioxidante.....	95
43 Etiqueta del snack .....	96

## ÍNDICE DE ANEXOS

Nº	Detalle
1	Anexo 1. Mapa de ubicación de la investigación
2	Anexo 2. Análisis físico químico de los rizomas y papas
3	Anexo 3. Análisis elemental
4	Anexo 4. Análisis actividad antioxidante en el aceite esencial
5	Anexo 5. Análisis cromatográfico
6	Anexo 6. Análisis sensorial
7	Anexo 7. Análisis actividad antioxidante en el snack
8	Anexo 8. Práctica desarrollada en el laboratorio
9	Anexo 9. Glosario de términos

## RESUMEN

El objetivo de la investigación fue obtener un snack alimenticio a partir de cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum L*), utilizando aceites esenciales de rizomas. Se realizó una revisión bibliográfica acerca de la materia prima, métodos de extracción, destilación arrastre de vapor y criterios de calidad del aceite esencial. La materia prima se obtuvo de la zona central y norte del Cantón Guaranda por su valor nutricional su manejo agroindustrial y su comercialización. Se aplicó un diseño experimental en arreglo factorial AxB (2x2). Las variables de respuesta evaluadas para el aceite fueron rendimiento en volumen, densidad, y actividad antioxidante. En lo relacionado con el aceite esencial del rendimiento en volumen el mejor tratamiento fue T4. En la densidad el mejor tratamiento fue T2 y en actividad antioxidante el mejor tratamiento fue T3-T4. Las variables de respuesta para el snack fueron análisis sensorial, actividad antioxidante. Para la determinación de los principales componentes antioxidantes se utilizó técnica de ABTS. Para determinación de calidad del aceite esencial se realizó la densidad y índice de refracción obteniendo; una densidad para aceite esencial de jengibre de 0,87g/ml y para el aceite esencial de cúrcuma 0,92g/ml indicando que mientras menor densidad en el aceite esencial de mejor será calidad; en el índice de refracción se obtuvo para aceite esencial de jengibre 1,49nD y para aceite esencial de cúrcuma 1,51nD, en el cual se evidencia la pureza del aceite, el grado de saturación y el contenido de ácidos grasos y para cromatografía de gases (GC-MS) se presentó componentes volátiles similares los cuales son (*Zingiberene, Curcumene, Tumerone*). En lo relacionado con el snack alimenticio en el análisis sensorial los mejores tratamientos fueron T3-T4-T7-T8 y en actividad antioxidante el mejor tratamiento fue T4 (variedad Super chola con atomización de aceite esencial de cúrcuma) y T8 (variedad Única con atomización de aceite esencial de cúrcuma).

**Palabras clave:** aceite fundamental, destilación arrastre vapor y actividad antioxidante.

## SUMMARY

The objective of the research was to obtain a food snack from four varieties of potato (*solanum tuberosum*), using essential oils from rhizomes. A bibliographic review of the raw material, extraction methods, steam distillation and essential oil quality criteria was carried out. The raw material was obtained from the central and northern zone of Guaranda Canton because of its nutritional value, agroindustrial management and commercialization. An AxB (2x2) factorial design was applied. The response variables evaluated for the oil were volume yield, density, and antioxidant activity. In relation to the essential oil, the best treatment for volume yield was T4. In density the best treatment was T2 and in antioxidant activity the best treatment was T3-T4. The response variables for the snack were sensory analysis and antioxidant activity. The ABTS technique was used to determine the main antioxidant components. To determine the quality of the essential oil, the density and refractive index were determined, obtaining a density of 0.87g/ml for ginger essential oil and 0.92g/ml for turmeric essential oil, indicating that the lower the density of the essential oil, the better the quality; the refractive index was 1.49nD for ginger essential oil and 1.5nD for turmeric essential oil, which shows the purity of the essential oil.

**Key words:** fundamental oil, steam distillation and antioxidant activity.

# CAPÍTULO I

## 1.1 INTRODUCCIÓN

En la provincia Bolívar se cuenta con una gran variedad de tubérculos gracias a la presencia de diferentes pisos climáticos en la región, lo que representa una ventaja en la producción de alimentos López (2021). La papa se ha convertido en un ingrediente principal muy utilizado en la elaboración de productos alimenticios. Yang (2021), indica sus beneficios nutricionales y su versatilidad en la industria alimentaria. En términos de investigación Molina (2022), menciona que la papa es una fuente rica en vitaminas, minerales y antioxidantes, que pueden proporcionar beneficios para la salud, como la prevención de enfermedades crónicas. Además, la papa es una materia prima accesible y económica para la producción de alimentos en la provincia Bolívar.

La valorización de las diversidades mejoradas de papa Nativa y a la generación de alternativas alimentarias saludables y sostenibles. Según Mullo y Guapi (2021), menciona que mediante el procesamiento de semillas, estas variedades continúan manteniéndose en la comunidad investigadora. La diversidad de variedades está influyendo por el tipo de protección, uso y puesto de la elaboración. El tratamiento de núcleos es el método más frecuente para conservar la variedad de semillas acumuladas en bolsas y pilas. La principal moda de variedad local de papas es la nutrición de las personas y la preparación de diversos platos típicos con ellas. La mayor parte de la elaboración se destina a la planificación en diversos proveedores de la región, en menores cantidades para semillas, comercio, autoconsumo y consumo animal.

En Ecuador, el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) (2022), ha avanzado en la ciencia y creado nuevas variedades mejoradas de papa Nativa de la provincia Bolívar. Presentan características nutricionales y sensoriales únicas. En este trabajo se propone la elaboración de un snack alimenticio a partir de cuatro variedades de papa Nativa mejoradas, utilizando aceites esenciales de rizomas como aditivos naturales. Tereca (2020), indica que los snacks en muchos casos no tienen mucho (o ninguno) valor nutricional y tienen importantes

cantidades de edulcorantes, conservantes, saborizantes, sal, y otros ingredientes que no contribuyen a cuidar la salud.

Bueño y Bravo (2022), menciona que en la elaboración de snacks alimenticios utilizando ingredientes locales y tradicionales se ha convertido en una tendencia en la industria alimentaria actual, debido a que los aceites esenciales se utilizan como aditivos sensoriales, ya que mejoran el aroma y la palatabilidad del alimento, poseen propiedades antimicrobianas, antivirales, antiinflamatoria y antioxidantes. Esto indica que los aceites esenciales pueden tener efectos beneficiosos ya que estimula el estómago y los intestinos para aliviar la constipación, evitar la acumulación de toxinas e infecciones por hongos.

En la extracción de aceites esenciales de rizomas mediante destilación de arrastre de vapor, pueden influir diversos factores en la eficacia y calidad de los métodos utilizados. Según Mendanha (2017), indica que los factores que influyen son el tiempo y la temperatura de destilación, el tipo de materia prima utilizado, el solvente a realizar la maceración y las condiciones de almacenamiento de los mismos. En este estudio se evaluarán estos factores de variabilidad en la extracción de aceites esenciales de rizomas mediante destilación de arrastre de vapor con el objetivo de determinar su efecto en la eficacia y calidad de los métodos utilizados determinados. De acuerdo con lo anterior Cano (2023), plantea que la extracción de los aceites esenciales se recomienda realizar mediante destilación por arrastre de vapor ya que conserva sus componentes y efecto en las propiedades físicas y sensoriales del snack que será evaluado.

## **1.2 PROBLEMA**

En la provincia Bolívar la producción de papa se destina en su mayoría para consumo humano en forma directa, otra parte es comercializada en otros cantones de la región principalmente. Existe limitada publicaciones científicas que evidencie la utilización de aceites esenciales obtenidos a partir de rizomas, en la elaboración de snack alimenticio. Sumado a ello existe poco o casi nada de desarrollo de la agroindustria de elaboración de snacks alimenticios a partir de papas nativas. De continuar la situación, la agroindustria, pierde la oportunidad de poder obtener un producto innovador, que puede aportar junto con la adición de aceites esenciales, propiedades en beneficio de la salud humana.

### **1.2.1 Formulación del problema**

Por lo expuesto anteriormente la presente investigación está enfocada la elaboración de un snack alimenticio a partir de cuatro variedades de papa utilizando aceites esenciales de rizomas.

¿Cómo obtener un snack alimenticio a partir de cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum L*), utilizando aceites esenciales de rizomas?

### **1.2.2 Sistematización**

Para el abordaje de la pregunta general de investigación, se planteó las siguientes preguntas específicas:

¿Cuáles son las composiciones físicas y químicas de la materia prima en la elaboración de snack?

¿Cuáles son los parámetros de proceso que deben ser tomados en cuenta en los procesos de extracción, mediante la utilización de destilación por arrastre de vapor?

¿Cuál es la calidad del aceite esencial obtenido?

¿Elaborar un snack alimenticio que combine las cuatro variedades de papas seleccionadas con los aceites esenciales de rizoma para obtener un producto final con un equilibrio adecuado entre sabor, aroma y propiedades antioxidante y funcionales?

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 Objetivo General**

Obtener un snack alimenticio a partir de cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum L*), utilizando aceites esenciales de rizomas.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Caracterizar las materias primas.
- Extraer el aceite esencial de rizomas, por destilación.
- Evaluar la calidad del aceite esencial obtenido a partir rizoma.
- Identificar la mejor combinación de parámetros para el proceso de elaboración del snack.

## **1.4 HIPÓTESIS**

### **1.4.1 Hipótesis Nula (H<sub>0</sub>)**

H<sub>0</sub>: El snack alimenticio obtenido a partir de cuatro variedades de papa, mediante la utilización de aceites esenciales, no cumplen con los criterios de calidad exigidos para ser consumidos por el ser humano

### **1.4.2 Hipótesis Alterna (H<sub>a</sub>)**

H<sub>a</sub>: El snack alimenticio obtenido a partir de cuatro variedades de papa, mediante la utilización de aceites esenciales, cumplen con los criterios de calidad exigidos para ser consumidos por el ser humano.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Papa (*Solanum tuberosum L.*)

##### 2.1.1 Generalidades de la papa

En el Ecuador, la papa es uno de los cultivos de mayor demanda en el consumidor y en el sector agrícola es un cultivo de referencia principalmente en la región sierra. Benavides (2018), indica que las condiciones de clima y suelo en esta región hacen que sea favorable su siembra y posterior cosecha. Burgos (2019), menciona que su alto contenido de carbohidratos, vitaminas y minerales la convierte en un valioso alimento para la nutrición humana. La papa ha sido un alimento importante para las culturas andinas, quienes la veneraban por su valor nutricional. En la actualidad, la papa es uno de los cultivos más importantes en procesos de producción y consumo en todo el mundo lo afirma el Instituto Nacional de Exploraciones Agropecuarias (INIAP) (2022).

#### Figura 1

*Papa*



*Nota.* La figura muestra el tubérculo cosechado. Tomado de Carrera (2018).

### 2.1.2 La Taxonomía de la papa

Se refiere a las diferentes especies que existen de ellas, como su clasificación, cultivares, mezclas del género y aquellos relacionados.

**Tabla 1**

*Clasificación taxonómica de la papa*

Taxonomía	
Reino	Vegetal
División	<i>Fanerogama</i>
Subdivisión	<i>Angiosperma</i>
Clase	<i>Dicotiledonea</i>
Subclase	<i>Simpetala</i>
Sección	<i>Anisocarpeas</i>
Orden	<i>Tubiflorineas</i>
Familia	<i>Solanaceae</i>
Género	<i>Solanum L</i>
Sección	<i>Petota Dumort Tier</i>
Especie	<i>Solanum tuberosum L</i>

*Nota.* Información taxonómica de la papa. Tomado Prieto et al. (2022).

### 2.1.3 Característica de la papa

Según Wilches W (2019), de la papa:

- Esta especie se caracteriza por ser una planta de naturaleza herbácea y tuberosa, con una naturaleza perenne manifestada a través de sus tubérculos. Es caducifolia, lo que significa que pierde sus hojas y tallos aéreos durante la temporada fría. Presenta un tallo que es generalmente recto o semi-recto y puede alcanzar una altura de hasta un metro.
- En cuanto a su follaje, las hojas son de tipo compuesto, conteniendo entre 7 y 9 folíolos pequeños (configuración imparipinnada). Estos folíolos tienen una forma lanceolada y se organizan en un patrón espiral alrededor de los tallos.
- Las raíces de la planta se localizan en la sección del tallo que se extiende desde el tubérculo semilla hasta la superficie del suelo.

#### 2.1.4 Valor nutricional de la papa

Según un Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria del Ecuador (INIAP) (2023) las papas frescas se caracterizan por su mínima cantidad de grasa y ausencia de colesterol. Aunque el nivel de proteínas en estos tubérculos es modesto, su calidad biológica es destacable y puede compararse con la de los huevos. Una papa de tamaño mediano aporta con el 26% del requerimiento diario de cobre; del 17 al 18% potasio, fósforo, hierro; y entre el 5 al 13% zinc, magnesio, y manganeso; y hasta el 50% vitamina C.

#### 2.1.5 Beneficios de la papa

McCain (2023), menciona como beneficios de la papa que:

- Este alimento se reconoce como un elemento esencial y accesible en la dieta. Proporciona el 2% del hierro requerido según la ingesta diaria recomendada (IDR), el 8% del fósforo necesario y el 15% de la vitamina C recomendada.
- La fibra soluble presente en la papa juega un papel importante en la disminución y ralentización de la absorción tanto de glucosa como de colesterol. Una porción de papa, que equivale a 3/4 de una unidad, aporta 2,5 g de fibra, mientras que una papa de tamaño mediano contiene 3,5 g, lo que representa el 14% de la IDR de fibra.

**Tabla 2**

*Valor nutricional de la papa*

Información Nutricional en 100g		Unidad
Grasas	5.17	g
Colesterol	0.00	mg
Carbohidratos	24.99	g
Potencia	1.80	g
Azucares	0.40	g
Cal	9.80	mg
Hierro	0.64	mg
vitamina C	5.00	%

Nota. Descripción del valor nutricional por 100g de porción de papa. Tomado de McCain (2023).

### **2.1.6 Variedades de la papa**

En Ecuador, se automatiza la presencia de aproximadamente 350 características de papas, las cuales varían ampliamente en forma, color y tamaño. La mayor parte de estas variedades autóctonas se cultiva en altitudes superiores a los 3000 metros y son apreciadas por sus tipos organolépticas y agrícolas, así como por su rol en la coincidencia cultural del país. De este extenso conjunto de variedades, solamente unas 14 se hallan disponibles en los mercados de las regiones montañosas centrales de Ecuador, según lo reporta el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) (2022).

### **2.1.7 Super chola**

La Super chola es la variedad de papa apta tanto para el consumo en estado reciente como para su procesamiento en productos como papas fritas en hojuelas y estilo francés. Esta variedad se caracteriza por tubérculos de tamaño mediano, con una forma que varía entre elíptica y ovalada. En cuanto a su valor nutricional, es rica en carbohidratos y también aporta una cantidad significativa de proteínas con un equilibrio adecuado de aminoácidos. Ofrece vitaminas como la C, B6, B1 y folato, así como minerales importantes como potasio, calcio y magnesio, además de micronutrientes esenciales como hierro y zinc Valle (2021).

### **Figura 2**

*Papa Super chola*



*Nota.* Aspecto general del tubérculo de papa chola. Tomado de descripción de conocimientos e averiguación para el cultivo de papa en Ecuador Benavides et al. (2018)

### 2.1.8 Natividad

La variedad Natividad es una papa en consumo en fresco en fritos. Las raíces son oblongas, de piel amarilla con manchas rosadas, ojos de hondura mediana y pulpa amarilla. a variedad I-179-19 (Natividad), fue seleccionada a partir de un cruce entre la variedad I- Gabriela por un híbrido entre yema de huevo (*Solanum phureja*) y el cultivar silvestre (*Solanum pausissectum*). Por tres ciclos fue valorada en la Estación Santa Catalina y consecutivamente por cuatro períodos en campos de fabricantes en la Provincia Bolívar Cuesta y Reinoso (2015).

### Figura 3

*Papa Natividad*



*Nota.* Aspecto general del tubérculo de papa Iniap-Natividad. Tomado de papa en Ecuador Cuesta y Reinoso (2015).

### 2.1.9 Ica Única

Desarrollada por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), la variedad ICA Única se distingue como una papa adecuada tanto para ser consumida fresca, ideal en preparaciones como sopas y caldos, como para ser utilizada en frituras de tipo bastón. Esta variedad se caracteriza por tener tubérculos de forma redonda. Su piel presenta un color crema, adornado con matices morados en la zona de los ojos, los cuales son poco profundos. La pulpa es amarilla-claro Torres et al. (2017).

#### **Figura 4**

##### *Papa Ica Única*



Nota. Aspecto de la papa Ica Única. Tomado de Benavides y Sanchez (2018)

#### **2.1.10 Yana shungo**

La variedad INIAP-Yana shungo es apta para consumo en fresco (cocida, cremas y purés) y para fritura. Vaca (2018), menciona que los tubérculos son de forma oblonga, con ojos profundos, presenta alta resistencia al virus del enrollamiento de la papa (PLRV) medianamente sensible a los virus PVX y PVY. Así mismo Escobar (2019), indica el tono dominante en la pulpa de la variedad INIAP-Yana shungo es el morado, con tonalidades secundarias en crema. Esta variedad se distingue por su característica pulpa morada, la cual es rica en polifenoles.

#### **Figura 5**

##### *Papa INIAP Yana shungo*



Nota. Aspecto general del tubérculo de papa Yana shungo. Tomado del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIAP) (2011)

### **2.1.11 Producción Mundial de papa**

A nivel universal, la producción de papa alcanza cerca de 341 millones de peso, distribuidas en un área cultivada de unos 20 millones de hectáreas. China lidera como el principal productor, con una obtención que oscila entre 66 y 71 millones de peso. Otros países con una producción significativa incluyen a Rusia, India, Polonia, Estados Unidos, Ucrania, Alemania, Países Bajos y Belarús. La productividad promedio global de 8,50 toneladas por hectárea, aunque existe una gran variabilidad. Muchos países desarrollados registran rendimientos superiores a 20 toneladas por hectárea. Asimismo, se observa un creciente consumo de papas frescas en los países en desarrollo, como parte de la diversificación en la dieta humana Yare (2023).

### **2.1.12 Producción de papa en Ecuador**

En Ecuador, la papa es uno de los principales cultivos tradicionales, involucrando a alrededor de 82,000 agricultores distribuidos en 90 cantones distintos. A nivel nacional, se registra un agotamiento promedio de 30 kilogramos de papa por individuo al año. Se estima más de 250,000 familias ecuatorianas dependen directamente de la agricultura de papa. Es notable que el 50% de estos agricultores son de pequeña escala, manejando en promedio áreas de 2 hectáreas, las cuales representan el 20% del área total de cultivo en el país. Reconociendo la relevancia histórica, social y económica de este cultivo, el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias ha instaurado el 29 de junio como el Día Nacional de la Papa en Ecuador (INIAP) (2020).

### **2.1.13 Producción de papa en la provincia Bolívar**

En la Provincia de Bolívar, se contabilizan aproximadamente 1,500 agricultores dedicados al cultivo de papa, abarcando una superficie de cerca de 3,500 hectáreas destinadas a este tubérculo. Es una práctica habitual entre los productores de esta región utilizar como semilla el “grano” proveniente de la cosecha anterior, aunque no sea de la más alta calidad. Esta metodología, sin embargo, no resulta completamente efectiva para asegurar tanto la cantidad como la calidad de la producción. Históricamente, el rendimiento promedio de estos cultivos ha sido de alrededor de 11 toneladas por hectárea (MAGAP) (2021).

## 2.2 Jengibre (*Zingiber officinale*)

### 2.2.1 Generalidades del jengibre.

Villavicencio y Vásquez (2020), menciona que el jengibre, una especie originaria de Asia, tiene un origen exacto desconocido, ya que se ha introducido y cultivado en todas las regiones tropicales del mundo desde épocas antiguas. Esta planta, conocida tanto por su uso como especia como por sus propiedades medicinales, proviene de Asia Central y el Sudeste Asiático. Se caracteriza por ser una planta perenne y robusta, dotada de un rizoma fuerte y vigoroso rastrero horizontal que presenta tuberosidades y ramificaciones posee un característico aroma perfumado y refrescante. Su sabor es sazonado, picante y fuerte, con un toque ligeramente dulzón.

### 2.2.2 Escala taxonómica de Jengibre

**Tabla 3**

*Clasificación taxonomía del jengibre*

<b>Taxonomía del jengibre</b>	
Dominio	<i>Eucariotas</i>
Reino	<i>Vegetal</i>
Filo	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Liliopsida (conocida también como Monocotiledóneas)</i>
Orden	<i>Zingiberales</i>
Familia	<i>Zingiberáceas</i>
Género	<i>Zingiberr</i>
Especie	<i>Officinale</i>

*Nota.* Descripción taxonómica del jengibre. Tomado de Acosta (2020)

Lara (2022), indica Hoy en día, aproximadamente la mitad de la producción global de jengibre tiene su origen en la India. En China, el jengibre se cultiva ampliamente, siendo especialmente prevalente en las zonas centrales y del sur. Esta planta se caracteriza por su naturaleza perenne y robustez, poseyendo un rizoma rastrero horizontal vigoroso, el cual muestra tuberosidades y múltiples ramificaciones.

## **Figura 6**

### *Anatomía del Jengibre*



*Nota.* Aspecto de la planta entera de jengibre. Tomado de Revista Mundial de Punzadura por Sotomayor (2022).

## **Figura 7**

### *Aspecto General del Jengibre*



*Nota.* Aspecto del Jengibre fresco. Tomado de Nartex Lab por Acosta (2020).

### **2.2.3 Características del jengibre**

Del rizoma salen falsos tallos y retoños con flores. Lara (2022), menciona el nombre del jengibre procede del sánscrito *shringavera*, que quiere decir "con forma de cornamenta". Leyva (2019), afirma que el jengibre se distingue por su aroma único, que es a la vez fragante y refrescante, con notas cítricas que recuerdan al limón. Su sabor es intensamente especiado y picante, complementado por un ligero dulzor. Estas características dieron origen a su nombre en varios idiomas: ziggiberis en

griego, zingiber en latín y ginger en inglés. Los rizomas, valorados tanto por sus usos culinarios como por sus propiedades terapéuticas, generalmente se cosechan entre los 9 y 10 meses posteriores a la siembra.

#### 2.2.4 Composición Bromatológica

Sotomayor (2022), en su investigación indica El valor nutricional del jengibre se atribuye principalmente a su rica composición en aceites esenciales (que representan entre un 2,5 y un 3%) y a sus compuestos picantes no volátiles. Dentro de estos últimos, los gingeroles son los más abundantes, constituyendo aproximadamente el 25% del total. Una alta concentración de gingeroles y un sabor picaresco pronunciado son indicativos de su frescura y disposición. Como el jengibre se utiliza principalmente como condimento para enriquecer el sabor y aroma de los alimentos, la cantidad consumida en cada uso suele ser bastante reducida.

**Tabla 4**

*Composición química del Jengibre*

<b>Componente</b>	<b>Contenido Porcentual (%)</b>
Agua	10%
Materias Nitrogenadas	7,50%
Materias Grasas	3,50%
Aceites Esenciales	2,00%
Otras Materias Extractivas Nitrogenadas	54,00%
Fibra (Celulosa)	3,00% y 8,00%
Carbohidratos	4,50%
Cenizas	5,50%

*Nota.* Tomado de la Universidad Técnica de Ambato López y Sotomayor (2022).

#### 2.2.5 Producción del jengibre

El jengibre se cultiva primordialmente para su rizoma, que se manipula ampliamente en el fogón y en la medicina tradicional. No obstante, esta planta ofrece también la posibilidad de extraer aceite esencial, lo que amplía significativamente su potencial de mercado. Al dirigir la producción hacia una

variedad de mercados, se optimiza la utilización completa del jengibre, minimizando así el desperdicio de las partes del cultivo que normalmente se descartarían o se considerarían como 'rechazo' Peñafiel (2021).

### 2.2.6 Producción y comercialización de jengibre en Ecuador

El jengibre se caracteriza por su alta capacidad de adaptación para su cultivo en Ecuador. Según Peñafiel (2021), las condiciones climáticas y la posición geográfica del país permiten su producción durante todo el año. La cosecha del jengibre ocurre entre los 7 y 9 meses, alcanzando su punto óptimo de madurez, con los meses más propicios para la recolección extendiéndose de octubre a marzo. De acuerdo con el Ministerio de Cultura y Patrimonio, las regiones más idóneas para el cultivo de jengibre incluyen: Manabí, Cotopaxi, Esmeraldas, Santo Domingo de los Tsáchilas, Los Ríos, Guayas y Pichincha.

#### Figura 8

*Producción y cultivo de rizomas*



*Nota.* Bote del (MAGAP) desembarcando jengibre y cúrcuma. Tomado del Ministerio de Agricultura y Ganadería (2023).

Durante este año, con el objetivo de potenciar la venta directa, un total de 5.152,2 kilogramos de jengibre y cúrcuma fueron transportados por vía fluvial hasta Puerto Morona, en la provincia de Morona Santiago. Estos productos provinieron de diversas localidades del cantón Taisha. Los productos fueron transportados en los

dos botes adquiridos por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), en Morona Santiago. En total fueron trasladados 2.526,3 kilogramos (5.558 libras) de jengibre y 2.625,9 kilogramos (5.777 libras) de cúrcuma (MAGAP) (2020).

## 2.3 Cúrcuma (*Curcuma longa*)

### 2.3.1 Generalidades de la cúrcuma

Perteneciente a la familia Zingiberaceae y nativa del sudeste asiático, esta planta es reconocida a nivel global por su uso como condimento aromático. Se emplea ampliamente en la cocina asiática, donde se valora por su capacidad de añadir un matiz de color y un distintivo sabor picante a las comidas. Los compuestos fitoquímicos presentes en su rizoma anaranjado característico, los curcuminoides, le confieren a esta planta importantes propiedades medicinales Natura (2020). La cúrcuma, es natural del suroeste de la India e importa a la propia familia que el jengibre. Sánchez (2020)

### Figura 9

*Anatomía de la Cúrcuma*



*Nota.* Aspecto de la planta entera de la cúrcuma. Tomado de Natura (2020).

La cúrcuma es una de las hierbas con las excelentes participaciones de Oriente. Utilizada desde el principio de los tiempos como un condimento, tintura o medicamento, el polvo de cúrcuma ahora se recomienda como antiinflamatorio y antioxidante, pero también para tratar trastornos digestivos Hornimans (2021).

## Figura 10

### *Aspecto general de la Cúrcuma*



*Nota.* Aspecto del rizoma de la cúrcuma. Tomado de Natura (2020)

### **2.3.2 Características de la cúrcuma**

Según Natura (2020), La cúrcuma longa es una especie herbácea, perenne y con rizomas, que puede alcanzar una altura de hasta un metro. Se clasifica dentro de la familia Zingiberaceae. Esta planta se distingue por sus hojas oblongas y extensas, que envuelven una inflorescencia de aproximadamente veinte centímetros de largo. El rizoma de la cúrcuma emana un aroma intenso y agradable, resultado de un aceite esencial compuesto por dos fracciones: una volátil y otra no volátil. El sabor es picante y ligeramente amargo Celi (2023).

### **2.3.3 Composición de la cúrcuma**

Los principales compuestos químicos de la fracción volátil son monoterpenos y sesquiterpenos, 50 a 60% de los compuestos fenólicos son curcumina, demetoxicurcumina y bisdemetoxicurcumina Sánchez (2020).

**Tabla 5***Composición química de la cúrcuma*

<b>Componente</b>	<b>Valor por 100 g</b>	<b>Unidad</b>
Agua	12.85	<i>g</i>
Energía	312	<i>kcal</i>
Proteínas	9.68	<i>g</i>
Lípidos totales (grasas)	3.25	<i>g</i>
Carbohidratos Nitrogenadas	67.14	<i>g</i>

*Nota.* Composición química de la cúrcuma. Tomado de Reduca Biología por Saiz (2015).

**2.3.4 Actividad a nivel digestivo y hepático**

Se ha comprobado que la cúrcuma posee propiedades beneficiosas contra las úlceras pépticas, contribuyendo a la cicatrización de estas y a la disminución del dolor asociado. Experimentos en animales han demostrado que la cúrcuma estimula la producción de moco gástrico, favoreciendo así la curación y protección del estómago. Además, es eficaz en la reducción de gases intestinales y ejerce una acción protectora sobre el hígado, pudiendo prevenir el daño hepático causado por toxinas. Esto representa una noticia alentadora, especialmente para aquellas personas que consumen medicaciones potentes para tratar enfermedades como la diabetes, las cuales podrían afectar negativamente el hígado con el uso a largo plazo (2021).

**2.3.5 Zonas de Producción en Ecuador**

El clima y los contextos ambientales de Ecuador son ideales para el cultivo de la cúrcuma, y se han identificado numerosas áreas en el país donde su producción es destacable. La Fundación Chankuap se dedica a procesar y convertir estas especies tradicionales en una variedad de productos, incluyendo cosméticos, aceites esenciales, productos fitoterapéuticos y artesanías, destinados al mercado internacional. El cultivo de cúrcuma se favorece especialmente en zonas de clima tropical, húmedo y subtropical, tan se muestra en la tabla a continuación.

**Tabla 6**

*Zonas del Ecuador con producción de cúrcuma*

<b>Zona</b>	<b>Altura (m.s.n.m.)</b>	<b>Temperatura(°C)</b>
Santo Domingo	660	24
La Concordia	300	24
Tena	527	23
Zamora	900	21,40
Caluma	250	22,90

Nota. Producción de cúrcuma. Encontrado de Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología por Hernández y Moya (2021).

## **2.4 Destilación**

### **2.4.1 Fundamentos de destilación**

#### **Fundamento físico**

Aguirre et al. (2018), ratifican que los fundamentos físicos de la ebullición se basan en las diferencias en los lugares de ebullición de los dispositivos de una composición líquida, a esto se le puede atribuir criterios como:

- **Punto de ebullición:** Cada sustancia tiene un lugar de ebullición característico, que es la calentura a la cual se convierte de líquido a gas a una influencia dada. Los dispositivos de una composición tienen puntos de ebullición entre otros.
- **Calentamiento:** En la ebullición, la mezcla se calienta gradualmente. A régimen que la temperatura desarrolla, el componente con el punto de ebullición más pequeño comenzará a evaporarse primero, formando vapor.
- **Vaporización:** El vapor se forma a partir del componente más volátil, mientras que los componentes con puntos de ebullición más altos duran en fase líquido.
- **Condensación:** El vapor se administra hacia un acumulador, donde se enfría y vuelve a convertirse en líquido. Este proceso de condensación se lleva a cabo a través de la pérdida de calor.

- **Recolección:** El líquido condensado, que ahora es más puro, se recoge en un recipiente separado. Este líquido condensado contiene el dispositivo con el sitio de ebullición más pequeño en su forma pura.

### Fundamento químico

Según Casado (2018) menciona lo siguiente:

- **Fuerzas intermoleculares:** Las sustancias en estado líquido están formadas por compuestos que se relacionan mutuamente mediante interacciones intermoleculares, como las fuerzas de dispersión de London, interacciones dipolo-dipolo o enlaces de hidrógeno. Estas interacciones son cruciales para definir las características físicas y químicas de las sustancias, incluyendo aspectos como sus puntos de ebullición.
- **Ley de Raoult:** La Ley de Raoult establece que la influencia de vapor de una composición de líquidos es pareja a la adición de las influencias de vapor parciales de los componentes individuales en la mezcla. Esto significa que la presión de vapor de una mezcla depende de la concentración de cada unidad y de sus respectivas presiones de vapor.
- **Separación de componentes:** La destilación accede separar los componentes de la composición en ocupación de sus puntos de ebullición. El dispositivo con el punto de ebullición más bajo se recoge primero, y el proceso se puede repetir si se desean separar más componentes de la mezcla.

### Fundamento matemático

Carvalho (2017), menciona que la aplicación de principios y ecuaciones matemáticas para modelar y comprender el proceso de destilación, incluyendo la relación que ingrese las participaciones físicas de los componentes y las condiciones de operación. La Ley de Raoult es una relación matemática fundamental que describe la influencia de vapor de una composición líquida ideal.

El modelo matemático se expresa como:

$$P_i = x_i * P_i^0$$

**Donde:**

$P_i$ : es la presión de vapor impropcedente del dispositivo  $i$  en la mezcla.

$x_i$ : es la fracción molar del dispositivo  $i$  en la fase líquida.

$P_i^0$ : es la imposición de exhalación del componente puro  $i$ .

**2.4.2 Métodos de destilación**

Fernández y Reascos (2022), ratifica que las grasas esenciales y compendios de plantas tienen empleados durante un extenso período con el fin de lograr esencias y sabores. Con el transcurso del tiempo, se han elaborado diversas investigaciones acerca de distintas especies de plantas, con el propósito de determinar su potencial antimicrobiano, su capacidad como agentes antioxidantes y su contribución nutricional. La composición de los aceites esenciales y resúmenes puede ser variable según el método de extracción que se aplique.

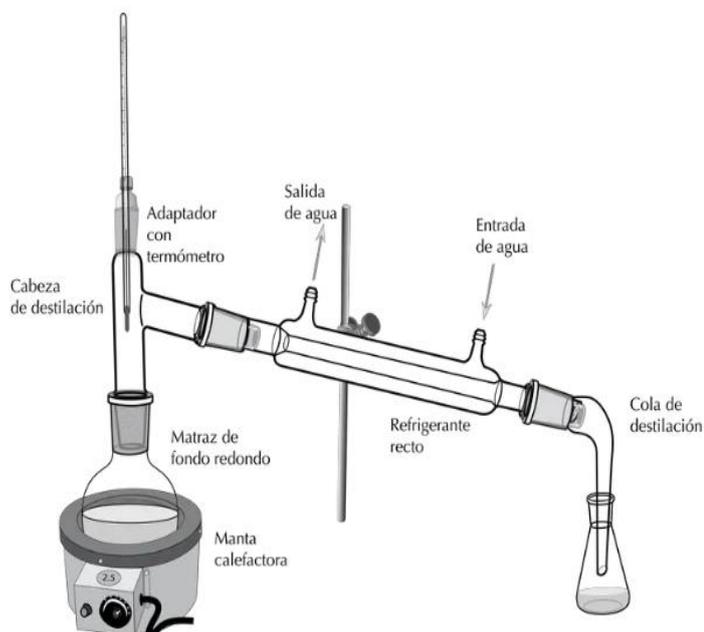
González et al. (2019), menciona que las técnicas incluyen métodos convencionales como la destilación, la hidrodifusión y la extracción con disolventes, así como técnicas modernas como la extracción con fluido supercrítico, la extracción con líquido subcrítico y la extracción por microondas sin el uso de disolventes. Las técnicas modernas se destacan por ser altamente prometedoras, ya que consumen menos energía, requieren menos tiempo de extracción, utilizan menos solventes y emiten una menor cantidad de dióxido de Carbono al medio ambiente.

**2.4.3 Destilación simple**

Hernández y Mieres (2020), indica que la ebullición simple es una causa de alejamiento que se emplea para purificar líquidos, con el propósito de separar sustancias que tienen diferentes puntos de ebullición. Implica calentar una mezcla líquida, recoger los vapores generados, enfriar y condensar esos vapores para obtener líquidos separados en función de sus distintas temperaturas de hervor. Este método se maneja habitualmente en entornos de laboratorio para purificar líquidos y retirar componentes en una mezcla líquida.

## Figura 11

*Aspecto general del equipo de destilación simple*



*Nota.* Esquema gráfico del destilador simple. Tomado De Química (2023)

La destilación simple es un proceso en el que los vapores generados se condensan inmediatamente en un condensador. Sin embargo, el destilado resultante no es completamente puro y su composición difiere de la de los vapores originales. Esta técnica es útil para separar sustancias con diferencias de temperatura de ebullición de entre 100 y 200 grados Celsius. Es importante ubicar el ingreso de agua en la porción superior del refrigerador. También se emplea para separar sólidos disueltos en líquidos o para separar dos líquidos con una diferencia de al menos 50°C en sus puntos de ebullición Cordero Vintimilla (2021).

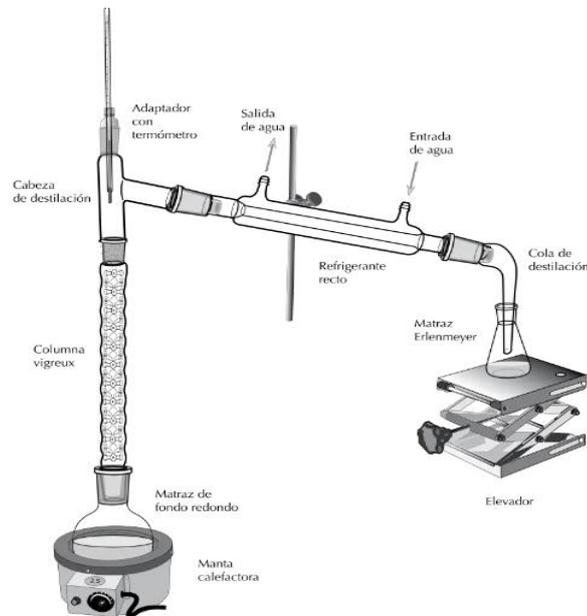
### 2.4.4 Destilación fraccionada

Avilés y Días (2021), ratifica que la destilación fragmentada es una causa que involucra múltiples etapas de vaporización y condensación y se maneja para separar resultantes cuyos lugares de ebullición son muy cercanos. Aunque la configuración general se asemeja a la destilación simple, la diferencia clave radica en la inserción de un puntal de remedio entre el matraz de echar a fondo redondo y la capacidad de destilación, que puede presentar diversos diseños, como una columna Vigreux o una columna de relleno. Esta columna de rectificación suele estar rellena de perlas

de vidrio o pelusa metálica, facilitando una desarrollada plano hacía que el líquido se condense y se evapore repetidamente, según el diseño específico.

## Figura 12

*Aspecto general del equipo de destilación fraccionada*



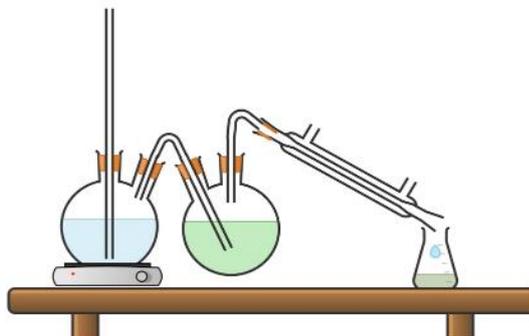
*Nota.* Esquema gráfico del destilador fraccionado. Tomado De Química (2023).

### 2.4.5 Arrastre de vapor

La destilación por arrastre de vapor Casado (2018), menciona que el método más ampliamente utilizado para la extracción de aceites esenciales, se fundamenta en la creación de una mezcla de dos líquidos. Luego, se emplea una pulverización a temperaturas mínimas a los puntos de hervor individuales de los dispositivos aéreos. Esto se logra mediante el uso de una estereotipada de vapor de agua, la cual cumple un gemelo cargo. Primero, calienta la mezcla hasta alcanzar su punto de ebullición, y simultáneamente agrega presión de vapor a los componentes volátiles contenidos en el aceite esencial Calvopiña et al. (2021).

**Figura 13**

*Aspecto general del equipo de destilación arrastre de vapor*



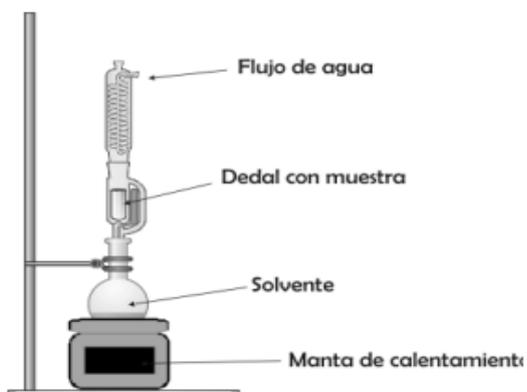
*Nota.* Esquema del montaje de destilación por traslado de vapor. Tomado De Química (2023)

#### **2.4.6 Extracción por soxhlet**

El tronco de aceites esenciales mediante la regla Soxhlet implica un proceso de lavado secuencial de la materia vegetal con un solvente. Fernández y Reascos (2022), afirma que este método se emplea principalmente a nivel de laboratorio y suele comprender un recipiente que alberga la muestra. Se aplica calor a este recipiente, y un condensador se encarga de enfriar los gases generados, condensándolos de nuevo en estado líquido para que puedan recircular y continuar el proceso de extracción.

**Figura 14**

*Aspecto general del equipo de destilación método Soxhlet*



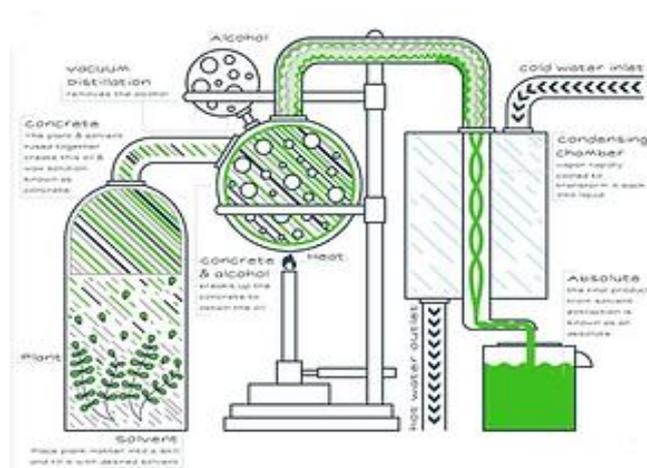
*Nota.* Proyecto del montaje de destiladora soxhlet. Tomado de Viresa (2021).

### 2.4.7 Extracción por disolventes

González et al. (2019), indica el proceso de extracción por disolventes este método se sumerge la materia vegetal en un solvente orgánico, como el metanol, y luego se concentra el extracto al reducir la presión. Esta técnica evita la posible alteración química y la formación de compuestos no deseados que puede ocurrir en el proceso de hidrodestilación a bajas temperaturas. No obstante, los aceites esenciales (AE) obtenidos de esta manera pueden contener trazas de residuos, lo que podría restringir su aplicación en productos alimentarios y medicamentos. Para superar este inconveniente, se podría utilizar una tecnología combinada que incluye un solvente orgánico de bajo punto de ebullición, como el n-pentano, en conjunto con un proceso de destilación al vapor.

**Figura 15**

*Aspecto general del equipo de ebullición por disolventes*



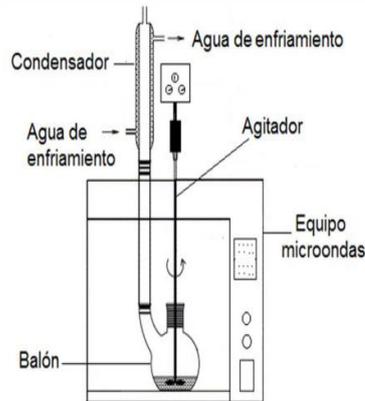
*Nota.* Esquema del montaje de ebullición por disolvente. Tomado de Prieto (2021).

### 2.4.8 Hidrodestilación asistida por microondas

Angarita, (2019) esta industria se basa en el uso de un microondas para el proceso de extracción de protección aceite, lo que resulta en un mínimo consumo de disolvente agregado. Además, ofrece a los componentes termolábiles, lo que la hace particularmente atractiva.

**Figura 16**

*Aspecto general del equipo de hidrodestilación asistida por microondas*



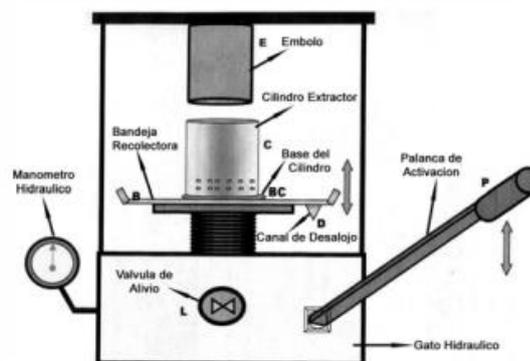
*Nota.* Esquema del montaje de destilación por microondas. Tomado de Urango et al. (2018).

#### **2.4.9 Extracción prensada en frío**

Siancas (2021), muestra que se emplea la expresión del material vegetal para liberar el aceite, el cual se recoge y somete a un proceso de filtrado. Este método garantiza la obtención del aceite de la más alta calidad posible, superando las capacidades de cualquier otro ejemplar de exprimidor. Esta industria se utiliza habitualmente para eliminar los aceites básicos de las cáscaras de cítricos como el limón, la lima y la naranja.

**Figura 17**

*Aspecto general del equipo prensado frío*



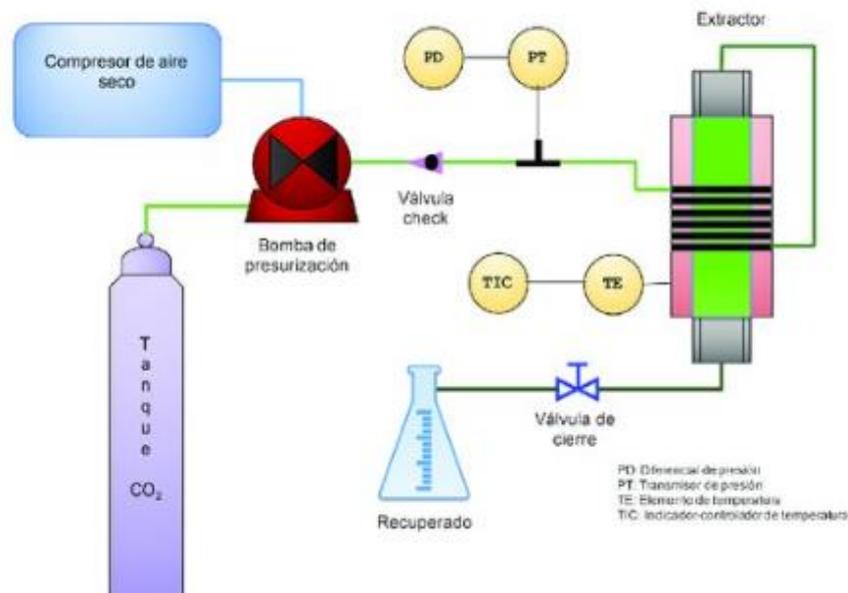
*Nota.* Proyecto del montaje de destilación por comprimido en fresco. Tomado de (Hernández y Mieres, 2020).

#### 2.4.10 Extracción por fluidos supercríticos

Indacochea y Quiñonez (2022), en su investigación afirman Esta técnica implica el uso de determinados agentes como medios de extracción, operando bajo condiciones específicas de temperatura y presión. El material vegetal se prepara primero cortándolo en fragmentos pequeños y triturándolo. Luego se coloca en una cámara fabricada de acero inoxidable. A través de esta cámara, fluye un líquido en su estado supercrítico. En estas condiciones, los componentes aromáticos de los aceites esenciales se solubilizan. Posteriormente, a través de un proceso de descompresión controlada, se reduce gradualmente la presión del solvente supercrítico hasta alcanzar las condiciones normales de presión y temperatura. Este proceso culmina con la extracción de un aceite esencial en su forma más pura.

**Figura 18**

*Aspecto general del equipo de extracción por fluidos supercríticos*



*Nota.* Diagrama general del extractor supercrítico. Tomado González et al. (2019)

#### 2.5 Aceites

Andrade (2023), señala que los aceites son productos químicos que se crean mediante la unión de glicerol y ácidos grasos, lo que los hace económicamente eficientes, insolubles en agua, resistentes a la descomposición y menos densos que

el agua. Con el paso del tiempo, pueden experimentar un deterioro químico debido a un proceso de oxidación llamado rancidez, que constituye un factor clave que afecta la calidad de los aceites grasos. El aceite es un tipo de sustancia que se caracteriza por ser volátil, lipófila, con índices de refracción elevados, líquida a temperatura ambiente, generalmente incolora o de tonalidad amarillenta, con una densidad menor que la del agua. Además, es soluble en disolventes orgánicos y alcoholes de alta graduación, pero insoluble en agua Morales (2022).

### 2.5.1 Tipos de aceites

(Ramírez, 2018), identifica que los materiales primarios fundamentales utilizados en la producción de biocombustibles o aceites son:

- **Aceites vegetales tradicionales:** como la planta, colza, soya, coco, palma y cherva.
- **Aceites Vegetales No Convencionales:** incluyen variedades como Brassica carinata, Cynara cardunculus, Camelina sativa, Crambe abyssinica, Pogianus y Jatropha curcas.
- **Fuentes de Grasas Animales:** incluyen subproductos como sebo bovino, manteca porcina y grasa aviar.
- **Aceites de Procedencia Alternativa:** comprenden aquellos obtenidos de fuentes microbianas, microalgas y algas productoras de aceite, además de grasas residuales recuperadas de plantas de tratamiento de aguas residuales o sistemas de captura de grasas.

### 2.5.2 Aceite esencial

Chirinos y Quispe (2018), denomina que el aceite principal es aquella medula volátil, colectivamente deducida y de naturaleza oleosa que se desentierra por un procedimiento físico, casi únicamente de orígenes y vegetaciones.

Los aceites esenciales son líquidos aceitosos y aromáticos (algunas veces semi-líquidos o sólidos) que se obtienen de materiales derivados de las plantas Casado (2018). Los aromas y sabores están coherentes en gran parte con los aceites esenciales de efectivas plantas; estos no son sustancias químicamente puras, están establecidas por varios mixtos con desiguales puntos de ebullición cuya clase se

halla 75 a 90 % del peso total del aceite. Mieles (2023), menciona que los aceites esenciales son sustancias líquidas de bajo peso molecular que se hallan en las células superficiales de las plantas. Están compuestos por los metabolitos secundarios que incluyen componentes volátiles como bebida, ácidos fenólicos, ésteres, infinitos y terpenos. Estos compuestos son los comprometidos del característico perfume de las plantas.

### **Clasificación de acuerdo a su origen**

Morales (2022), menciona que los aceites esenciales se pueden clasificar en diferentes categorías según su origen y proceso de obtención:

- **Naturales:** Los aceites principales naturales son aquellos que se logran claramente de la planta sin experimentar ningún tipo de alteración química o física. Estos aceites esenciales naturales suelen tener rendimientos de extracción relativamente bajos.
- **Artificiales:** Los aceites esenciales artificiales, a diferencia de los naturales, son sometidos a un proceso de mejora en el que se incorporan componentes adicionales.
- **Sintéticos:** Los aceites esenciales sintéticos son fabricados a través de la síntesis química de sus elementos constituyentes.

### **Propiedades físicas de los aceites esenciales**

La elaboración de esencias generalmente conlleva rendimientos estrechamente bajos. Indacochea y Quiñonez (2022), menciona que es importante tener en cuenta que se trata de un producto de extracción, ya que se obtiene claramente de la planta, y su reunión rara vez supera el 1% en peso de la planta seca. Esto implica que cuando se utiliza 1 peso de aceite fundamental, en realidad se está empleando aproximadamente 100 medidas de planta seca. La mayoría de las plantas sujetan un contenido de óleo esencial que oscila entre el 0,01% y el 10%. Una de las distinciones clave en comparación con los aceites grasos sólidos radica en su capacidad de volatilidad o destilación al entrar en reunión con el aire a temperatura ambiente. Son propensos a la oxidación, a diferencia de los aceites fijos, y pueden cambiar fácilmente en su composición, adquiriendo una tendencia a la formación de productos resinosos, especialmente aquellos que contienen alcoholes terpénicos

insaturados que pueden autooxidarse, lo que resulta en variaciones en su viscosidad, aroma y color Fernández y Reascos (2022).

Además, Alba y Quilo (2023), en su investigación indican las siguientes propiedades físicas de los aceites esenciales:

- Los aceites esenciales son sustancias oleosas que se mantienen en estado líquido y volátil a temperatura ambiente.
- Cada tipo de aceite esencial se distingue por tener un aroma único y propio.
- Tras su proceso de destilación, suelen presentar un color que varía desde el amarillo hasta ser transparentes, dependiendo de la planta de origen.
- Frecuentemente, estos aceites muestran un índice de refracción elevado y una notable capacidad de rotación óptica.
- Su densidad es generalmente más baja que la del agua.
- Son compuestos casi impermeables en agua, pero se disuelven bien en sustancias grasas y tienden a evaporarse rápidamente al exponerse al fluido de agua.
- Son fáciles en alcoholes y en solventes orgánicos frecuentes como el cloroformo o el éter, así como en alcoholes de alta concentración.

### **Propiedades químicas de los aceites esenciales**

(Castillo, 2019), hace referencia a dos propiedades químicas distintas: por un lado, los compuestos no terpenoides, que engloban compuestos alifáticos de cadena corta, aromáticos, con Azufre y nitrogenados; por otro lado, los compuestos terpenoides, que forman parte de los metabolitos secundarios presentes en resinas, aceites esenciales y otras sustancias aromáticas de diversas plantas. Estos compuestos terpenoides pueden presentar estructuras cíclicas, alifáticas o aromáticas.

#### **2.5.3 ¿Que no es aceite esencial?**

Montoya (2020), indica que se refiere a un extracto altamente concentrado y volátil de compuestos aromáticos de origen natural, generalmente derivados de plantas, flores, frutos, hojas, raíces o cortezas. Por lo tanto, lo que no es un aceite esencial incluye cualquier otro tipo de aceite que no cumpla con estas características, como

los aceites vegetales utilizados en la cocina (como el óleo de oliva, el aceite de grano, etc.), aceites minerales (como el aceite de motor), y otros aceites industriales que no tienen las propiedades aromáticas y terapéuticas de los aceites esenciales naturales.

#### **2.5.4 Aceite esencial de jengibre**

El lubricante de jengibre es un aceite principal que se extrae de la raíz de la mata de jengibre. Se obtiene a través de procesos de destilación al vapor o prensado en frío de la raíz fresca del jengibre. Este aceite tiene un aroma característico que es cálido, picante y terroso. Se utiliza en aromaterapia, así como en la fabricación de la perfumería y la cosmética. Además, se le atribuyen propiedades terapéuticas, como la capacidad de aliviar las náuseas, mejorar la digestión, reducir la inflamación y aliviar dolores musculares y articulares, entre otros beneficios para la salud Buenaño y Bravo (2022)

#### **Figura 19**

*Aspecto general del aceite de jengibre*



*Nota.* Aceite fundamental de jengibre. Tomado de Vázquez (2023).

#### **Generalidades del Gingerol**

Sarabia (2022), indica que uno de los principales compuestos fenólicos no volátiles que se encuentran en los rizomas del jengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) son los gingeroles (GN) (subclases: 4, 6, 8, 10, 12-gingeroles) a los que se les atribuye su sabor picante. Dentro de las cualidades más destacadas de los gingeroles, se incluyen varias acciones beneficiosas para la salud. Estas incluyen su capacidad de proteger el sistema gastrointestinal, combatir hongos, reducir la fiebre, así como sus

propiedades antioxidantes y antiinflamatorias. Además, los gingeroles, siendo agentes químicos activos, tienen el potencial de prevenir o incluso revertir el desarrollo de diversas enfermedades, abarcando desde las etapas iniciales del cáncer hasta las neoplasias malignas.

### **2.5.5 Aceite esencial de cúrcuma**

Celi (2023), menciona es un aceite esencial extraído de la raíz de la planta de cúrcuma (*Curcuma longa*). Esta planta es reconocida por su raíz de color amarillo intenso y sus propiedades medicinales. El aceite de cúrcuma contiene compuestos activos, como la curcumina, que le otorgan propiedades antioxidantes y antiinflamatorias. Es utilizado en aromaterapia y la medicina tradicional para aliviar dolores musculares, reducir la inflamación, mejorar la salud de la piel y ha sido objeto de investigaciones por sus posibles beneficios en condiciones de salud como la artritis y la digestión.

#### **Figura 20**

*Aspecto general del aceite de cúrcuma*



*Nota.* Aceite esencial de cúrcuma. Tomado de Moncada (2023).

#### **Generalidades de la curcumina**

Moya Castillo (2021), indica La cúrcuma cuenta con una composición química diversa que incluye componentes volátiles tales como el cariofileno, sesquifelandreno, arcumeno, bisaboeno, zingibereno y turmeronas. Además, presenta compendios fitoquímicos no volátiles como los polifenoles y la turmerina, siendo este último un péptido notable por su solubilidad en agua. Químicamente, se

archiva dentro de la familia de los diarilheptanoides, caracterizada por tener estructuras que incorporan grupos arilo, hidroxilo u oxo sustituidos. Estos están conectados mediante una cadena de 7 átomos de carbono, la cual proporciona una función 1,3-dicarbonílica y presenta varias insaturaciones.

## 2.6 Aplicación en la Agroindustria

Palacio (2022), los aceites esenciales rescatan un papel primordial en diversas fabricaciones, como la perfumería, la fabricación de licores, producción de pinturas, elaboración de cremas y la fabricación de productos farmacéuticos. Estos combinados aromáticos se hallan en partes específicas de las plantas, como las flores, hojas, frutas, semillas, raíces o incluso en toda la planta.

Mieles (2023), señala algunas de las aplicaciones más primordiales en la industria:

- **Industria alimentaria:** En la fabricación alimentaria, se recurre a los aceites esenciales con la intención principal de conferir sabor y fragancia a una variedad de productos, abarcando desde alimentos procesados y bebidas hasta artículos de panadería y repostería.
- **Industria farmacéutica:** Se utilizan como ingredientes clave en la síntesis de anetol y eugenol, además de desempeñar un papel en la anatomía complementaria para el procedimiento de infecciones y problemas inflamatorios.
- **Industria cosmética:** Estos aceites esenciales se emplean como fragantes en productos donde se aprovechan sus patrimonios terapéuticos y antisépticos, contribuyendo a la creación de productos naturales.
- **Industria de biocidas y tóxicos:** Se utilizan en la industria de biocidas e insecticidas para la producción de productos como herbicidas, tóxicos, desodorantes, desinfectantes, repelentes y agentes de control de plagas.

## 2.7 Determinación de criterios de calidad del aceite

### 2.7.1 Criterios físicos de calidad del aceite

Jami y Jaramillo (2019), indica los criterios de calidad del aceite esencial son estándares y características utilizados para evaluar la integridad, autenticidad y disposición general de los aceites principales. Estos criterios son importantes para

garantizar que un aceite esencial sea seguro y efectivo en aplicaciones terapéuticas, cosméticas o culinarias, un aceite esencial de calidad debe ser puro y no estar adulterado con otros aceites o sustancias.

### **Densidad**

La densidad relativa o aparente del aceite esencial se define como la comparación entre la densidad de una sustancia y una densidad de referencia, que comúnmente es el agua Casado (2018). Logroño y Lozano (2019), indica que la densidad relativa es una cantidad sin unidades y, en términos prácticos, la variación en la densidad de los líquidos es generalmente insignificante, a menos que se trabaje a presiones extremadamente altas, por lo que, en la mayoría de los casos, se puede ignorar para fines de cálculo.

- La consistencia es una providencia de calidad de los aceites. A régimen que un aceite es salvo denso es mejor, pues es más digerible y posee un punto de liquidación muy bajo.
- La densidad es una propiedad física que puede variar según diversos factores, como la composición química del aceite, la temperatura y la presión.

### **Índice de refracción**

El índice de refracción según Castillo (2020), es una característica que se emplea en la evaluación de la pureza y excelencia de los aceites, tanto en entornos de laboratorio como en la industria. Este repertorio está vinculado con el grado promedio de su insaturación de los aceites y también se revela como una herramienta útil para seguir el avance de procesos químicos como la isomerización y la hidrogenación. Jiménez et al. (2022); Indacochea y Quiñonez (2022), indica la composición química de los aceites esenciales está dominada por la presencia de una variedad de compuestos que incluyen fenólicos, terpenoides, aldehídos, cetonas, éteres, epóxidos y muchos otros, lo que infiere que los aceites esencia les deben ser efectivos contra una amplia gama de patógenos.

### 2.7.2 Criterios químicos de calidad del aceite

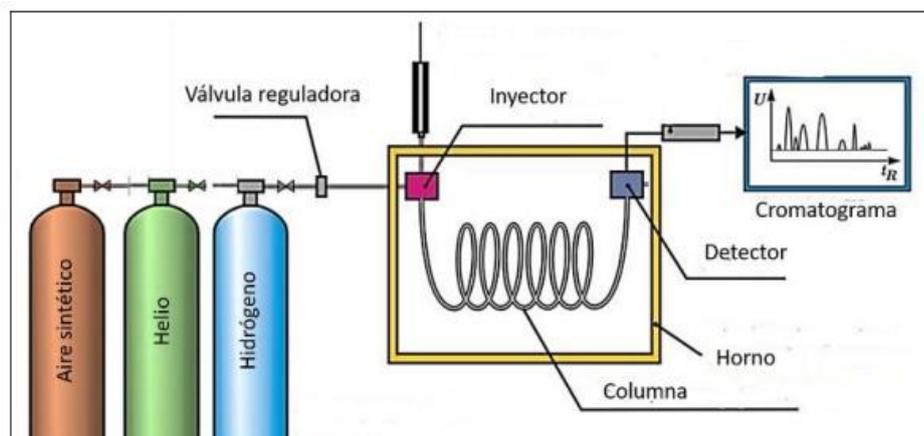
- **Pureza:** Los aceites esenciales deben estar libres de impurezas, como residuos de pesticidas, solventes u otros contaminantes que puedan afectar su calidad.
- **Rectificado:** es aquel que ha sido sometido a una ebullición fraccionada para eliminar ciertos componentes o modificar su contenido.
- **Estabilidad:** Los aceites esenciales deben ser estables y no sufrir una degradación significativa durante el almacenamiento o el uso.

### 2.7.3 Cromatografía de gases (GC)

La cromatografía de gases es una técnica eficaz de separación de componentes volátiles de una mezcla mediante una fase móvil gaseosa a través de una fase estacionaria líquida, donde se logra identificar y cuantificar los compuestos presentes en las muestras analizadas por Pacheco (2021). Ricaldi y Martínez (2014), muestran que el análisis cromatográfico sirve para la caracterización de dispositivos de aceites principales, con diligencias relativas de librerías de masas espectrales. Ortiz (2018), explica para que una sustancia pueda ser analizada en un GC, debe ser lo bastante volátil como para poder ser desaparecida en el puerto de introducción.

**Figura 21**

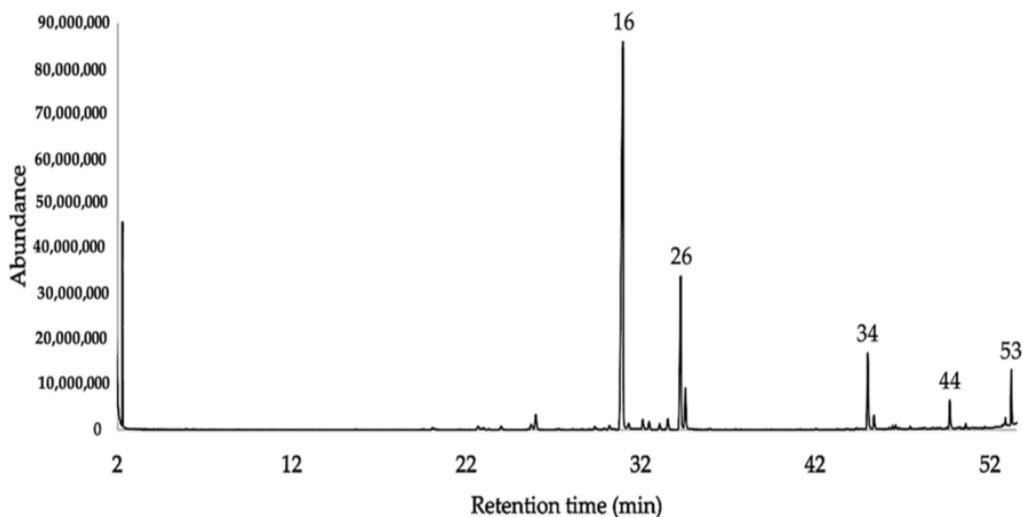
*Cromatógrafo de gases*



*Nota.* Esquema en el que aparecen los compendios asistentes en el cromatógrafo de gases. Tomado de la Universidad de Cádiz por Bellido y Espada (2018).

## Figura 22

*Modelo de picos en cromatografía de gases*



*Nota.* Cromatograma de gases de aceites esenciales, Tomado Calvopiña et al. (2021)

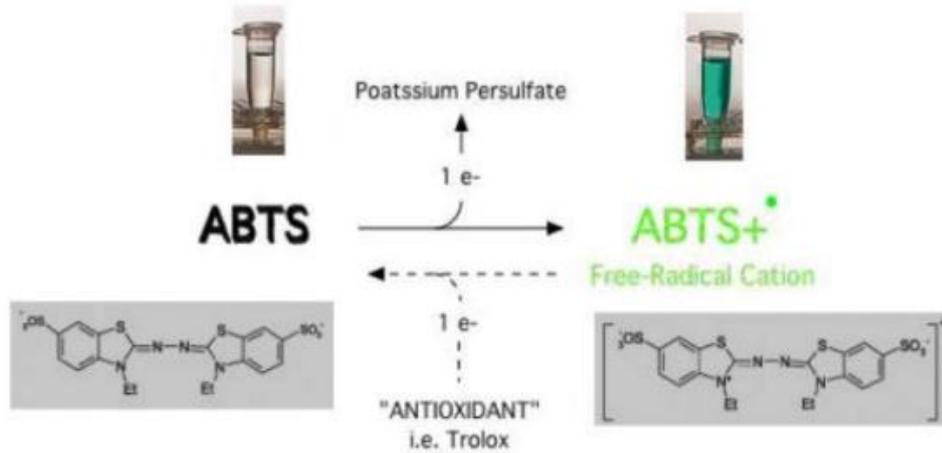
Logroño y Lozano (2019), muestra Evaluar la composición química de los aceites esenciales es crucial para determinar su calidad y pureza. Este análisis se basa en el uso de tablas y gráficos que muestran los cumbres de los componentes más prevalentes y sus proporciones referentes expresadas en comisiones. Gracias a la técnica de cromatografía de vapores, es posible lograr datos precisos sobre la composición de las muestras de aceites esenciales analizadas.

### 2.7.4 Determinación de antioxidantes

Salazar et al. (2023), indica que los antioxidantes son médulas que protegen a las células del daño producido por los radicales autónomos, que son moléculas inestables que se producen naturalmente en el cuerpo como resultado del metabolismo normal y otros factores ambientales como la exposición a la radiación ultravioleta, la contaminación y el tabaquismo. Pueden contribuir al envejecimiento y diversas enfermedades. La determinación de antioxidantes en el aceite esencial se puede realizar mediante diferentes métodos, como la capacidad de captación de radicales libres, la actividad antioxidante total y la determinación de compuestos específicos con propiedades antioxidantes, como los fenoles y los terpenos.

## Figura 23

### Determinación de antioxidantes



*Nota.* Esquema gráfico de la determinación de antioxidantes. Tomado de Universidad de Simón Bolívar por Benitez (2020)

### Características de los antioxidantes

(Naspud Rojas, 2018), expone que es importante tener en cuenta que, aunque los antioxidantes pueden proporcionar beneficios para la salud, no son una cura milagrosa para las enfermedades crónicas y deben ser parte de una dieta saludable y equilibrada. Además, algunos estudios sugieren que altas dosis de antioxidantes puede haber efectos dañinos en la salud. Por lo tanto, es recomendable obtener antioxidantes a través de una dieta saludable y variada en lugar de depender de suplementos.

### 2.8 Snack

Tereca (2020), indica que los snacks son provisiones que se realicen como comidas ligeras o como reemplazo parcial de una comida regular. Por otra parte, los snacks expandidos son géneros abultados y crujientes logrados mediante la extrusión, acabados a asiento de cereales ricos en apresto, especialmente de maíz, y recubiertos con colorantes, saborizantes y otros aditivos menciona.

### 2.8.1 Snack saludable

Tereca (2020), afirma que un snack saludable es el que está combinado por alimentos o ingredientes sanos como vitaminas, minerales, fibra, grasas saludables, hidratos de Carbono complejos y proteínas vegetaciones y no contiene nada que pueda impresionar a nuestra salud. Las papas de pulpa morada y roja contienen una gran cuantía de antocianinas, que es un tinte natural que cuenta con antioxidantes, los cuales ayudan a prevenir enfermedades degenerativas. Asimismo, la papa contiene vitamina c, hierro, zinc, potasio y fósforo señala (Cerna , Daza, Gavidia, Robles, & Romaní, 2019)

### 2.8.2 Clasificación de los snacks

Tereca (2020), clasifica a los snacks en:

- **Snacks fritos:** Son los que se alcanzan luego del sometimiento de la materia prima a una fritura con el unido postrero de sal o azúcar, saborizantes, colorantes u otros.
- **Snacks extruidos:** Son los que se logran de una mezcla de materias primas previamente tratadas y que no tener qué decir a un asunto de extrusión.
- **Snacks horneados:** Son productos ácidos por la creación de dióxido de Carbono o remedio de sodio y procesados térmicamente a imposición ambiental.

El snack de papa nativa se clasifica en (Chicaiza, 2019), de acuerdo a los siguientes aspectos:

- **Tangible:** Considerado un producto perceptible ya que se lo puede ver, palpar y primariamente comer.
- **Homogéneo:** Su mezcla es parecida por lo que se evidencia una estructura y composición uniforme finalmente su estado es sólido.
- **Suntuario:** Ya que no es un beneficio de primera necesidad para las personas por lo que su gasto no es primordial y satisface las necesidades al minuto de consumirlo.

- **Comparación:** comparado con otros géneros de iguales tipos y que cubre las idénticas necesidades, a oposición de que este tipo de provisiones contribuye al pulido de la salud con la aportación de nutrientes y vitaminas.

#### **Figura 24**

*Snack de papa*



*Nota.* Snack de papa. Tomado de Garcia (2018).

#### **2.8.3 Ventajas del snack**

Leiva (2016), presenta algunas ventajas de consumir snacks:

- Son origen de vitaminas, minerales y médulas antioxidantes si se selecciona como materia prima vegetales o frutas.
- Beneficia el control sobre las calorías diarias al abreviar el hambre en el momento de las comidas reveladores, es esencialmente práctico en régimen de dietas y alimentación saludable.
- Minimiza la angustia y el apetito antes de cualquier comida o tiempo formal, esto a raíz de proveer al cuerpo fracciones alimenticias que mantienen al técnico digestivo activo.
- Evita los cambios drásticos de glucemias en la duración del día al proporcionar las esencias sanas al organismo, mantienen el carácter para las diversas acciones que realice el sujeto.

#### **2.8.4 Tipos de snacks de acuerdo a su materia prima.**

- **Salados:** Se incluye sal (sales) para conceder el sabor y otros tipos sensoriales. Ejemplo: pretzels, las tortillas chips, etc.

- **Dulces:** Se añade o se utiliza azúcar, ordinariamente sacarosa, como ingrediente significativo. Los géneros de confitería.
- **Nutritivos:** Tributan un valor nutricional al comprador. Ejemplos de este tipo de snacks son el yogurt, la fruta desecada, las semillas, etc.
- **Naturales:** No son convenios con agentes o sustancias ajenas al snack, no han sufrido transformaciones químicas. Primariamente son usados como materia prima.
- **Combinados:** Tienen características de los diferentes tipos de snacks en proporciones que les den un asentimiento óptimo por el cliente y que puedan pagar beneficios a la salud.

### **Características de los snacks**

- Son productos de alto valor calor y muy bajo en contenido de nutrientes por lo que su consumo habitual puede beneficiar déficit de calcio, hierro, vitaminas A y D y otras provisiones.
- Los snacks que suministran un contenido nutricional adecuado son una agraciada opción para auxiliar a personas que intentan cuidar su salud, evitar exceso en el comprendido de grasas y ingreso de nutrientes valiosos para el organismo.
- Son bienes de alto valor calórico y muy bajo en contenido de nutrientes por lo que su gasto usual puede ayudar déficit de calcio, hierro, vitaminas A y D y otros alimentos.

### **Propiedades del snack**

Los snacks pueden tener diferentes propiedades dependiendo de su composición y los ingredientes utilizados. A continuación, Lizarazo (2018), mencionan algunas propiedades comunes de los snacks:

- **Calorías:** Los snacks pueden transformar en su contenido calórico, y es significativa tener en cuenta este factor, principalmente si se sigue una dieta específica.

- **Macronutrientes:** Proteínas, grasas y carbohidratos son componentes esenciales a considerar en la dieta. Algunos snacks logran tener un equilibrio diferente de estos macronutrientes.
- **Tipo de Grasa:** Algunos snacks pueden contener grasas saturadas o insaturadas. Las grasas sanas, como las encontradas en frutos secos, pueden ser beneficiosas en comedimiento.
- **Fibra:** Los snacks que contienen fibra pueden ayudar en la digestión y proporcionar una sensación de saciedad.
- **Vitaminas y Minerales:** Algunos snacks, como frutas y frutos secos, pueden ser ricos en vitaminas y minerales.
- **Sabor y Textura:** La satisfacción sensorial es parte del disfrute de los snacks, pero es importante equilibrar el sabor con la calidad nutricional.

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 Ubicación de la investigación

La moderna investigación se ejecutó en el Complejo Agroindustrial de la Carrera de Agroindustria - Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente de la Universidad Estatal de Bolívar.

##### 3.1.1 Localización de la investigación

**Tabla 7**

*Situación de la investigación*

<b>Ubicación:</b>	<b>Localidad</b>
Provincia:	Bolívar
Parroquia:	Gabriel Ignacio Veintimilla
Sector:	Laguacoto II
Dirección:	Laguacoto II km ½ vía Guaranda-San Simón

##### 3.1.2 Situación geográfica y climática de la localidad

**Tabla 8**

*Situación geográfica y climática*

<b>Parámetros</b>	<b>Valor</b>
Altitud	2612 msnm
Latitud	01°36'40" sur
Longitud	78°59'50" oeste
Temperatura mínima	8 °C
Temperatura máxima	26,44 °C
Humedad	30%

Nota. Tomado de Tiempo Meteorológica, Universidad Estatal de Bolívar, Laguacoto II, 2021.

### **3.1.3 Zona de vida.**

La zona de vida donde se llevar a cabo la investigación corresponde al bosque húmedo montano bajo (BHMB), de acuerdo a la clasificación del botánico y climatólogo Leslie Holdridge.

## **3.2 Materiales**

### **3.2.1 Material experimental**

- Jengibre (*Zingiber officinale*)
- Cúrcuma (*Cúrcuma longa*)
- Papa Super Chola (*Solanum tuberosum*)
- Papa Natividad (*Solanum mikuna*)
- Papa única (*Solanum tuberosum L.*)
- Papa Yana shungo (*Solanum indígena*)

### **3.2.2 Material de campo**

- Cuaderno de apuntes
- Computadora portátil
- Esferos

### **3.2.3 Material de Estancia**

- Bandeja de alumbre
- Cuchillos
- Termómetros
- Vasos de precipitación
- Matraz Erlenmeyer
- Embudos de depuración
- Probetas
- Frascos de color resina

### **3.2.4 Reactivos**

- Aceite vegetal ( $C_{18}H_{34}O_2$ )
- Agua destilada ( $H_2O$ )
- Etanol ( $C_2H_6O$ )

### 3.3 Equipos

**Tabla 9**

*Equipos utilizados en la investigación*

Equipo	Modelo	Función	Imagen
Estufa	MEMMERT	Esterilizar Secar Incubar	
Mufla	SNOL, 8,2/1110	Pruebas de altas calenturas Pruebas de recalentamiento Incineración de muestras unidas e inorgánicas	
Balanza analítica	RADWAG	Pesar muestras	
Balanza luz alógena	METTLER TOLEDO	Determinar la proporción de agua de especies vegetales Abatimiento muestras	
Equipo de destilación arrastre vapor	LAB CLASS	Tronco de aceites y esencia	
Espectrofotómetro	UV-Vis	Indica movimiento antioxidante	
Medidor de pH	UKE MI 151	Indica su grado de acidez o alcalinidad indicada como pH.	

NanoDROP ONE	UV-Vis	Indica el movimiento antioxidante	
--------------	--------	-----------------------------------	---

### 3.4 Métodos

#### 3.4.1 Factores de estudio en extracción

Los factores considerados fueron: Factor A: variedades de rizoma con dos niveles; Factor B: destilación por arrastre de vapor con dos niveles (maceración).

**Tabla 10**

*Factores en estudio para extracción de aceite*

Factores	Código	Nivel
Variedad del rizoma	A	a <sub>1</sub> : Jengibre
		a <sub>2</sub> : Cúrcuma
Solvente	B	b <sub>1</sub> : Etanol 95%
		b <sub>2</sub> : Agua Destilada

#### 3.4.2 Tratamientos

Los tratamientos fueron:

**Tabla 11**

*Composición de tratamientos para la investigación*

Tratamiento	Código	Niveles	
		A	B
T1	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	Jengibre	Etanol 95%
T2	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	Jengibre	Agua Destilada
T3	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	Cúrcuma	Etanol 95%
T4	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	Cúrcuma	Agua Destilada

### 3.4.3 Características del experimento

**Tabla 12**

*Características del experimento en extracción de aceite esencial*

<b>Características del diseño Bi factorial</b>	
Factor experimental	2
Nivel factor A	2
Nivel factor B	2
Replicas	3
Unidades prácticas	12
Tamaño de la unidad experimental	250g
Variables reclamación	3

*Nota.* Las variables respuestas son el rendimiento en volumen, densidad y actividad antioxidante

### 3.4.4 Tipo de diseño experimental

#### **Delineación aplicada para la extracción de aceite esencial**

Se aplicará un diseño factorial, donde el factor A representa la variedad de rizoma para extracción de aceite esencial y el factor B corresponde a los tipos de solventes para la destilación a emplearse; cumpliendo así a un arreglo factorial AxB (2x2) con 3 duplicaciones a nivel laboratorio.

El modelo matemático a aplicar será el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + E_{ijk}$$

**Donde:**

$\mu$ : calza general.

$\alpha_i$ : efecto nivel del factor A.

$\beta_j$ : efecto nivel del factor B.

$(\alpha\beta)_{ij}$ : efecto de interacción doble en los niveles ij

$\epsilon_{ijk}$ : resultado error aleatorio experimental

### 3.4.5 Factores en estudio en obtención de snack

Los factores considerados para la producción de snack: Factor A diversidades de papa con cuatro niveles, Factor B Tipo de aceite con dos niveles.

**Tabla 13**

*Factores en estudio para obtención de snack*

Factores	Código	Niveles
Variedad de papa	A	a <sub>1</sub> : Natividad
		a <sub>2</sub> : Super chola
		a <sub>3</sub> : Yana shungo
		a <sub>4</sub> : Única
Tipo de Aceites	B	b <sub>1</sub> : Aceite esencial jengibre (T1)
		b <sub>2</sub> : Aceite esencial cúrcuma (T3)

### 3.4.6 Tratamientos

Los tratamientos fueron:

**Tabla 14**

*Composición de tratamientos para la investigación*

Tratamiento	Código	Niveles	
		A	B
T1	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	Natividad	aceite esencial jengibre (T1)
T2	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	Natividad	aceite esencial cúrcuma (T3)
T3	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	Super chola	aceite esencial jengibre (T1)
T4	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	Super chola	aceite esencial cúrcuma (T3)
T5	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	Yana shungo	aceite esencial jengibre (T1)
T6	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	Yana shungo	aceite esencial cúrcuma (T3)
T7	a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	Única	aceite esencial jengibre (T1)
T8	a <sub>4</sub> b <sub>2</sub>	Única	aceite esencial cúrcuma (T3)

### 3.4.7 Características del experimento

**Tabla 15**

*Características de la experiencia en obtención del snack*

Tipos del diseño Bi factorial	
Factor experimental	2
Nivel factor A	4
Nivel factor B	2
Replicas	2
Dispositivos experimentales	16
Cuerpo de la unidad experimental	100g
Inestables respuestas	2

La variable respuesta es análisis sensorial y actividad antioxidante

### 3.4.8 Tipos de diseño experimental

#### **Obtención del snack**

Se aplicará una delineación factorial, donde el factor A representa la variedad papa para obtención del snack y el factor B corresponde tipo de aceite esencial agregado; AxB (4x2) con 2 repeticiones obteniendo 16 unidades experimentales.

El modelo matemático para aplicar será el subsiguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + E_{ijk}$$

**Donde:**

$\mu$ : media general

$\alpha_i$ : efecto nivel del factor A

$\beta_j$ : efecto nivel del factor B

$(\alpha\beta)_{ij}$ : efecto de interacción doble en los niveles ij

$\varepsilon_{ijk}$ : efecto error aleatorio experimental

### 3.4.9 Análisis de varianza (ANOVA)

**Tabla 16**

*Modelo de análisis de varianza (ANOVA)*

Origen de Variabilidad	Aumento de Cuadrados	Valores de Libertad	Perfecto Medio	F <sub>0</sub>	Valor -p
Factor A	SC <sub>A</sub>	a-1	CM <sub>A</sub>	CM <sub>A</sub> / CM <sub>E</sub>	$P(F > F_0^A)$
Factor B	SC <sub>B</sub>	b-1	CM <sub>B</sub>	CM <sub>B</sub> / CM <sub>E</sub>	$(F > F_0^B)$
Factor AB	SC <sub>AB</sub>	(a-1) (b-1)	CM <sub>AB</sub>	CM <sub>AB</sub> / CM <sub>E</sub>	$P(F > F_0^{AB})$
Error	SC <sub>E</sub>	ab(n-1)	CM <sub>E</sub>		
Total	SC <sub>r</sub>	abn-1			

Nota. Tomado de Análisis y delineación de experimentos, por Gutiérrez & de la Vara (2008)

### 3.4.10 Modelo de pruebas de rangos múltiples

Se aplicará el método de la oposición mínima significativa (LSD) para probar la identidad de todos los posibles pares de medias:

$$LSD = |\bar{Y}_i - \bar{Y}_j| > t_{\left(\frac{\alpha}{2}, N-k\right)} \sqrt{CM_E \left( \frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)}$$

**Donde:**

*LSD: diferencia mínima significativa*

*k: número de tratamiento*

$|\bar{Y}_i - \bar{Y}_j|$ : *valor absoluto entre las medias muestrales*

$t_{\left(\frac{\alpha}{2}, N-k\right)}$ : *distribución con grados de libertad que corresponden al error*

$CM_E$ : *cuadrado medio del error que se obtiene de la tabla ANOVA*

$n_i, n_j$ : *número de observaciones para los tratamientos i y respectivamente*

### **3.5 Metodología experimental**

A continuación, se detalla los análisis a realizar a la materia prima

#### **3.5.1 Caracterización física del tubérculo y rizoma**

**Masa:** se determinó la masa de la papa y rizoma se procederá a pesarlas en una balanza analítica, luego se registró los datos en Excel

**Diámetro polar:** para la medición del tubérculo y rizoma se utilizó un pie de rey, donde se comprobó su diámetro con la Norma NTE INEN 1516 (2013)

**Diámetro ecuatorial:** con el pie de rey se determinó el diámetro polar del tubérculo y rizoma

**pH:** con ayuda del pH metro Mettler Toledo se determinó el potencial de Hidrógeno de la pulpa de la papa y rizoma

#### **3.5.2 Análisis proximal del tubérculo y rizoma**

Para el análisis y cálculos proximales se tomó como referencia a la Norma Española, UNE-EN ISO, adaptadas para lograr dicho propósito.

##### **Determinación de humedad (UNE-EN ISO 18134-2; 2017)**

- Se tomo la muestra no mayor a 20g, todos los envases de muestreo deberán llenarse y marcarse con las rubricas de las partes interesadas. Se fijo a cada muestra una tarjeta que incluya número de identificación y fecha de muestreo
- Se coloco en la estufa el cristizador sin tapa y dejar secar hasta masa constante, sacar de la estufa, enfriar en un desecador y medir la masa, anotar la masa como P1
- En el cristizador tarado, se puso 3g de muestra, medir la masa con una sensibilidad de 0,1mg, registrar la masa como P2
- Si la pérdida de masa a 110 °C es inferior a 0,01% (fracción de masa), correspondiente a la diferencia en masa (P2 - P3) de menos de 1mg
- Se colocó en el recipiente con muestra destapado en la estufa a una temperatura de 110 °C ± 2°C. Después de secar los sólidos presentes en el

cristalizador, tapar el cristalizador (con la tapa previamente tarada) y colocar dentro de un desecador y dejar enfriar

Para determinar la humedad de la materia prima se aplicó la siguiente fórmula:

$$\%H = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100$$

**Donde:**

*%H: porcentaje de humedad expresada en fracción de masa*

*m<sub>1</sub>: masa del cristalizador sin tapa tarado en gramos*

*m<sub>2</sub>: masa del cristalizador tarado sin tapa más muestra en gramos*

*m<sub>3</sub>: masa del cristalizador tarado sin tapa*

**Determinación de almidón por método de sedimentación**

Según Vera y Chavarría (2020)

**Procedimiento**

- Para la obtención de almidón se utilizó las siguientes variedades de papa (Natividad, Super chola, Yana shungo y única)
- Lavado con abundante agua
- Pesado 1 de la materia prima
- Pelado y picado de las papas
- Pesado 2 de la papa
- Licuado de las papas por 10min en una licuadora OSTER Modelo BLSTMG-W00-013, 450W de potencia
- Tamizado en un lienzo fino
- Sedimentado por 4h
- La pasta resultante se procede al secado en estufa durante 24h a 48°C
- Finalmente se molió el almidón en el mortero

**Determinación de cenizas NTE INEN 401 (2013)**

**Procedimiento**

- Se rotulo el crisol de porcelana seco

- Se pesó el crisol y registre su peso en *ml*
- Se colocó la muestra dentro de crisol
- Se colocó el crisol con muestra en la mufla apagada, encienda el equipo y prográmelo a una temperatura de 550°C por aproximadamente por 4h
- Culminado el tiempo, se apaga la mufla y se esperó al menos por dos horas antes de retirar las muestras
- Se retiró el crisol con ayuda de guantes y pinza, trasládalo a un desecador para enfriar a temperatura ambiente durante 45min
- Culminado el tiempo, se pesó el crisol con las cenizas y se registró su peso

El contenido de cenizas se expresa como porcentaje, reemplazando los valores en la siguiente fórmula:

$$\%C = \left( \frac{m_3 - m_1}{m_2} \right) * 100 * \frac{100}{100 - H}$$

**Donde:**

*%C: contenido de cenizas en porcentaje de masa*

*m<sub>1</sub>: masa del crisol vacío (g)*

*m<sub>2</sub>: masa del crisol con la muestra (g)*

*m<sub>3</sub>: masa del crisol más la ceniza (g)*

*H: porcentaje de humedad en la muestra*

**Contenido de materias volátiles UNE-EN ISO 18123 (2015)**

- Se procedió a pesar 1g de la muestra y se colocará dentro de un crisol de peso conocido con tapa previamente tarado
- Se colocó en el crisol en la entrada de la mufla, cuyo termómetro marcará una temperatura de 950 °C y se dejará por un espacio de 7 min
- Después se cumplió el tiempo y se retiró el crisol y se colocará en una campana desecadora dejándola enfriar durante 25 min

- Luego se separada el crisol con las muestras, descontando el peso del crisol, posteriormente se proceera a efectuar los cálculos del peso final y el porcentaje de materias volátiles

Para tal efecto se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\%MV = \left[ \frac{100(m_2 - m_3)}{m_2 - m_1} - H \right] * \left( \frac{100}{100 - H} \right)$$

**Donde:**

*MV: materia volátil*

*m<sub>1</sub>: masa del crisol vacío (g)*

*m<sub>2</sub>: masa del crisol con la muestra (g)*

*m<sub>3</sub>: masa del crisol después del proceso (g)*

*H: contenido de humedad de la proporción de ensayo*

### **3.5.3 Análisis elemental de los tubérculos y los rizomas**

#### **Determinación de Carbono, Hidrógeno, Nitrógeno y Azufre UNE-EN ISO (15104)**

Ramos y Balladares (2018), muestra que el análisis elemental CHNSO o también conocido como microanálisis elemental, se basa en la combustión de una muestra (materia prima) en condiciones óptimas de 950 a 1.300°C para convertirlas en cantidades de Carbono (C), Hidrógeno (H), Nitrógeno (N), Azufre (S) y Oxígeno (O) presentes en sustancias sólidos y líquidos, volátiles y viscosas.

- Bar para oxígeno y 1,2 Bar para helio
- Se esperó a que el tubo de combustión alcance una temperatura de 850°C y 900°C respectivamente
- Se arrancó 3 sulfamidas de 20 mg con el método “Sulf 1”.
- Nuevamente se utilizó 3 sulfamidas de 20 con el método “Sulf 1” con el nombre Sulfanilamide
- Se procedió a comprobar que los porcentajes de C, N, H y S correspondan a los valores del patrón
- Se movió el carrusel a posición cero (0)

- Las muestras se insertaron en el carrusel, luego se ingresó los respectivos pesos en la tabla de la pantalla junto al nombre de cada muestra.
- Se observó la corrida de los análisis (*System Auto Run*)
- Finalmente se obtiene los resultados proyectados en la pantalla de la composición de C, N, H y S de la muestra expresada en porcentajes

### 3.5.4 Análisis fisicoquímicos para evaluar la calidad del aceite esencial

#### Determinación del índice de refracción en aceite esencial

**Tabla 18**

*Propiedades mecánicas y químicas de los aceites básicos*

Análisis	Unidad	Métodos
Índice de refracción	$n_D$	NMX-K-129-1976

#### Determinación de la densidad del aceite esencial

Para el cálculo de la densidad de los aceites esenciales obtenidos, se los realiza con ayuda del picnómetro, estos resultados se los expresará en *g/ml*, para obtener el parámetro de calidad basándonos en los resultados que se obtendrán y poderlos comparar con la Normativa NTE INEN 0035, 2012.

$$\rho = \frac{m_2 - m_1}{v}$$

**Donde:**

$\rho$ : densidad del aceite esencial

$m_1$ : masa del picnómetro

$m_2$ : masa obtenida del aceite esencial + picnómetro

$v$ : volumen del aceite esencial

## **Cromatografía de gases del aceite esencial**

Para determinar los compuestos volátiles presentes en el aceite esencial a partir de cáscaras rizoma, se lo realizó mediante el análisis de cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas (GC - MS)

### **Análisis en GC – MS**

- pesar 3  $\mu L$  de aceite esencial en viales ámbar de cromatografía y se añade 1ml de solución estándar de nonano con ciclohexano, la cual se preparó de la siguiente manera; se empieza 10 $\mu L$  de nonano y se aforó en un balón de 10ml con ciclohexano, el cual se pesa 7mg
- temperatura del inyector: 250°C; Modo de inyección: Split 50:1 volumen de inyección: 1 $\mu L$ ; Programa térmico: Temperatura del horno 50°C durante 2min se incrementó de 50°C a 70°C a razón de 20°C/min, posteriormente se incrementó de 70°C a 230°C a razón de 3°C/min y finalmente se incrementó de 230°C a 250°C a razón de 4 °C/min durante 15min tiempo total de corrida: 83,33min

## **Determinación de la actividad antioxidante por el método ABTS**

### **Preparación de la solución buffer**

- Se pesaron 518mg de fosfato monobásico de sodio.
- Se aforo 50ml de agua destilada.

### **Solución B**

- Se pesaron 2,66g de fosfato bibásico de sodio.
- Se aforo 250ml de agua destilada.
- Se mezcló 23,75ml de la solución A más 101,25ml de mi solución B más 100ml de agua destilada ajustando el pH a 7,0 con solución A de esta manera se obtiene el buffer tampón de fosfato de sodio a pH 7,0.

### **Preparación de la solución de trabajo ABTS**

La solución activada de ABTS fue diluida con buffer tampón fosfato de sodio hasta alcanzar una absorbancia de 1.10 midiendo a una longitud de onda 734nm. Para la reacción se mezcló 50 $\mu l$  de muestra con 950 $\mu l$  de solución de trabajo ABTS, la

mezcla fue agitada e incubada a temperatura ambiente durante 45 minutos en un lugar oscuro.

Las absorbancias de las muestras se midieron a una longitud de onda de 734nm utilizando como equipo un espectrofotómetro UV-Vis marca Thermo Scientific modelo Nanodrop one. Como blanco se utilizó buffer tampón fosfato y el contenido de antioxidantes se calculó mediante una curva estándar de Trolox en un rango de concentración de 0 $\mu$ mol/ml a 700 $\mu$ mol/ml.

### 3.6 Equipos a utilizados en el proceso de extracción

#### 3.6.1 Extracción de aceite esencial por destilación por arrastre de vapor

Para la extracción de aceite esencial de los rizomas se utilizó un equipo de arrastre de vapor el que consta de las siguientes partes: Manta de calentamiento, un balón de 1.000ml, cabeza de destilación adaptado con termómetro, refrigerante de bolas, codo de destilación, embudo de decantación y para sostener las estructuras se utilizan soportes universales. (Casado, 2018), menciona que se trata de un proceso de separación por el cual, mediante el uso de vapor de agua, se vaporizan los componentes volátiles de la materia vegetal.

#### 3.6.2 Parámetros de operación

**Tabla 17**

*Parámetros de operación aplicados para el proceso de destilación*

Método de extracción	Maceración	Temperatura •C	Tiempo (min)	Flujo másico (ml/s)
Destilación por arrastre de vapor	H <sub>2</sub> O	85 – 90		
	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	73 - 77	90 – 120	7,35– 10,40

### 3.7 Procesos de obtención del aceite esencial de rizoma

El proceso de extracción del aceite esencial mediante la destilación consiste en vaporizar los componentes volátiles de la materia vegetal mediante el uso de vapor de agua y posteriormente enfriar el vapor hasta recuperar el componente en forma líquida mediante el proceso de condensación.

Para la obtención del aceite esencial de rizoma se realizó las siguientes actividades:

- a. Recepción, selección, lavado de materia prima
- b. Troceado del rizoma
- c. Maceración
- d. Destilación
- e. Condensación
- f. Decantación
- g. Producto final

A continuación, se detalla cada una de las etapas del proceso de obtención del aceite esencial de rizomas.

**a) Recepción de materia prima:** se recibió la materia prima en el Laboratorio de Investigación y Vinculación de la Universidad Estatal de Bolívar. Se procedió a realizar un lavado de la materia prima para eliminar cualquier impureza o microorganismo extraños.

**b) Troceado del rizoma:** se lo realizó de forma manual seccionando rizomas sin daños, luego se procede a trocear en partículas de 1 a 2cm y pesarlas hasta obtener una masa de 250 g.

**c) Maceración:** se la colocó en un envase plástico con etanol al 95% y agua destilada, luego se añadió la relación de agua destilada al 1/1, se la agitó para homogenizarla y se dejó macerar por 8 horas.

**e) Destilación:** se colocó el rizoma en un balón de destilación, a esto se le agregó el 1/1 de agua destilada en relación de la masa y se procedió a encender la manta de calentamiento para llegar al punto de ebullición.

**f) Condensación:** el vapor de agua y aceite son evaporados por acción del calor y pasan por un condensador recto donde cambia de estado gas a líquido obteniendo como resultado el hidrolato.

**g) Decantación:** el hidrolato se lo colocó en un embudo de decantación y se lo dejó reposar de 12 a 24 horas con el propósito de separar el aceite esencial del agua destilada por sus densidades, quedando así separado el hidrolato del aceite

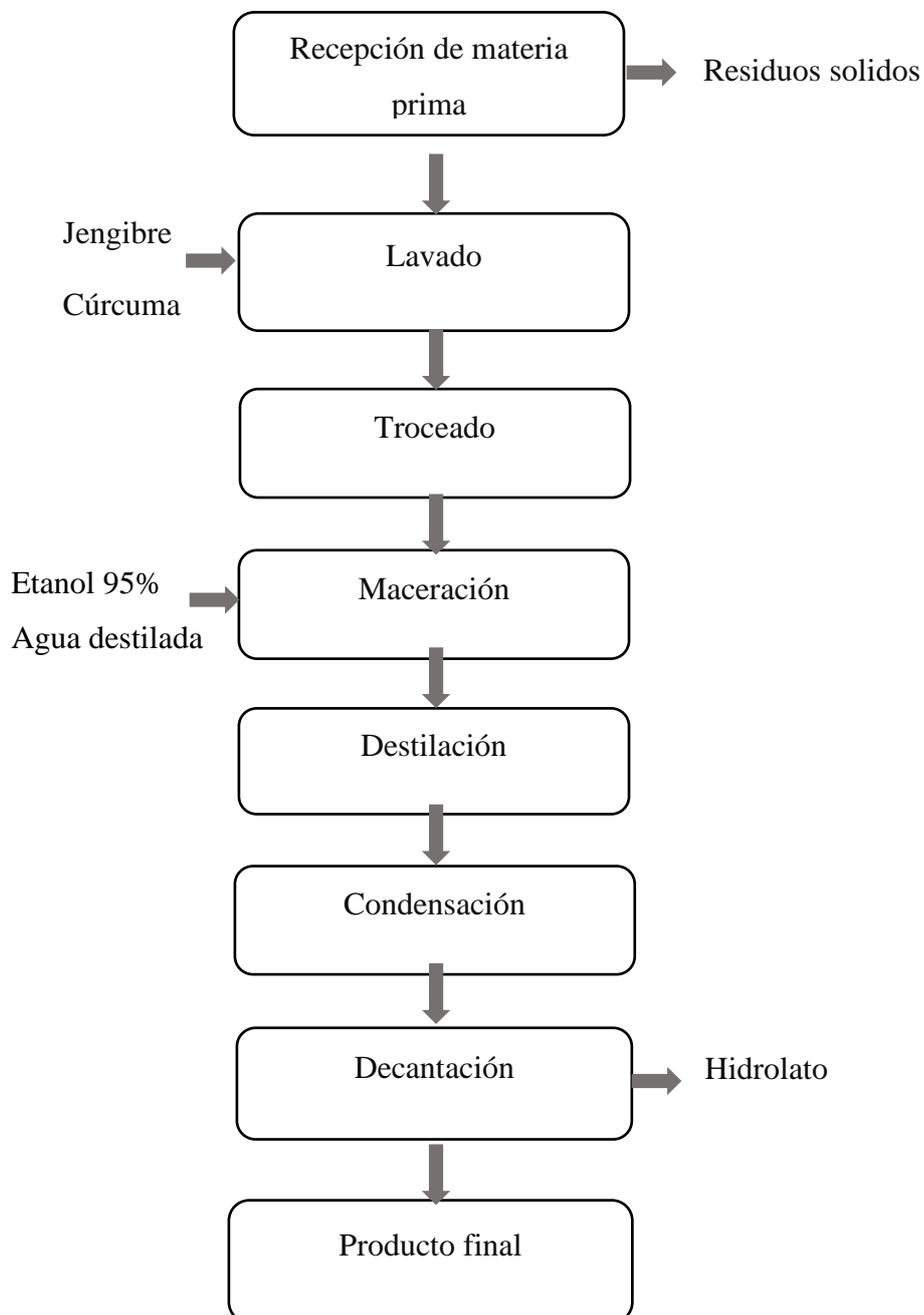
esencial este proceso se lo debe realizar con mucha precisión para lograr obtener un aceite esencial libre de agua.

**h) Producto final:** obtenido el aceite esencial puro, se lo colocó en envases ámbar el cual evitará la contaminación del producto y se lo almacenó a temperaturas menores de 24 °C y superiores a 8 °C.

### 3.7.1 Diagrama de flujo del proceso de extracción del aceite esencial

**Figura 25**

*Diagrama de flujo en el proceso de extracción del aceite esencial*



### 3.7.2 Modelos matemáticos para la extracción de aceite esencial

Se tomó la cantidad de aceite esencial obtenido en intervalos de 10 minutos, esto nos ayuda a conocer cómo se va obteniendo la cantidad de aceite en función del tiempo empleado, se ajustó los datos a tres modelos matemáticos.

#### Modelo matemático de Henderson and Pabis

$$m_{ae} = a * e^{-k*t}$$

**Donde:**

*k*: constante cinética de velocidad (min)

*a*: constante cinética de masa (g)

*t*: intervalo de tiempo (min)

#### Modelo matemático logarítmica

$$m_{ae} = e^{-a-k*t}$$

**Donde:**

*k*: constante cinética de velocidad (min)

*a*: constante cinética de masa (g)

*t*: intervalo de tiempo (min)

### 3.7.3 Rendimiento del aceite esencial

Con ayuda de los datos obtenidos de la cantidad de aceite esencial obtenidos en intervalos de 10 minutos, se procedió a realizar el cálculo del rendimiento.

#### Ecuación de rendimiento porcentual (experimental)

$$R = \frac{m_a}{m_{mp}} * 100$$

**Donde:**

*R*: rendimiento (%)

*m<sub>a</sub>*: masa del aceite esencial (g)

*m<sub>mp</sub>*: masa de la materia prima (g)

100: *factor matematico*(%)

### **Modelo matemático de Monod**

$$R = \frac{R_{max} * t}{k + t}$$

**Donde:**

$R_{max}$ : *presenta el rendimiento maximo*(%)

$k$ : *es una constante cinética* (min)

$t$ : *es el trascurso del tiempo*(min)

### **Modelo matemático de Gompertz**

$$R = R_{max} - e^{(-e^{-kt+b})}$$

**Donde:**

$R_{max}$ : *presenta el rendimiento maximo* (%)

$k, b$ : *son constantes cineticas*(min)

$t$ : *es el trascurso del tiempo*(min)

### **Modelo matemático de Moser**

$$R = \frac{R_{max} * t^n}{k + t^n}$$

**Donde:**

$R_{max}$ : *representa el rendimiento maximo*(%)

$k$ : *son constantes cinéticas*(min)

$t$ : *es el trascurso del tiempo* (min)

$n$ : *constante cinética*

## **3.8 Elaboración del snack**

Se le considera snack a un tipo de alimento en específico que se consume con el objetivo de satisfacer temporalmente el hambre y son considerados alimentos con valor nutricional condicionado.

Este proceso está compuesto por las siguientes etapas:

- a) Recepción de materia prima
- b) Lavado y pelado
- c) Rebanado
- d) Secado
- e) Fritura
- f) Adición de aceite de rizoma
- g) Empacado
- h) Almacenado

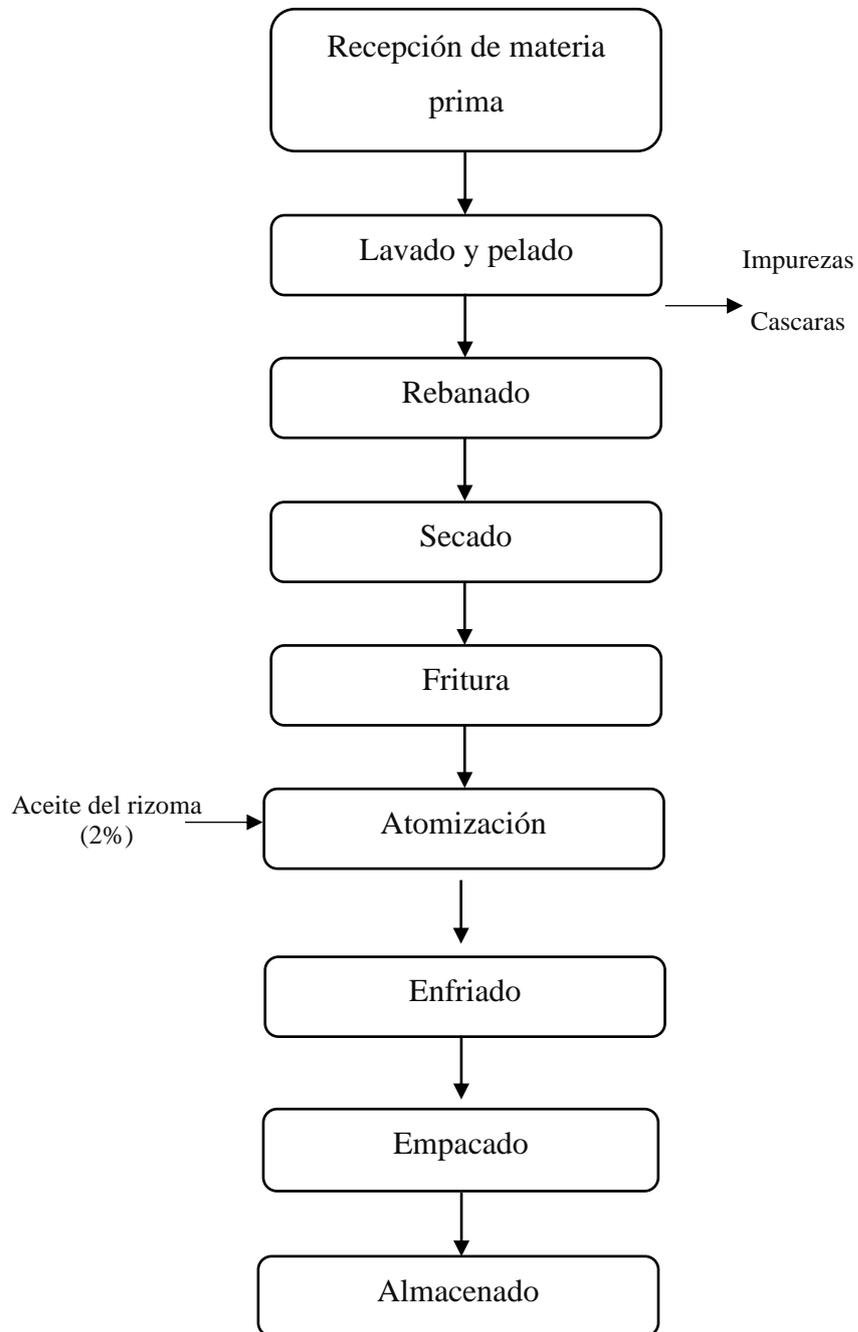
A continuación, se describe cada una de los periodos del proceso:

- a) **Recepción de materia prima:** se recibió la materia prima en la planta Agroindustrial de la Universidad Estatal de Bolívar y se colocó en gavetas de plástico para facilitar su transporte.
- b) **Lavado y pelado:** se procedió a realizar un lavado de la materia prima para eliminar cualquier impureza o microorganismo y se procede al pelado del tubérculo.
- c) **Rebanado:** pasan por la maquina rebanadora en la cual son cortadas en la forma deseada. En este proceso son eliminadas todas aquellas papas que fueron cortadas muy delgadas o que están dañadas.
- d) **Secado:** son secadas con una corriente de aire para que estén secas y listas para freír
- e) **Fritura:** se introduce a la freidora con aceite vegetal puro a 140°C de 2 a 3 minutos.
- f) **Adición de aceite de rizoma:** se procede una vez frías a atomizar el aceite esencial de rizomas
- a) **Empacado:** se empaco en fundas plásticas de 100g adecuadas para snacks y confites.
- b) **Almacenado:** finalmente se acumuló el producto en una parte fresca y seca.

### 3.8.1 Diagrama de flujo para la elaboración de un snack

**Figura 26**

*Diagrama de flujo en la elaboración del snack alimenticio*



## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Análisis físicos y químicos de papa y rizomas

Se definen los datos obtenidos del análisis físico, proximal y elemental de cuatro variedades de papa; Natividad, Súper chola, Yana shungo y Única; estos análisis fueron realizados en el Laboratorio de Investigación de la Universidad Estatal de Bolívar.

##### 4.1.1 Propiedades físicas del rizoma y papa

**Tabla 19**

*Propiedades físicas del rizoma y papa*

Parámetros	Variedad Rizoma		Variedades de papas			
	Cúrcuma	Jengibre	Natividad	Super chola	Yana shungo	Única
Peso (g)	32,86	40,19	178,91	30,00	222,01	205,58
Diámetro polar (mm)	52,63	46,10	42,69	41,35	81,59	44,32
Diámetro Ecuatorial (mm)	13,15	12,40	30,75	30,05	44,35	34,75
% solidos totales	17,77	16,40	18,47	28,47	19,27	22,12
pH	6,33	6,44	6,29	6,68	6,56	6,64

En la tabla 19 se muestra los valores del peso de las variedades de rizoma y papa, diámetro polar, diámetro ecuatorial, porcentaje de sólidos solubles y el potencial Hidrógeno. El valor del peso de la cúrcuma de 32,86g, al contrastar con el valor reportado por Abad (2020), presenta valores similares de peso 35,10g. Por otro parte el peso del jengibre obtenido es 40,19g, al contrastar con el valor reportado por Guillén (2013), indica valores similares para el peso con 45,48g. Estos valores pueden deberse al método empleado.

El valor del pH de la cúrcuma es de 6,33, al contrastar con el valor reportado por Cañazaca (2022), presenta valores similares de pH con 6,12. Por otro parte el pH

en el jengibre obtenido es 6,44, al contrastar con el valor reportado por Pilco et al. (2022), evidencia valores similares del pH con 6,20.

El valor del peso de la papa Natividad es de 178,91g, al contrastar con el valor reportado por Ojeda (2016), presenta valores similares de peso con 200g. El valor de diámetro polar de la papa Natividad es de 42,69mm, al contrastar con el valor reportado por Ruales (2015), presento datos similares de 40,80mm. El valor de diámetro ecuatorial de la papa Natividad el valor es de 30,75mm, al contrastar con el valor reportado por Yumiguano (2018), indica valores similares de 30,25mm.

El valor del peso de la papa súper chola es de 30g, al contrastar con el valor reportado por Guevara (2018), indica un valor similar de peso 28,96g. El valor de % de solido soluble de la papa súper chola es 28,47, al contrastar con el valor reportado por Apunte (2019), indica valores similares con 27,47%.

El valor del peso de la papa Yana shungo es de 222,01g, al contrastar con el valor reportado por Figueroa (2020), presento valores similares de 200,10g. El valor del diámetro polar de la papa Yana shungo es de 81,59%, el contrastar con el valor reportado por Kromann (2017), indica valores similares con 80,12mm. El valor del diámetro ecuatorial para la papa Yana shungo es de 44,35mm, al contrastar con el valor reportado por Moyano (2018), indico valores similares de 40,25mm. El valor del % de solidos totales de la papa Yana shungo es de 19,27%, al contrastar con el valor reportado por Vaca (2018), muestra valores similares de 18,20%. El valor del pH en la papa Yana shungo es de 6,56%, al contrastar con el valor por López (2018), indico valores similares 6,3%.

El valor del peso en la papa única es de 205,58g, al contrastar con el valor reportado por Del Carpio Salas (2018), indica valores similares de 200,29g. El valor del diámetro polar de la papa única es de 44,32mm, al contrastar con el valor reportado por Sánchez (2015), muestra valores similares de 43,70mm. El valor de diámetro ecuatorial de la papa única es de 34,75mm, al contrastar con el valor reportado por Vanegas (2022), reportó valores similares de 30,15mm. El valor de % de solidos totales de la papa única es de 22,12, al contrastar con el valor reportado por Aliaga (2021), indico valores similares con 22,23%. El valor de pH de la papa única es de

6,64%, al contrastar con el valor reportado por Asas (2015), reporto valores similares del pH 6,5%.

#### 4.1.2 Propiedades químicas de la papa y rizoma

##### 4.1.2.1 Análisis proximal del rizoma

**Tabla 20**

*Análisis proximal del rizoma*

Variables	Método	Variedad Rizoma	
		Cúrcuma	Jengibre
Humedad (%)	AOAC 925.10	82,23	83,60
Cenizas (%)	AOAC 923.03	1,92	1,23
Volátiles totales (%)	Por cálculo	17,77	16,40

En la tabla 20 se da a conocer los resultados del análisis proximal de las dos variedades de rizoma, que se obtuvieron en contenido de humedad, cenizas, volátiles de acuerdo a la normativa UNE-ISO. El valor de la humedad de la cúrcuma de 82,23%, al contrastar con el valor reportado por Quintero (2018), presenta valores similares de humedad con 80,7%. Por otra parte, la humedad del jengibre obtenido es de 83,60%, al contrastar con el valor reportado por Cañazaca (2022) indica valores similares para la humedad de 82,5%. El valor de cenizas del jengibre de 1,23%, al contrastar con el valor reportado por García (2019), indica valores similares de cenizas con 1,05%.

El valor de volátiles totales de la cúrcuma de 17,77%, al contrastar con el valor reportado por (Acuña, 2020) indica en los estudios realizados en la fundación Chankuap se presenta valores similares de 16,40 %. Por otra parte, el valor de volátiles totales de jengibre es de 16,40%, no se evidencia información bibliográfica.

#### 4.1.2.2 Análisis proximal de la papa

**Tabla 21**

*Análisis proximal de la papa*

Variables	Método	Variedades de papas			
		Natividad	Super chola	Yana shungo	Única
Humedad (%)	AOAC 925.10	81,53	71,53	80,73	77,88
Cenizas (%)	AOAC 923.03	1,62	1,91	2,26	1,25
Almidón (%)	Sedimentación	18,90	16,75	20,21	21,23

En la tabla 21 se da a conocer los resultados del análisis proximal de las dos variedades de rizoma, que se obtuvieron en contenido de humedad, cenizas, volátiles y proteínas totales de acuerdo a la normativa UNE-ISO. El valor de la humedad de la papa Natividad es de 81,53%. Al contrastar con el valor reportado por Peña (2019), presenta valores similares de humedad 80,20%. El valor de cenizas de la papa Natividad es de 1,62%, al contrastar con el valor reportado por Toledo (2018), indica valores similares de ceniza de 1,50%. El valor del almidón de la papa Natividad es de 18,90%, al contrastar con el valor reportado por Vaca (2018), muestra valores similares para el almidón con 17,75%.

El valor de la humedad de la Super chola es de 71,53%, al contrastar con el valor reportado por Aliaga (2021), presenta valores similares de humedad de 70,35%. El valor de cenizas de la papa Super chola es de 1,91%, al contrastar con el valor reportado por Santillan (2022), presenta valores similares de ceniza de 1,75%. El valor del almidón de la papa Super chola es de 16,75%, al contrastar con el valor reportado por Morales (2022), muestra valores similares para el almidón 15,80%.

El valor de la humedad de la papa Yana shungo es de 80,73%, al contrastar con el valor reportado por Ramos (2019), indica valores similares de humedad de 79,90%. El valor de cenizas 1,25%, al contrastar con el valor reportado por Muñoz (2015), muestra valores similares de 1,10%. El valor del almidón de la papa Yana shungo es de 20,21%, al contrastar con el valor reportado por Serrano (2020), presento valores similares para el almidón 19,5%.

El valor de la humedad de la papa Única es de 77,88%, al contrastar con el valor reportado por Peña (2019), presento valores similares de humedad de 74,60%. El valor del almidón de la papa Única es de 21,23%, al contrastar con el valor reportado por Vargas (2016), muestra valores similares de almidón con 20,90 %.

#### 4.1.2.3 Análisis de varianza de Humedad

Se presenta los datos obtenidos correspondiente a la variable humedad

**Tabla 22**

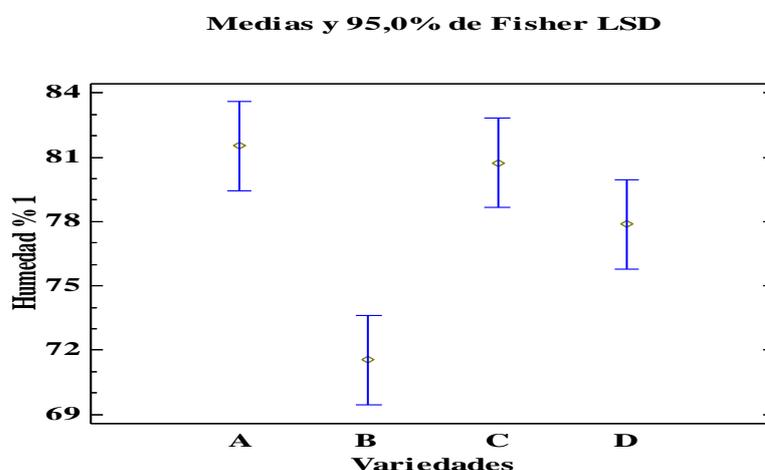
*Análisis de Varianza para la variable respuesta Humedad*

Fuente de variabilidad	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Tubérculos	185,143	3	61,714	12,62	0,0021
Error	39,1215	8	4,89018		
Total (Corr.)	224,264	11			

La tabla 22 se descompone la varianza de Humedad % 1 en dos componentes: un componente debido al factor de los tubérculos el componente debido al error experimental. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Humedad % 1 entre un nivel de Variedades y otro, con un nivel del 95,0% de confianza. ante lo cual existe evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula y acepta la hipótesis alterna.

**Figura 27**

*Graficas de medias en cada tratamiento en Tubérculos*



La figura muestra las medias de cada tratamiento. La media del tratamiento A es diferente de todas las medias. La media del tratamiento B es diferente a todas las medias de los otros tratamientos. La media del tratamiento C es diferente a todas las medias. La media del tratamiento D es diferente a todas las medias de los otros.

**Tabla 23**

*Pruebas de Múltiple Rangos para Humedad en Tubérculos*

Variedades	Casos	Media	Grupos Homogéneos
B	3	71,5333	X
D	3	77,8767	X
C	3	80,7333	X
A	3	81,5267	X

La tabla 23 aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. De acuerdo a la comparación de medias, el tratamiento A presenta un valor de la media de la variable humedad mayor a los otros tratamientos.

**Tabla 24**

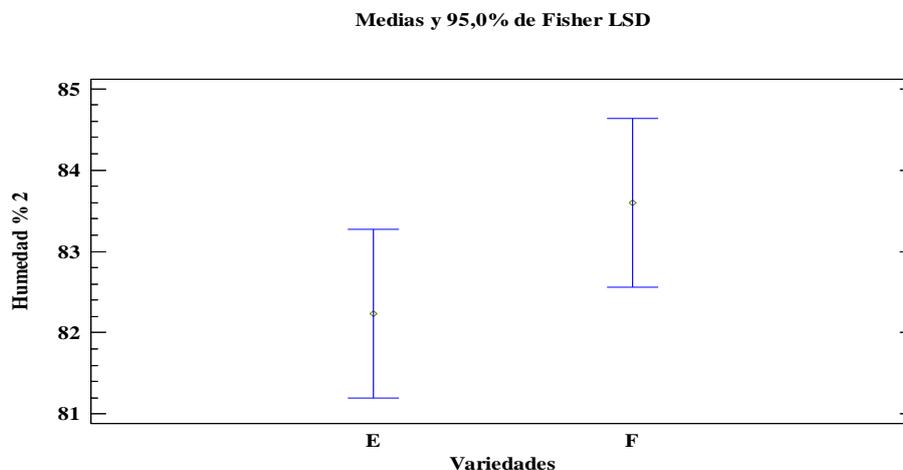
*Análisis de Varianza para la variable respuesta Humedad*

Fuente variabilidad	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Rizomas	2,80167	1	2,80167	3,35	0,1412
Error	3,34667	4	0,836667		
Total (Corr.)	6,14833	5			

La tabla 24 se descompone la varianza de Humedad en dos componentes: un componente debido al factor de rizomas el componente debido al error experimental. Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Humedad entre un nivel de Variedades y otro, con un nivel del 95,0% de confianza.

**Figura 28**

*Graficas de medias en cada tratamiento en Rizomas*



La figura muestra las medias de cada tratamiento. La media del tratamiento E es diferente a la media del tratamiento F.

**Tabla 25**

*Pruebas de Múltiple Rangos para Humedad en Rizomas*

Variedades	Casos	Media	Grupos Homogéneos
E	3	82,2333	X
F	3	83,6	X

Esta tabla aplica de una manera de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativos diferentes de otras. De acuerdo a la comparación de medias, el tratamiento F presenta un valor de la media de la variable humedad menor a los otros tratamientos.

**Tabla 26**

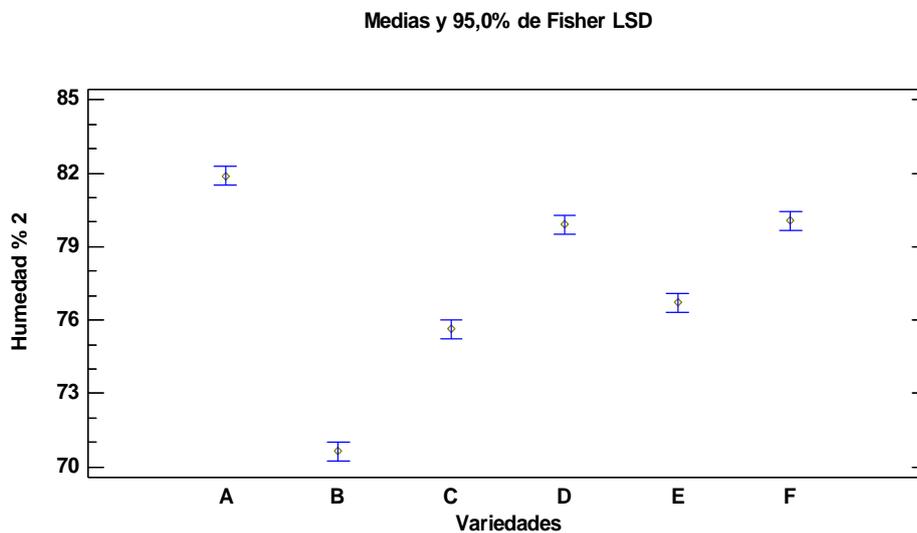
*Análisis de Varianza para la variable respuesta Humedad*

Fuente variabilidad	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Tubérculos y rizomas	248,585	5	49,7169	261,55	0,0000
Error	2,28107	12	0,190089		
Total (Corr.)	250,866	17			

La tabla 26 descompone la varianza de la variable respuesta Humedad en dos componentes: un componente debido al factor Tubérculos y rizomas, y el componente debido al error experimental. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Humedad entre un nivel de variedades y otro, con un nivel del 95,0% de confianza, ante lo cual existe evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna.

### Figura 29

*Graficas de medias en cada tratamiento Variedades*



La figura muestra las medias de cada manera. La media del tratamiento A es diferente de todas las participas. La media del procedimiento B es diferente a todas las medias de los otros tratamientos. La media d es diferente a todas las medias de los otros. La media del tratamiento E es desigual a todas las medias de los otros. La media F es diferente a todas las medias de los otros.

**Tabla 27***Pruebas de Múltiple Rangos para Humedad por Variedades*

<b>Variedades</b>	<b>Casos</b>	<b>Media</b>	<b>Grupos Homogéneos</b>
B	3	70,6333	X
C	3	75,64	X
E	3	76,7133	X
D	3	79,9033	X
F	3	80,0667	X
A	3	81,89	X

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. De acuerdo a la comparación de medias, el tratamiento A-F presenta un valor de la media de la variable humedad mayor a los otros tratamientos.

**4.1.2.4 Análisis elemental del rizoma y papa****Tabla 28***Análisis elemental del rizoma y papa*

<b>Variedad de rizoma y papa</b>	<b>Propiedades</b>				<b>Método</b>
	<b>Carbono (%)</b>	<b>Nitrógeno (%)</b>	<b>Hidrogeno (%)</b>	<b>Azufre (%)</b>	
Cúrcuma	4,70	0,11	0,53	0	UNE-EN ISO 16948
Jengibre	5,61	0,08	0,064	0	
Natividad	7,64	0,42	6,62	0	
Super chola	6,90	0,37	8,59	0	
Yana shungo	6,92	0,43	8,45	0	
Única	5,65	0,38	8,61	0	

En la tabla 28 se detalla los porcentajes obtenidos de la composición elemental del rizoma y papa en estado crudo, bajo el método UNE-EN ISO 16948.

## 4.2 Extracción del aceite esencial de rizomas

### 4.2.1 Análisis de varianza de rendimiento en volumen del aceite esencial

Se presentan los resultados obtenidos del análisis de varianza (ANOVA) correspondiente al rendimiento (%) de aceite esencial que se logró.

**Tabla 29**

*Análisis de varianza de la variable respuesta rendimiento*

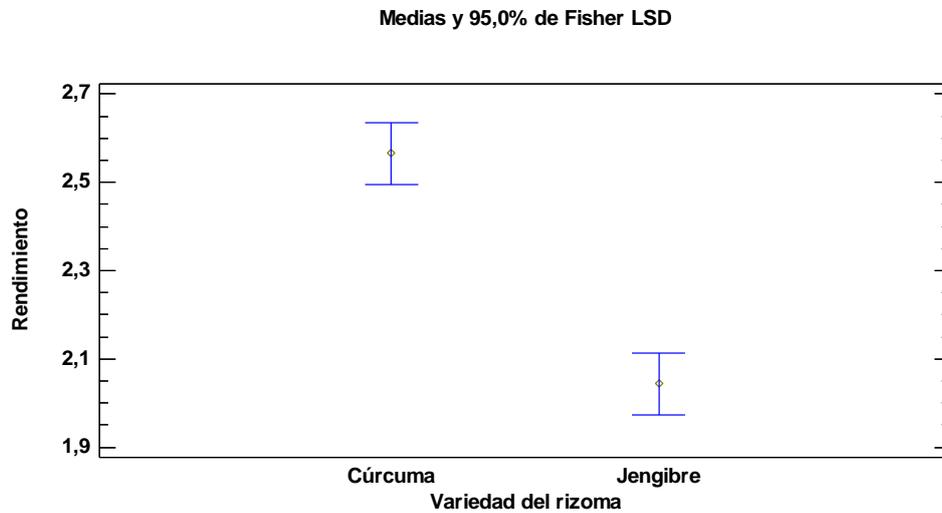
Fuente variabilidad	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Variedad del rizoma	0,817452	1	0,817452	74,03	0,0000
B: Maceración (Solvente)	0,147852	1	0,147852	13,39	0,0064
INTERACCIONES					
AB	0,00790533	1	0,00790533	0,72	0,4221
RESIDUOS	0,0883413	8	0,0110427		

La tabla 29 detalla el análisis de varianza del rendimiento de aceite esencial obtenido, los valores P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores e interacciones. Estos factores tienen un efecto altamente significativo sobre el rendimiento de aceite esencial con un 95,0% de nivel de confianza. Al demostrar que los factores en estudio tienen diferencia altamente significativa, se realizó pruebas de rangos múltiples para establecer el nivel de confianza.

Al demostrar que los factores en estudio tienen diferencia altamente significativa, se realizó pruebas de rangos múltiples por el método de diferencia mínima significativa (LSD) para establecer el nivel de incidencia del factor A, factor B con un 95,0% de confianza.

**Figura 31**

*Graficas de medias del factor A en el rendimiento de aceite esencial*



La figura muestra las medias de cada tratamiento. La media del tratamiento de la cúrcuma es diferente a la media del tratamiento del jengibre.

**Tabla 30**

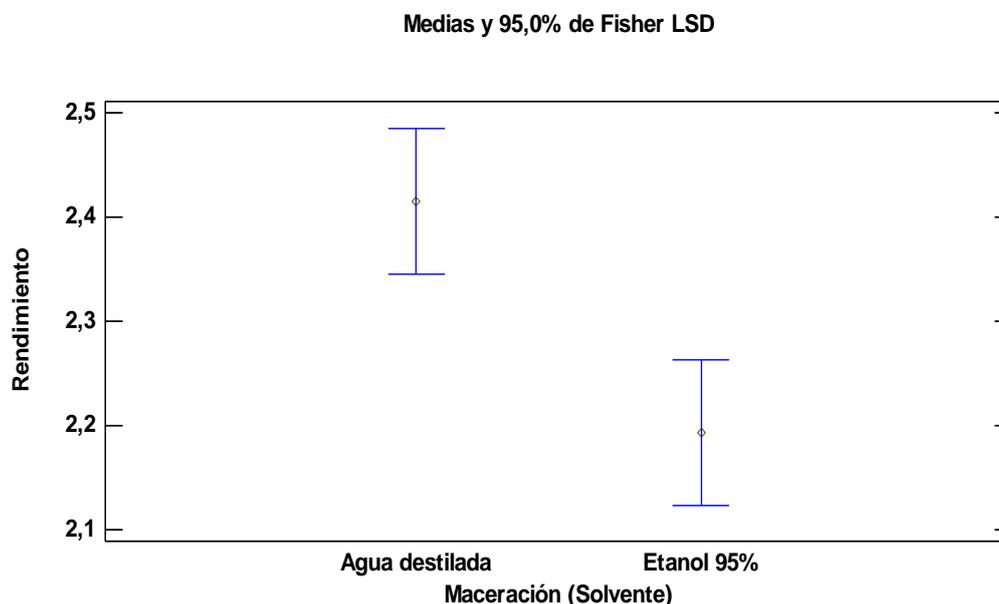
*Prueba de rangos múltiples del factor A en el rendimiento*

Variedad del rizoma	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
Jengibre	6	2,04333	0,0429004	A
Cúrcuma	6	2,56533	0,0429004	B

La figura 31 y la tabla 30 se muestra la comparación de medias del factor A para determinar cuáles valores son significativamente diferentes de otras. Se ha identificado que existe dos grupos heterogéneos conformados por los niveles  $a_1$  y  $a_2$  pertenecientes al jengibre y cúrcuma, los cuales presentan diferentes rendimientos (%) de aceite esencial.

**Figura 32**

*Graficas de medias del factor B en el rendimiento*



La figura muestra las medias de cada procedimiento. La media del tratamiento de agua destilada es diferente a la media del tratamiento del etanol.

**Tabla 31**

*Prueba de rangos múltiples del factor B en el rendimiento*

Variedad del rizoma	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
Etanol 95%	6	2,19333	0,0429004	A
Agua destilada	6	2,41533	0,0429004	B

La figura 32 y la tabla 31 se muestra la comparación de medias del elemento B para determinar cuáles valores son significativamente desiguales de otras. Se ha identificado que existe dos grupos heterogéneos conformados por los niveles  $b_1$  y  $b_2$  pertenecientes al etanol 95% y agua destilada, los cuales presentan diferentes rendimientos (%) de aceite esencial. Se evidencia que al extraer el aceite esencial con el solvente de humedad destilada el rendimiento de aceite esencial es más abundante.

Para la extracción de aceite esencial de jengibre, Chalakal y Paulose en (2022), evaluó el rendimiento sobre los métodos de extracción empleados, por solventes (etanol) y destilación simple, obtuvo los siguientes resultados 7,65 % con solventes y 6% para hidrodestilación. Aziza y Okiy (2018), reporto en su investigación 4,6% (destilación con agua) y 3,2% (con solventes) de rendimiento, para la extracción a base de cúrcuma Gaw & Skeene (2021), obtuvo un rendimiento de 6,2% mediante destilación simple. En virtud de los resultados reportados en nuestra investigación y de los investigadores, estos son diferentes, esto se debe en gran medida a la eficiencia de los equipos empleados en las investigaciones.

#### 4.2.2 Análisis de varianza de la densidad del aceite esencial

Los resultados obtenidos de la densidad del aceite esencial mediante la destilación por arrastre de vapor, los valores obtenidos se los expresa en (*g/mL*). Se presentan los resultados obtenidos del análisis de varianza correspondiente a la densidad del aceite esencial.

**Tabla 32**

*Análisis de varianza la variable respuesta densidad*

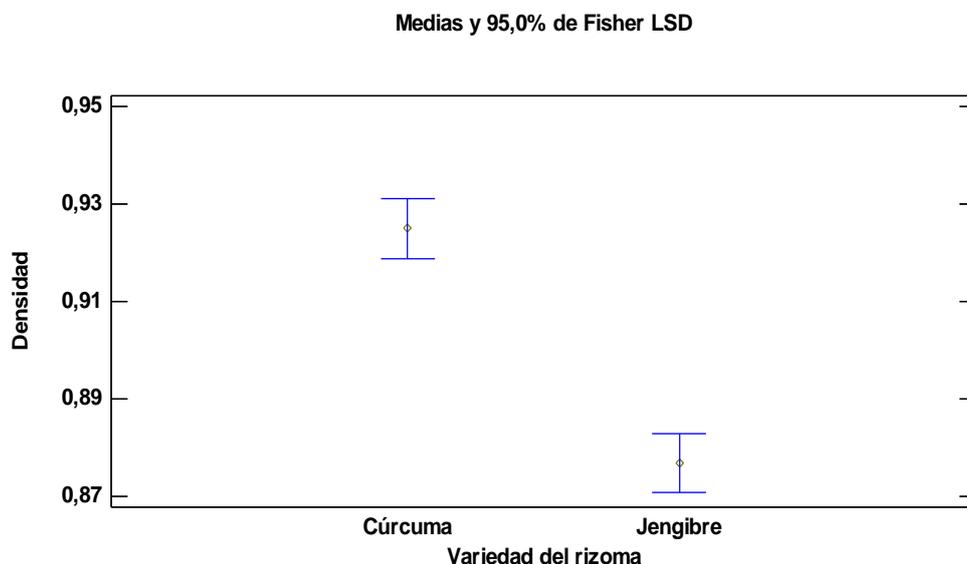
Fuente variabilidad	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Variedad del rizoma	0,0070	1	0,0070	84,1	0,0000
B: Maceración (Solvente)	0,0004	1	0,0004	4,9	0,0578
INTERACCIONES					
AB	0,0000	1	0,0000	0,1	0,7599
RESIDUOS (CORREGIDO)	0,0007	8	0,0001		
	0,0081	11			

En la tabla 32 se detalla el análisis de varianza del rendimiento de aceite esencial obtenido, los valores-p prueban la significancia estadística de cada uno de los factores e interacciones. Puesto que 1 valores-P son menores que 0,05, estos factores tienen un efecto altamente significativo sobre la densidad de aceite esencial con un 95,0% de nivel de confianza. Al demostrar que los factores en estudio tienen diferencia altamente significativa, se realizó pruebas de rangos

múltiples por el método de diferencia mínima significativa (LSD) para establecer el nivel de incidencia del factor A con un 95,0% de confianza.

**Figura 33**

*Graficas de medias del factor A en la densidad*



La figura muestra de las medias de cada tratamiento. La media del tratamiento de la cúrcuma es diferente a la media del tratamiento del jengibre.

**Tabla 33**

*Prueba de rangos múltiples del factor A en la densidad*

Variedad del rizoma	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
Jengibre	6	0,876667	0,00372678	A
Cúrcuma	6	0,925	0,00372678	B

La figura 33 y la tabla 33 se muestra el paralelo de medias del factor A para determinar cuáles valores son significativamente diferentes de otras. Se ha reconocido que existe dos grupos heterogéneos conformados por los niveles  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$  pertenecientes al jengibre y cúrcuma, los cuales presentan diferentes densidades de aceite esencial.

Oyemitan et al. (2018), en su investigación reportó valores para densidad del aceite esencial de cúrcuma  $0,96 \text{ g/cm}^3$ , de manera similar (Argo, 2020), obtuvo en

densidad  $0,942 \text{ g/cm}^3$ . Hermanto et al. (2020) en su investigación para el aceite esencial de jengibre obtuvo  $0,875 \text{ g/cm}^3$  de densidad, están dentro del rango.

### 4.2.3 Análisis de varianza de la actividad antioxidante del aceite esencial

**Tabla 34**

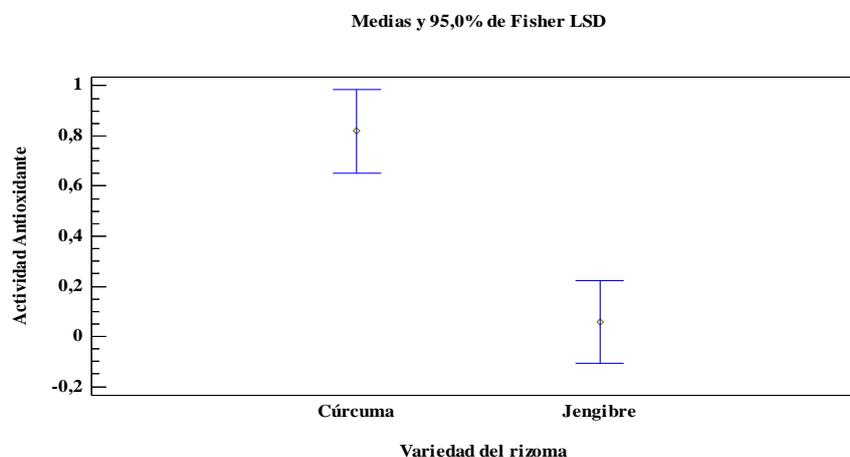
*Análisis de varianza la variable respuesta actividad antioxidante*

Fuente variabilidad	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Variedad del rizoma	1,73969E8	1	1,73969E8	27,91	0,0007
B: Maceración (Solvente)	5,75333E6	1	5,75333E6	0,92	0,3648
INTERACCIONES					
AB	6,42999E6	1	6,42999E6	1,03	0,3395
RESIDUOS	4,98619E7	8	6,23274E6		
TOTAL (CORREGIDO)	2,36014E8	11			

La tabla ANOVA descompone la variabilidad de Actividad Antioxidante en contribuciones debidas a varios factores. Puesto los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Parte que un valor-P es menor que 0,05, este factor tiene un efecto estadísticamente significativo sobre Actividad Antioxidante con un 95,0% de nivel de confianza. ante lo cual existe evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna

**Figura 34**

*Graficas de medias del factor A en actividad antioxidante del aceite*



La figura muestra las medias de cada tratamiento. La media del tratamiento de la cúrcuma es diferente a la media del tratamiento del jengibre.

**Tabla 35**

*Prueba de rangos múltiples del factor A en actividad antioxidante*

<b>Variedad del rizoma</b>	<b>Casos</b>	<b>Media LS</b>	<b>Sigma LS</b>	<b>Grupos Homogéneos</b>
Jengibre	6	579,193	1019,21	X
Cúrcuma	6	8194,28	1019,21	X

La tabla da a conocer un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

Los datos evaluados coexisten una alta actividad antioxidante probada por el método ABTS. Correa (2015); Ortiz (2018), revelan que existe la presencia de geraniol, el cual se lo ha catalogado como un constituyente químico destacado por su actividad antioxidante, dicho compuesto, en nuestro estudio se presenta en un porcentaje alto. Cosquillo (2019), revelan que existe la presencia 3317 $\mu\text{mol/l}$  de capacidad antioxidante equivalente a TROLOX con el método que se basa en el radical catiónico de ABTS+ con un compuesto mayoritario denominado curcumina.

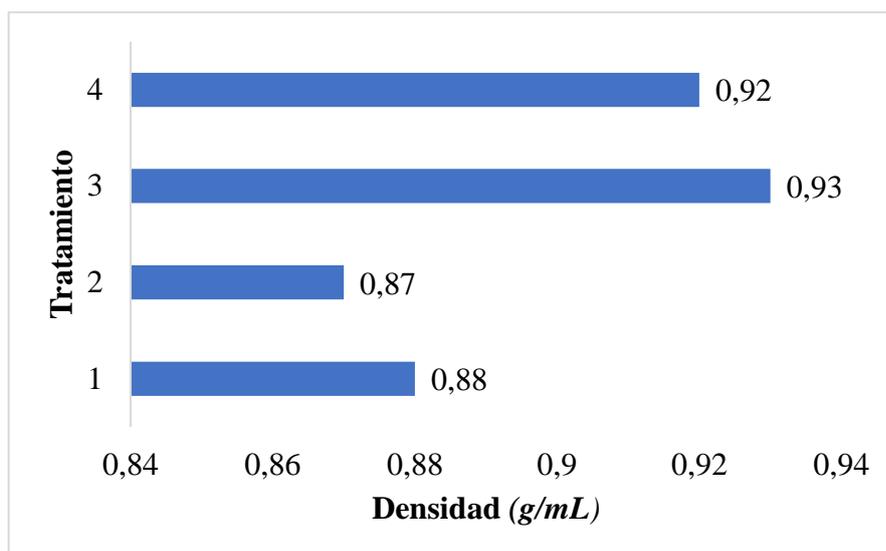
### **4.3 Evaluación de la calidad del aceite esencial**

#### **4.3.1 Valores de la densidad del aceite esencial como criterio de calidad**

La densidad es un parámetro significativo para determinar la calidad tanto de materias primas como de productos alimenticio, se presenta la densidad del aceite esencial obtenido a partir de los rizomas (cúrcuma y jengibre) expresada en  $\text{g/mL}$ .

**Figura 35**

*Diferencia de la densidad del aceite esencial por tratamiento*



En la figura 35 se indica las densidades del aceite esencial de los rizomas (cúrcuma y jengibre). Se reporta densidades de 0,87 g/mL a 0,93 g/mL. Yousefi (2019), mencionan que, para obtener un aceite esencial de calidad, se debe emplear un manejo correcto de extracción durante su proceso, indica que mientras menos densidad tenga el aceite esencial, tendrá más presencia de compuestos volátiles. (Ortuño, 2006), en su libro de aceites esenciales, aromas y perfumes, indica a la densidad como un parámetro de calidad que permite diferenciar un aceite esencial natural (puro), de un aceite esencial sintético o artificial. La mayoría de aceites esenciales al sujetar menor densidad que la del agua manifiestan mayor cantidad de compuestos volátiles. En los aceites esenciales los valores de densidad comprendidos entre 0,750 y 0,850 constituyen un aceite de alta calidad, debido a que mientras más pureza o apariencia de ácidos tenga, menor es la densidad.

#### **4.3.2 Índice de refracción**

**Tabla 36**

*Índice de refracción*

<b>Índice de refracción (aceite esencial)</b>	
Aceite esencial jengibre	1,49 <i>Nd</i>
Aceite esencial cúrcuma	1,51 <i>Nd</i>

En la tabla del Índice de refracción se muestra las propiedades físicas en el aceite esencial de jengibre con 1,49  $nD$ . Según Stanciuc (2013), al contrastar representa datos similares con 1,45  $nD$ . Contreras (2019) nos menciona que el índice de refracción igual al que se determinó en nuestra investigación debido a su método de análisis empleado. Por otro lado, para el aceite esencial de cúrcuma se calculó 1,51  $nD$ . Arias y Quirino (2020), contrastaron datos similares 1,49 $nD$  en su investigación. Debido que estos aceites son determinados físico químico solubles en alcohol.

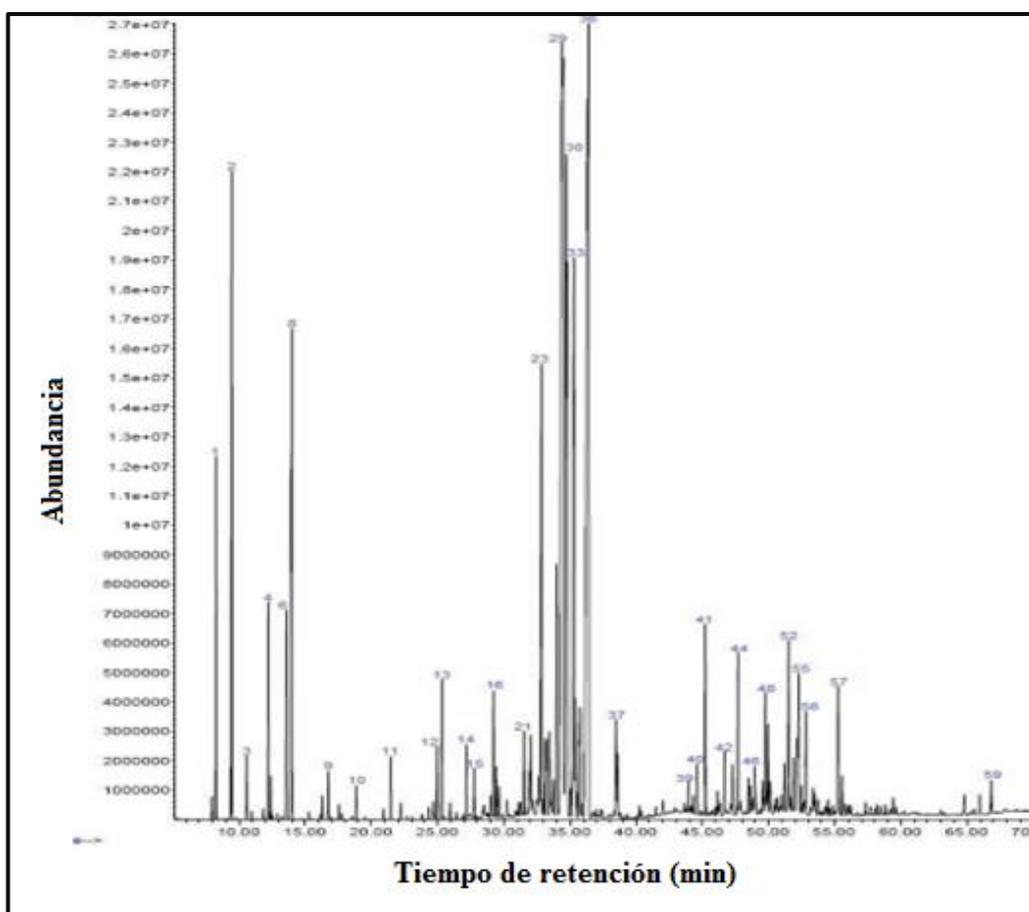
#### 4.4 Identificación de los compuestos volátiles por cromatografía de gases

##### 4.4.1 Compuestos volátiles en aceite esencial de jengibre

Se presenta la composición química del aceite esencial de obtenido a partir de los rizomas (cúrcuma y jengibre) extraídas mediante destilación arrastré de vapor.

**Figura 36**

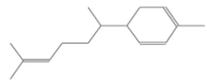
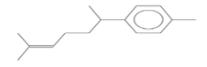
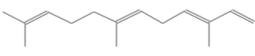
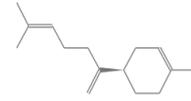
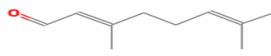
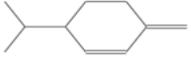
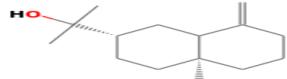
*Cronograma del aceite esencial de jengibre*



En la figura 36 se presenta los tiempos de retención y la abundancia de los diferentes compuestos volátiles registrados a través de 59 picos. Se resalta la presencia de Zingiberene con el tiempo de retención de 34,46min y la abundancia de 20,76%; Curcumene con el tiempo de retención de 36,38min y la abundancia de 18,40%;  $\alpha$ -Farnesene con el tiempo de retención de 35,32min y la abundancia de 7,20%;  $\beta$ -;  $\beta$ -Eudesmol con el tiempo de retención de 51,50min y la abundancia de 1,43%.

**Tabla 37**

*Cromatograma del aceite esencial de jengibre*

Nº	Compuesto	TR	Composición		Fórmula general	Fórmula estructural
				(%)		
29	Zingiberene	34,46		20,76	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	
36	Curcumene	36,38	18,4		C <sub>15</sub> H <sub>22</sub>	
32	$\alpha$ -Farnesene	5,32	7,2		C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	
30	$\beta$ -Bisabolene	34,7	6,72		C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	
31	trans-Citral	34,78	4,79		C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	
2	Camphene	9,44	3,66		C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	
8	$\beta$ -Phellandrene	13,98	2,6		C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	
52	$\beta$ -Eudesmol	51,5	1,43		C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	

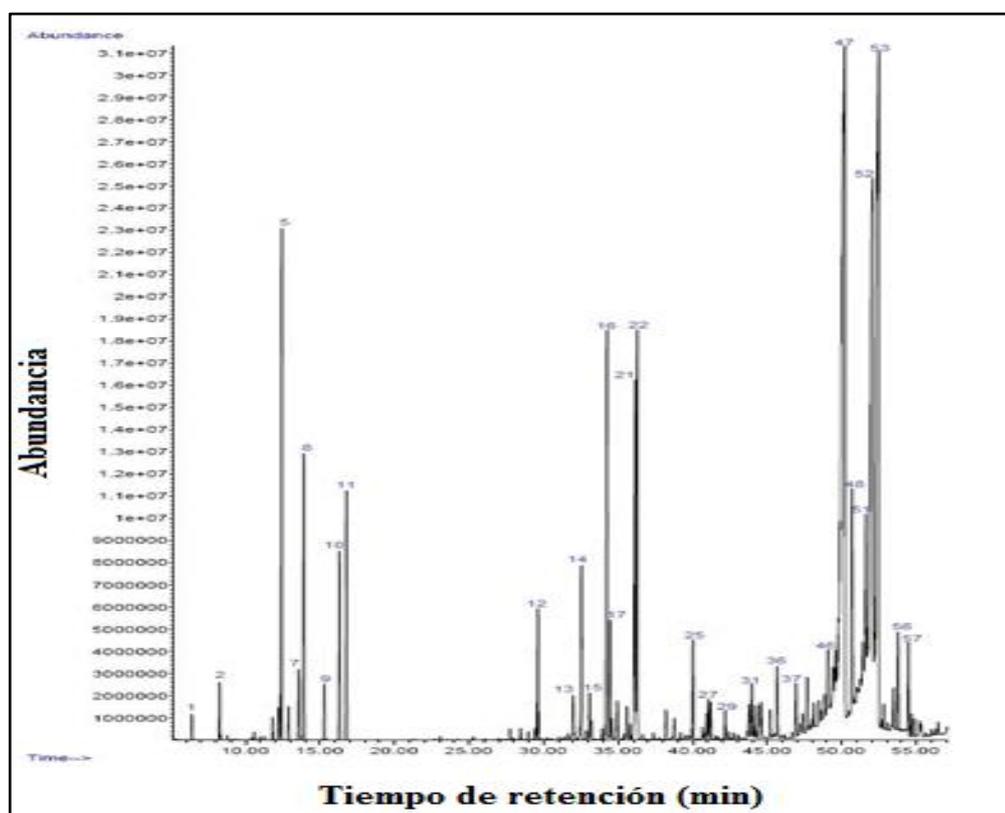
La tabla 37 muestra los 8 compuestos mayoritarios pertenecientes a los monoterpenos en el aceite principal de jengibre. Se indica, el tiempo de retención (TR), comisión de composición (%), fórmula general y formulario estructural de cada compuesto, mediante los resultados del análisis GC – MS.

Se evidencia que el *Zingiberene* fue el compuesto más abundante y se obtuvo 20,76 %. Ortiz (2018), ratifica compuestos y porcentajes similares de *Zingiberene* con 22,03%; *Curcumene* se obtuvo 18,40% de abundancia, en la presente investigación de Blank et al. (2019), reportan valores similares de *curcumene* con 17,89 %; el compuesto  $\alpha$ -*Farnesene* tiene una abundancia de 7,20%, en la investigación realizada por Mesomo et al. (2013) presenta valores menor de  $\alpha$ -*Farnesene*; los compuestos  $\beta$ -*Bisabolene* con 6,72%, *Camphene* con 3,66 % y  $\beta$ -*Phellandrene* con 2,60 % de abundancia estos compuestos presentan un valor mayoritario según Baquero y Mesa (2018).

#### 4.4.2 Compuestos volátiles del aceite esencial de la cúrcuma

Figura 37

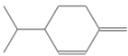
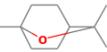
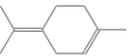
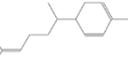
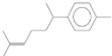
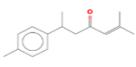
Cromatograma del aceite esencial de cúrcuma



En la figura 37 se presenta los tiempos de retención y la abundancia de los diferentes compuestos volátiles registrados a través de 8 picos. Se resalta la presencia de  $\beta$ -Phellandren con el tiempo de retención de 13,98min y la abundancia de 2,6%; Eucalyptol con el tiempo de retención de 13,90min y la abundancia de 2,02%;  $\alpha$ -Terpinolen con el tiempo de retención de 16,76min y la abundancia de 1,59%;  $\alpha$ -Zingiberene con el tiempo de retención de 34,25min y la abundancia de 4,16% ; Ar-Curcumene con el tiempo de retención de 36,278min y la abundancia de 3,46 % y Ar-tumerone con el tiempo de retención de 52,483min y la abundancia de 16,2% .

**Tabla 38**

*Cromatograma del aceite esencial de cúrcuma*

Nº	Compuesto	TR (min)	Composición (%)	Fórmula general	Fórmula estructural
5	$\beta$ -Phellandrene	13,987	2,6	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	
8	Eucalyptol	13,902	2,02	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	
11	$\alpha$ -Terpinolen	16,768	1,59	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	
16	$\alpha$ -Zingiberene	34,25	4,16	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	
22	Ar-Curcumene	36,278	3,46	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub>	
47	Tumerone	50,092	21,96	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub> O	
52	$\beta$ -Turmerone	52,083	13,67	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub> O	
53	Ar-tumerone	52,483	16,2	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub> O	

La tabla 38 muestra los 8 compuestos mayoritarios pertenecientes monoterpenos en el aceite esencial de la cúrcuma. Se indica, el tiempo de retención (TR), participación de composición (%), fórmula general y fórmula estructural de cada compuesto, mediante los resultados del análisis GC - MSD.

De acuerdo a los resultados de la GC - MS de los aceites esenciales de cúrcuma, *turmerone* fue la que más compuesto obtuvo con un porcentaje de 21,96 %, la abundancia *turmerone* en el presente estudio, es similar con 22,50% a las investigaciones de (Rueda, 2018). Se reporta contenidos de *Ar-tumerona* de 16,2% la abundancia de *Ar-tumerona* es similar con 17,00 a la de las investigaciones realizadas por Saiz y Pérez (2014); Negrete y Secaira (2016). Se obtuvo el compuesto *Eucalyptol* con 2,02%, en según la investigación realizada por (Goncalves, Barros, Silva, & Fedes, 2019), presenta un contenido similar de 2,50 % de *Eucalyptol*; el compuesto  $\alpha$ -*Terpinolen* con 1,59% de abundancia presenta porcentajes similares de  $\alpha$ -*Terpinolen* en la investigación de Negrete y Secaira (2016) con 2,02%.

#### 4.5 Identificar la mejor combinación de parámetros para el proceso de elaboración del snack.

##### 4.5.1 Análisis de varianza en el Análisis sensorial del snack

**Tabla 39**

*Análisis de Varianza para la variable Olor*

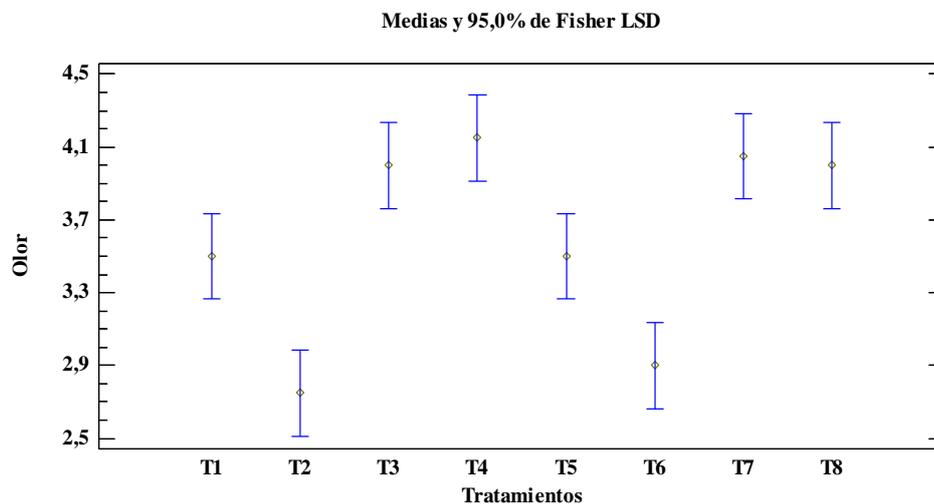
Fuente variabilidad	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Tratamientos	41,1437	7	5,87768	10,29	0,0000
B: BLOQUE	17,0687	19	0,898355	1,57	0,0721
RESIDUOS	75,9813	133	0,571288		
TOTAL (CORREGIDO)	134,194	159			

La tabla ANOVA muestra la descomposición de variable y respuesta Olor, en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que el valor de probabilidad de tratamientos es menor que 0,05, este factor tiene un efecto estadísticamente significativo sobre Olor con un 95,0% de nivel de confianza, ante lo cual se rechaza

la hipótesis nula y se acepta la alterna, es decir los tratamientos presentan diferencias en lo relación a Olor.

**Figura 38**

*Grafica de medias para la variable Olor*



La figura muestra las medias de cada tratamiento. La media del tratamiento T1 es diferente de todas las medias. La media del tratamiento T2 es diferente a todas las medias de los otros tratamientos. La media T3 es diferente a todas las medias de los otros. La media del tratamiento T4 es diferente a todas las medias de los otros. La media del tratamiento T5 es diferente de todas las medias. La media del tratamiento T6 es diferente a todas las medias de los otros tratamientos. La media T7 es diferente a todas las medias de los otros. La media del tratamiento T8 es diferente a todas las medias de los otros.

**Tabla 40**

*Pruebas de múltiples rangos para la variable Olor*

Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
T1	20	2,9	0,194158	X
T2	20	3,0	0,194158	X
T8	20	3,55	0,194158	XXX
T4	20	3,55	0,194158	XXX
T3	20	3,8	0,194158	XX
T7	20	3,95	0,194158	X

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. De acuerdo a la comparación de medias, el tratamiento T7 presenta un valor de la media de la variable Olor mayor a los otros tratamientos.

De acuerdo (Martinez, 2022) los resultados del análisis sensorial realizado en otra materia prima, presento resultados aproximados, que varían entre  $\neq 0,8$  aspecto que valida el análisis realizado para la presente investigación.

**Tabla 41**

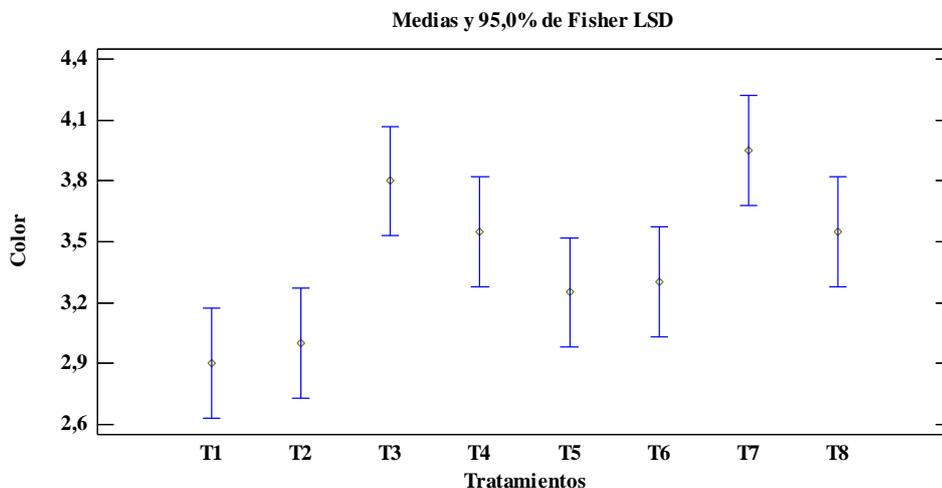
*Análisis de Varianza para la variable Color*

Fuente variabilidad	Suma Cuadrados	de GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Tratamientos	18,975	7	2,71071	3,60	0,0014
B: BLOQUE	11,525	19	0,606579	0,80	0,6985
RESIDUOS	100,275	133	0,753947		
TOTAL (CORREGIDO)	130,775	159			

La tabla ANOVA muestra la descomposición de variable Color, en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que el valor de probabilidad de tratamientos es menos 0,05, este factor tiene un efecto estadísticamente significativo sobre Color, por tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna.

**Figura 39**

*Grafica de medias para la variable Color*



La figura las medias de cada tratamiento. La media del tratamiento T1 es diferente de todas las medias. La media del procedimiento T2 es diferente a todas las medias de los otros tratamientos. La media T3 es diferente a todas las medias de los otros. La media del tratamiento T4 es diferente a todas las medias de los otros. La media del procedimiento T5 es diferente de todas las medias. La media del tratamiento T6 es diferente a todas las medias de los otros tratamientos. La media T7 es diferente a todas las medias de los otros. La media del tratamiento T8 es diferente a todas las medias de los otros.

**Tabla 42**

*Pruebas de múltiples rangos para la variable Color*

Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
T1	20	2,9	0,194158	X
T2	20	3,0	0,194158	X
T5	20	3,25	0,194158	XX
T6	20	3,3	0,194158	XXX
T8	20	3,55	0,194158	XXX
T4	20	3,55	0,194158	XXX
T3	20	3,8	0,194158	XX
T7	20	3,95	0,194158	X

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. De acuerdo a la comparación de medias, el tratamiento T7 presenta un valor de la media de la variable Color mayor a los otros tratamientos.

De acuerdo (Quelal, 2023) los resultados del análisis sensorial realizado en otra materia prima, presento resultados aproximados, que varían entre  $\neq 0,8$  aspecto que valida el análisis realizado para la presente investigación.

**Tabla 43**

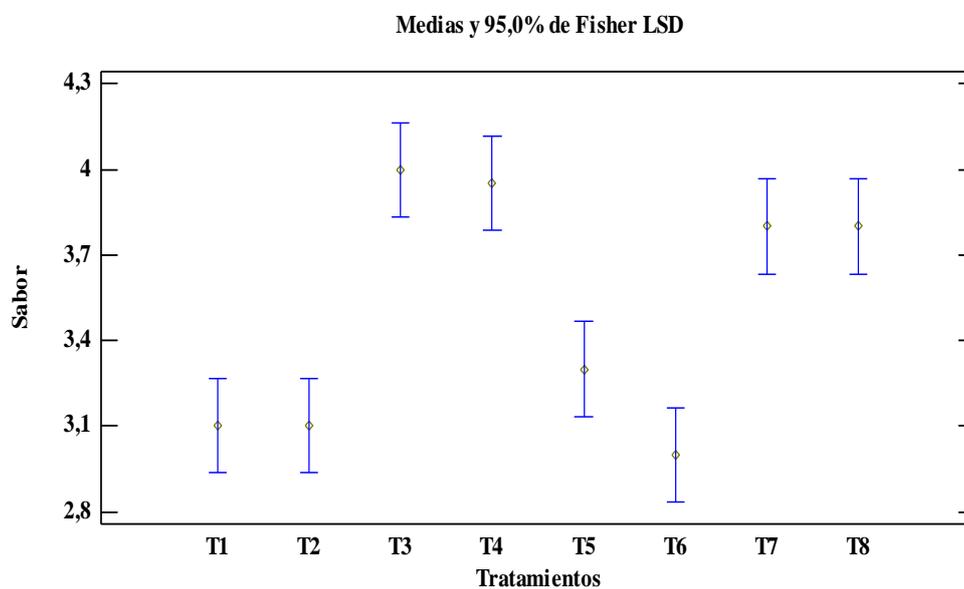
*Análisis de Varianza para la variable Sabor*

Fuente variabilidad	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Tratamientos	24,8438	7	3,54911	12,75	0,0000
B: BLOQUE	8,11875	19	0,427303	1,53	0,0834
RESIDUOS	37,0312	133	0,27843		
TOTAL (CORREGIDO)	69,9937	159			

La tabla ANOVA muestra la descomposición de la variable Sabor, en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que el valor de probabilidad de tratamientos es menor que 0,05, este factor tiene un efecto estadísticamente significativo sobre Sabor con un 95,0% de nivel de confianza, por tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna.

**Figura 40**

*Grafica de medias para la variable Sabor*



La figura muestra las medias de cada tratamiento. La media del tratamiento T1-T2 es diferente de todas las medias. La media T3 es diferente a todas las medias de los otros. La media del tratamiento T4 es diferente a todas las medias de los otros. La

media del tratamiento T5 es diferente de todas las medias. La media del tratamiento T6 es diferente a todas las medias de los otros tratamientos. La media T7-T8 es diferente a todas las medias de los otros.

**Tabla 44**

*Pruebas de múltiples rangos para la variable sabor*

Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
T6	20	3,0	0,11799	X
T1	20	3,1	0,11799	X
T2	20	3,1	0,11799	X
T5	20	3,3	0,11799	X
T7	20	3,8	0,11799	X
T8	20	3,8	0,11799	X
T4	20	3,95	0,11799	X
T3	20	4,0	0,11799	X
T3	20	4,0	0,11799	X

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. De acuerdo a la comparación de medias, el tratamiento T3 presenta un valor de la media de la variable sabor mayor a los otros tratamientos.

De acuerdo (Benites, 2021) los resultados del análisis sensorial realizado en otra materia prima, presento resultados aproximados, que varían entre  $\neq 0,8$  aspecto que valida el análisis realizado para la presente investigación.

**Tabla 45**

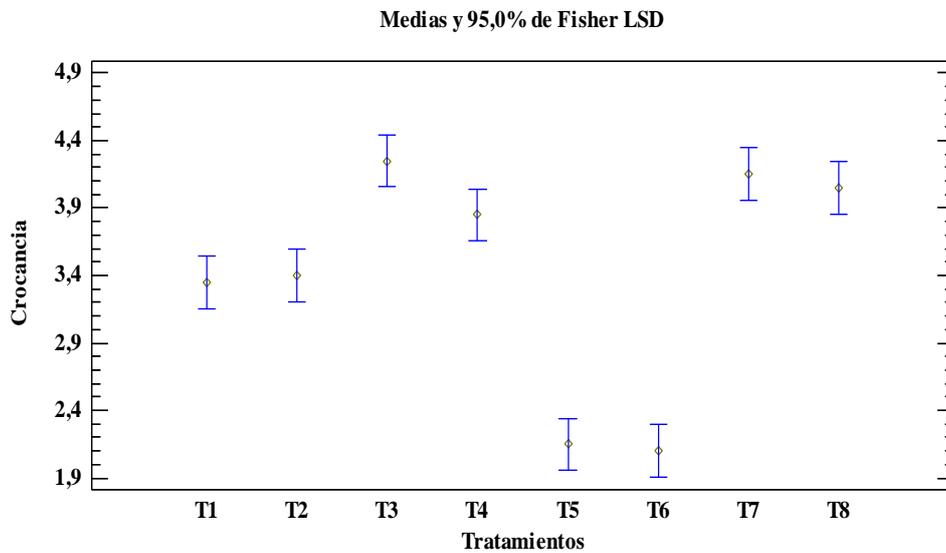
*Análisis de Varianza para la variable Crocancia*

Fuente variabilidad	Suma Cuadrados	de Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Tratamientos	103,275	7	14,7536	38,49	0,0000
B: BLOQUE	10,525	19	0,553947	1,45	0,1165
RESIDUOS	50,975	133	0,383271		
TOTAL (CORREGIDO)	164,775	159			

La tabla ANOVA muestra la descomposición de la variable Crocancia, en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que el valor de probabilidad de tratamientos menor que 0,05, este factor tiene un efecto estadísticamente significativo sobre Crocancia con un 95,0% de nivel de confianza, por tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna.

**Figura 41**

*Grafica de medias para la variable Crocancia*



La figura muestra las medias de cada tratamiento. La media del tratamiento T1 es diferente de todas las medias. La media del tratamiento T2 es diferente a todas las medias de los otros tratamientos. La media T3 es diferente a todas las medias de los otros. La media del tratamiento T4 es diferente a todas las medias de los otros. La media del tratamiento T5 es diferente de todas las medias. La media del tratamiento T6 es diferente a todas las medias de los otros tratamientos. La media T7 es diferente a todas las medias de los otros. La media del tratamiento T8 es diferente a todas las medias de los otros.

**Tabla 46***Pruebas de múltiples rangos para la variable Crocancia*

Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
T6	20	2,1	0,138432	X
T5	20	2,15	0,138432	X
T1	20	3,35	0,138432	X
T2	20	3,4	0,138432	X
T4	20	3,85	0,138432	X
T8	20	4,05	0,138432	XX
T7	20	4,15	0,138432	XX
T3	20	4,25	0,138432	X

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. De acuerdo a la comparación de medias, el tratamiento T3 y T7 presenta un valor de la media de la variable Crocancia mayor a los otros tratamientos.

De acuerdo (Calisto, 2015) los resultados de la variable crocancia realizado en otra materia prima, presentó resultados aproximados, que varían entre  $\pm 0,8$ , aspecto que valida el análisis realizado para la presente investigación.

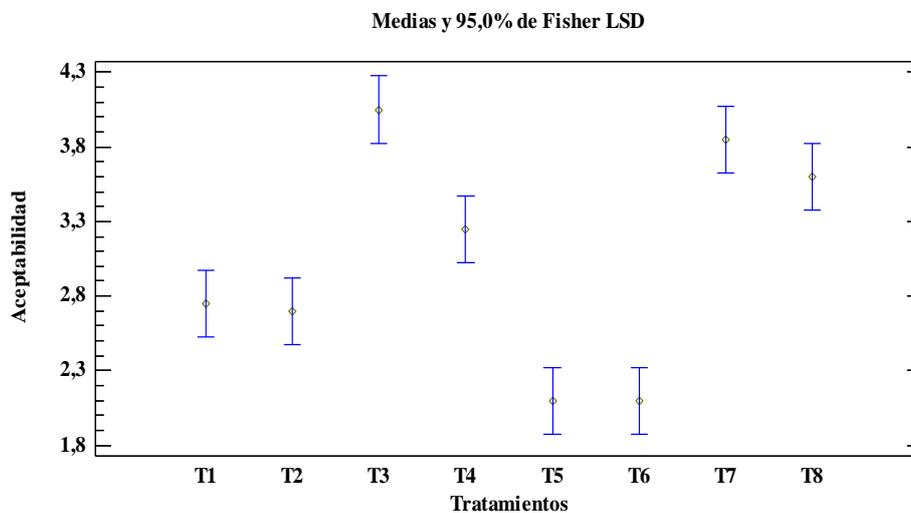
**Tabla 47***Análisis de Varianza para la variable Aceptabilidad*

Fuente variabilidad	Suma Cuadrados	de GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Tratamientos	80,0	7	11,4286	22,27	0,0000
B: BLOQUE	7,35	19	0,386842	0,75	0,7566
RESIDUOS	68,25	133	0,513158		
TOTAL (CORREGIDO)	155,6	159			

La tabla ANOVA muestra la descomposición de la variable Aceptabilidad, en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que el valor de probabilidad de tratamientos es menor que 0,05, este factor tiene un efecto estadísticamente significativo sobre Olor con un 95,0% de nivel de confianza, por tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna.

**Figura 42**

*Grafica de medias para la variable Aceptabilidad*



La figura muestra las medias de cada tratamiento. La media del tratamiento T1 es diferente de todas las medias. La media del tratamiento T2 es diferente a todas las medias de los otros tratamientos. La media T3 es diferente a todas las medias de los otros. La media del tratamiento T4 es diferente a todas las medias de los otros. La media del tratamiento T5 es diferente de todas las medias. La media del tratamiento T6 es diferente a todas las medias de los otros tratamientos. La media T7 es diferente a todas las medias de los otros. La media del tratamiento T8 es diferente a todas las medias de los otros.

**Tabla 48**

*Pruebas de múltiples rangos para la variable Aceptabilidad*

Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
T6	20	2,1	0,160181 X
T5	20	2,1	0,160181 X
T2	20	2,7	0,160181 X
T1	20	2,75	0,160181 X
T4	20	3,25	0,160181 X
T8	20	3,6	0,160181 XX
T7	20	3,85	0,160181 XX

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. De acuerdo a la comparación de medias, el tratamiento T3 presenta un valor de la media de la variable Olor mayor a los otros tratamientos.

De acuerdo (De la Torre, 2021) los resultados del análisis sensorial realizado en otra materia prima, presento resultados aproximados, que varían entre  $\neq 0,8$  aspecto que valida el análisis realizado para la presente investigación.

#### 4.5.2 Análisis químico de capacidad antioxidante del snack

#### 4.5.3 Análisis de varianza en la actividad antioxidante del snack

**Tabla 49**

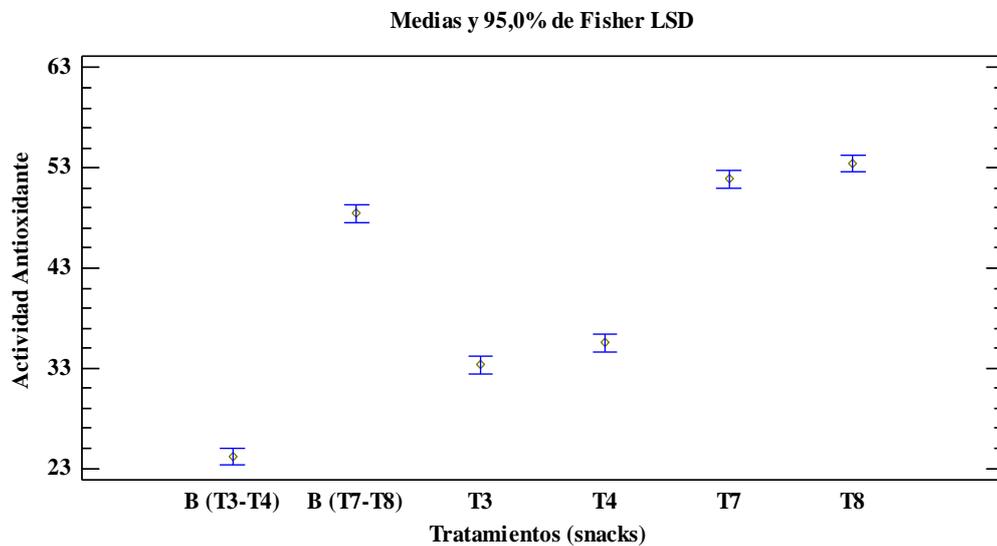
*Análisis de Varianza para la variable Actividad antioxidante*

Fuente variabilidad	Suma e Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Tratamientos (snacks)	2103,36	5	420,673	456,28	0,0000
B: BLOQUE	1,03708	2	0,518539	0,56	0,5868
RESIDUOS	9,21952	10	0,921952		
TOTAL (CORREGIDO)	2113,62	17			

La tabla ANOVA muestra la descomposición la variabilidad de Actividad Antioxidante en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que el valor de probabilidad de tratamientos es menor que 0,05, este factor tiene un efecto estadísticamente significativo sobre Actividad Antioxidante con un 95,0% de nivel de confianza, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna

**Figura 43**

*Grafica de medias para la variable Actividad antioxidante*



La figura muestra las medias de cada tratamiento. La media del tratamiento B(T3-T4) es diferente de todas las medias. La media del tratamiento B(T7-T8) es diferente a todas las medias de los otros tratamientos. La media T3 es diferente a todas las medias de los otros. La media del tratamiento T4 es diferente a todas las medias de los otros. La media T7 es diferente a todas las medias de los otros. La media del tratamiento T8 es diferente a todas las medias de los otros.

**Tabla 50**

*Pruebas de múltiples rangos para la Actividad antioxidante*

Tratamientos (snacks)	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
B (T3-T4)	3	24,16	0,554362	X
T3	3	33,3233	0,554362	X
T4	3	35,53	0,554362	X
B (T7-T8)	3	48,4633	0,554362	X
T7	3	51,8667	0,554362	X
T8	3	53,45	0,554362	X

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. De acuerdo a la comparación de medias, el tratamiento T4-T4 presenta un valor de la media de la variable Actividad Antioxidante mayor a los otros tratamientos.

En el análisis estadístico se puede apreciar la actividad antioxidante realizada en el snack de papa realizada por el método de ABTS, ratificando que no se encuentra comparativos bibliográfico debido que es un producto nuevo, atomizado con el aceite esencial de jengibre y cúrcuma, mismo aceite que es obtenido por destilación arrastre de vapor siendo libre de impurezas y puro. Así proporcionando un valor agregado como olor, sabor y actividad antioxidante.

#### 4.5.4 Empacado y etiquetado

Para la etiqueta se basó a la normativa NTE INEN 2570 (2015), donde el empaque y etiqueta del producto snacks debe figurar con caracteres legibles y visibles del nombre y marca del producto, información importante que aporte el producto. Los empaques deben ser recipientes de material apropiado, con el objetivo de no alterar sus características físicas y químicas.

**Figura 44**

*Etiqueta del snack*

**PAPAS CRUJIENTES**  
**zazz... paps**  
 Aceite esencial de jengibre - cúrcuma

**Ingredientes:**  
 aceite vegetal, sal, papa

**100 % Natural**  
 Guaranda-Ecuador

Info. Nutricional	
Tamaño de la Porción	100 g
Por porción	
Energía	2289 kJ 547 kcal
Proteína	6,56g
Grasa	37,47g
Grasa Saturada	10,96g
Grasa Polinsaturada	12,17g
Grasa Monoinsaturada	9,34g
Colesterol	0mg
Carbohidratos	49,74g
Fibra	4,4g
Azúcar	4,12g
Sodio	525mg
Potasio	1642mg

**ALTO en GRASA**  
**MEDIO en SAL**  
**BAJO en AZUCAR**

**zazz... paps**

## **4.6 COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

### **4.6.1 Hipótesis Nula ( $H_0$ )**

$H_0$ : El snack alimenticio obtenido a partir de cuatro variedades de papa, mediante la utilización de aceites esenciales, no cumplen con los criterios de calidad exigidos para ser consumidos por el ser humano

### **4.5.2 Hipótesis Alterna ( $H_a$ )**

$H_a$ : El snack alimenticio obtenido a partir de cuatro variedades de papa, mediante la utilización de aceites esenciales, no cumplen con los criterios de calidad exigidos para ser consumidos por el ser humano.

### **4.5.3 Comprobación de hipótesis**

Una vez realizado el estudio, se encontró que el snack alimenticio obtenido a partir de cuatro variedades de papa, mediante la utilización de aceites esenciales, cumplen con los criterios de calidad exigidos para ser consumidos por el ser humano. Ratificación que la respaldan los análisis de laboratorio reportados.

## CAPITULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.5.1 Conclusiones

- La caracterización de las variedades de rizomas (jengibre y cúrcuma) y las variedades de papas (*Solanum tuberosum L*), contempladas en este estudio cumplen con los criterios de calidad requeridos para la elaborar un snack.
- En lo relacionado con el aceite esencial del rendimiento en volumen los mejores tratamientos fue T2 (aceite esencial de jengibre con maceración con agua destilada) con un volumen de 6,5ml y T4 (aceite esencial de cúrcuma con maceración con agua destilada) con un volumen de 7,6 ml de aceite esencial.
- La calidad del aceite esencial (jengibre y cúrcuma), en la densidad el mejor tratamiento fue T2 (aceite esencial de jengibre con maceración agua destilada), con  $0,87g/cm^3$ . En actividad antioxidante el mejor tratamiento fue T3 (aceite esencial de cúrcuma con maceración con etanol 95%) con  $9369,85 \mu mol/L$ . Para el índice de refracción se evidencia la pureza del aceite con 1,49 *nD* para aceite esencial de jengibre y 1,51 *nD* en el aceite esencial de cúrcuma. Además, en la cromatografía se indica un porcentaje evidenciable de compuestos químicos relacionados como el *Zingiberene*, *Curcumene*, *Tumerone*.
- El aceite esencial obtenido por destilación fue utilizado con éxito en la elaboración en un producto agroindustrial como es el snack. En la combinación de los parámetros se obtuvo el snack alimenticio, en el análisis sensorial los mejores tratamientos fueron T3-T4-T7-T8 y en actividad antioxidante el mejor tratamiento fue T4 (variedad Super chola con atomización de aceite esencial de cúrcuma) y T8 (variedad Única con atomización de aceite esencial de cúrcuma). De esta manera se demuestra que el snack alimenticio tiene una acogida y un porcentaje evidenciable de actividad antioxidante con la cual se indica la eficacia que tiene el uso de aceite esencial en la elaboración del snack alimenticio.

### 5.5.2 Recomendaciones

- Manejar más repeticiones en el proceso de obtención de aceite esencial a nivel del laboratorio para disminuir el error experimental.
- Realizar análisis de calidad y cantidad de aceite obtenido, mediante técnicas cromatografía de mayor sensibilidad, para identificar más compuestos existentes.
- Fortalecer el estudio en la utilización de modelos matemáticos, para indagar sobre el mejor ajuste en el rendimiento y en la concentración en función del tiempo del aceite obtenido.
- Utilizar métodos más actualizados para su mejor calidad de trabajo.
- Se recomienda abordar más variedades de materias primas, en estudios experimentales para la obtención del snack.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abad, R. (2020). Curcuma fresca: Composición química -nutricional , utilización en producto de panificación y valoración sensorial. Facultad de ciencias medicas.Obtenidode:<https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/18668/tesis%20completa%201462.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Acosta, M. (18 de diciembre de 2020). *Propiedades del Jengibre*. Obtenido de Nartex, Lab: <https://nartexlabs.com/blog/2020/12/28/propiedades-del-jengibre/>
- Acuña, O. (2020). Aprovechamiento de las propiedades funcionales del jengibre (zingiber officinale) en la elaboracion de condimento en polvo,infusion filtrante y aromatizante para quema directa. *Revista Politecnica*, 29(1), 60-69. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/4343>
- Aguirre, L., Salcedo, C., & Neira, M. (2018). Universidad Politécnica Salesiana, Quito,Ecuador.Obtenidode<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16038/1/UPS-GT002266.pdf>
- Alba , J., & Quilo, E. (2023). *Aprovechamiento de residuos biomásicos de la mandarina (Citrus reticulata), en la obtención de aceites esenciales, para la elaboración de productos agroindustriales en la provincia Bolívar*. Universidad Estatal de Bolivar, Guaranda, Ecuador. Obtenido de <https://www.dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/4917>
- Aliaga, I. (2021). Evaluación de tres técnicas ancestrales de almacenamiento con dos variedades de papa (Solanum tuberosum Spp) en Tambillo, Mejía Pichincha 2020. *Repositorio UTC*, 25-30. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/10166#:~:text=El%20T1%20yatas%20con%20super,almacenamiento%20con%20un%20valor%20de>
- Andrade, C. (2023). *Evaluación de la extracción de aceite de semilla de linaza (Linum usitatissimum L.) utilizando como pretratamiento la técnica de explosión de vapor*. Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/24818/1/UPS-CT010521.pdf>
- Angarita, M. (2019). *Obtención de aceite esencial de semilla de durazno por método soxhlet y arrastre de vapor*. Fundación Universidad de, Bogotá.

- Apunte, D. (2019). Obtención de un medio enriquecido en proteínas a partir de residuos de papa por fermentación microbiana. Ambato. Obtenido de file:///C:/Users/User/Downloads/cdfranco,+Editor\_a+de+la+revista,+Art.6-27-1.pdf
- Argo. (2020). Safety and efficacy of turmeric extract, turmeric oil, turmeric oleoresin and turmeric tincture from *Curcuma longa* L. rhizome when used as sensory additives in feed for all animal species. *EFSA Journal*. doi:EFSA Journal
- Arias, Q., Leyva, M., Avila, E., Feist, H., & Langer, P. (2020). Characterization of the *Curcuma longa* L. Essential oil and its insecticidal activity against *aedes aegypti*. *Revista Cubana de Química (SCIELO)*, 32(3). Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2224-54212020000300378&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-54212020000300378&lng=es&tlng=es).
- Arias, Quirino. (2020). Caracterización del aceite esencial de *Curcuma longa* L. Y actividad insecticida frente *aedes aegypti*. *SCIELO*, 32(3), 1-5. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2224-54212020000300378](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-54212020000300378)
- Asas, E. (2015). Evaluación agronomica del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) C.V.Ambato.Obtenidode:<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6532/1/Tesis69%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20CD%202010.pdf>
- Avilés, M., & Días, J. (2021). *Diseño de una destiladora industrial de alcohol*. Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8268/1/PI-001892.pdf>
- Aziza, A., & Okiy, S. (2018). Extraction and Characterization of Essential Oil Ginger from Ginger Rhizome. *American Journal of Engineering Research (AJER)*, 7(2), pp-266-270. Obtenido de <https://www.ajer.org/papers/Vol-7-issue-2/ZH0702266270.pdf>
- Baquero, M., & Mesa, C. (2018). Evaluación del efecto larvicida del extracto etanólico de *zingiber officinale* (jengibre) sobre larvas de cuarto estadio de *aedes aegypti* en condiciones de laboratorio. *Repositorio Universidad Distrital Fransisco José de Caldas*, 10-35.

doi:<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/14085/BaqueroHu%E9rfanoMar%EDaCamila2018.pdf;jsessionid=0188D82CB94E61860C5F8322C4347302?sequence=1>

Bellido, D., & Espada, E. (2018). Determinación de ácidos grasos por cromatografía de gases para la diferenciación de nueces (*Juglans regia*) según su origen. Obtenido de: [https://rodin.uca.es/bitstream/handle/10498/22384/TFM\\_Fuentes\\_Pablo\\_2020.pdf](https://rodin.uca.es/bitstream/handle/10498/22384/TFM_Fuentes_Pablo_2020.pdf)

Benavides, G., Chalampunte, D., Albuja, D., Sánchez, F., & Brown, D. (2018). *Validación de la tecnología de producción de semilla de papa (Solanum tuberosum con la variedad superchola, del INIAP y del Agricultor, Cantón Montufar*. doi:<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/8286/2/ART%C3%8DCULO.pdf>

Benites, A. (17 de 06 de 2021). Análisis sensorial en snacks de papas mediante el método tcata (Temporal Check-All-That-Apply). 1-15. doi:<https://doi.org/10.46363/jnph.v1i3.4>

Benitez, M. (2020). Determinación de la actividad antioxidante. *Repositorio. Universidad Simón Bolívar*, 1- 7. doi:<https://hdl.handle.net/20.500.12442/7986>

Blank, P., Barrow, G., & Christianson, D. (2019). Estructura cristalina de la epi -isozizaeno sintasa F95Q , una sesquiterpeno ciclase diseñada que genera precursores de biocombustibles  $\beta$ - y  $\gamma$ -curcumeno. *National Library of Medicine*, 218-224. doi:<https://doi.org/10.1016%2Fj.jsb.2019.05.011>

Buenaño, C., & Bravo, L. (2022). Uso del jengibre (*Zinger officinale*) y cúrcuma (*Curcuma longa*) como aditivos. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria KOINONIA*, 2(14). doi:<http://dx.doi.org/10.35381/r.k.v7i14.1853>

Burgos, G. (2019). *Potencial nutricional de la papa*. Obtenido de CIP: <https://cipotato.org/wpcontent/uploads/2019/08/CIPPANAMERICANOS-LIMA-2019.pdf>

Calisto, K. (2015). Optimización de un Producto Crocante tipo “Snack” a Partir de papas Nativas de Chiloé, Michuñe negra y Michuñe Roja. Obtenido de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2012/fac154o/doc/fac154o.pdf>

- Calvopiña, K., Malagón, O., Capetti, F., Sgorbini, B., Verdugo, V., & Gilardoni, G. (2021). A New Sesquiterpene Essential Oil from the Native Andean Species *Jungia rugosa* Less (Asteraceae): Chemical Analysis, Enantiomeric Evaluation, and Cholinergic Activity. *Plants*, *10*(10), 1-12. doi:<https://doi.org/10.3390/plants10102102>
- Cano, J., Ospina, Y., Gutiérrez, J., & Ríos, E. (2023). Extracción de aceite esencial de rizomas de cúrcuma (*Curcuma longa* L.) por destilación al vapor y extracción con solvente. *Revista de Investigación Desarrollo e Innovación*, *13*(1), 21-25. doi:<https://doi.org/10.19053/20278306.v13.n1.2023.16061>
- Cañazaca, N., Carrillo, J., Coaquira, J., & Pilco, S. (2022). Efecto de Temperatura y Velocidad de Agitación en el Deshidratado Osmótico de Jengibre (*Zingiber Officinale*). *SCiELO*, *24*(3). doi:<http://dx.doi.org/10.18271/ria.2022.433>
- Carrera, J. (13 de Diciembre de 2018). *Papa (Solanum tuberosum)*. Obtenido de Allpa: <https://www.allpa.org/la-papa/>
- Carvalho dos Santos, N. (2017). *Modelización y simulación de una columna de destilación utilizando nuevos modelos predictivos*. [Universidad Politécnica de Madrid. Obtenido de: [https://oa.upm.es/47530/1/TFG\\_NUNO\\_CARVALHO\\_DOS\\_SANTOS.pdf](https://oa.upm.es/47530/1/TFG_NUNO_CARVALHO_DOS_SANTOS.pdf)
- Casado, I. (2018). *Optimización de la extracción de aceites esenciales por destilación en corriente de vapor*. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid. Obtenido de: [https://oa.upm.es/49669/1/TFG\\_IRENE\\_CASADO\\_VILLAVERDE.pdf](https://oa.upm.es/49669/1/TFG_IRENE_CASADO_VILLAVERDE.pdf)
- Castillo Ramos, C. (2020). *Extracción de aceites esenciales de los residuos de las cáscaras de naranja (Citrus sinensis L.), mandarina (Citrus reticulata) y limón (Citrus aurantifolia Swingle) para su uso como aditivo en la elaboración de un jabón artesanal*. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil. Obtenido de: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/15263/1/T-UCSG-PRE-TEC-CIA-62.pdf>
- Castillo, I. E. (2019). Incremento de la solubilidad de la curcumina extraída de la *Cúrcuma longa* L con mecanismos físicos y mecánicos. *repositorio.uta*.

Obtenido de [https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/33205/1/t1831mqi  
m.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/33205/1/t1831mqi<br/>m.pdf)

Celi, S. (2023). *Cúrcuma longa. Revisión de una zingiberaceae de importancia farmacéutica*. Lima, Perú. Obtenido de <https://repositorio.uma.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12970/1697/TESIS%20CELIOBLITAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Cerna, J., Daza, M., Gavidia, W., Robles, M., & Romaní, J. (2019). *Snacks de papas nativas Horneadas*. Lima, Perú: Universidad San Ignacio de Loyola. Obtenido de <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/a63b86b0-e558-4016-b03c-c4c09b57942a/content>

Chalakkal, J., & Paulose, J. (2022). Improved Expediency of Ginger (*zingiber officinale*) Oil Production using Solvent Extraction Method. *The International Conference on Emerging Trends in Engineering*. Obtenido de [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=4020003](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4020003)

Chicaiza, A. (Agosto de 2019). “Creación de una empresa productora y comercializadora de snack elaborado con papa morada (*Solanum Tuberosum*), en la ciudad de Ambato. Ambato, Tungurahua, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30378/1/581%20O.E..pdf>

Chirinos, D. E., & Quispe, V. C. (2018). Estudio Técnico Económico para la Producción de Aceite Esencial de Limón Sutil (*Citrus Aurantifolia*) Utilizable en la Industria de Perfumería. *Tesis. Ingeniero Químico*. Universidad Nacional de Ingeniería. Obtenido de [http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/14158/1/chirinos\\_sd.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/14158/1/chirinos_sd.pdf)

Contreras, A. (2019). Capacidad inhibitoria de los aceites esenciales del jengibre (*Zingiber officinale*). *Universidad Politécnica Salesiana*, 7-10. doi:<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17277/1/UPS-CT008231.pdf>

Cordero Vintimilla, D. (2021). *Diseño y construcción de alambique para la obtención de aguardiente a 60° y alcohol etílico a 96° a partir de jugo de caña*. Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador. Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20233>

- Correa, D. (2015). Evaluación de la capacidad antioxidante de extractos acuosos de curcuma (*Longa linn*), aplicados en la elaboración de salsa de tomate. Machala, Ecuador. Obtenido de: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/2869/2/CD000006-TRABAJO%20COMPLETO-pdf>
- Cosquillo, M. (2019). Efecto antioxidante, antitumoral y genotóxico del extracto crudo y etanólico del rizoma de *Curcuma longa* L. “palillo”. Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Obtenido de <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/11446>
- Cuesta, X., & Reinoso, I. (2015). *Ficha técnica de la variedad de papa natividad*. Obtenido de <https://docplayer.es/20781322-Ficha-tecnica-de-la-variedad-de-papa-iniap-97-1-2.html>
- De la Torre, K. (2021). Evaluación sensorial y fisicoquímico de tres tipos de snack (deshidratado, horneado, fritura) a base de melloco (*Ullucus tuberosus*)”. Tulcán: Universidad Politécnica del Carchi. Obtenido de <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/1327/1/041%20DE%20LA%20TORRE%20MOLINA%20KATHERIN%20PAMELA.pdf>
- De Química. (2023). *Destilación por arrastre de vapor y fraccionada*. Obtenido de Recursos Educativos de Química: <https://www.dequimica.info/destilacion-fraccionada/>
- De Química. (2023). *Recursos Educativos de Química*. Obtenido de De Química: <https://www.dequimica.info/destilacion-simple/>
- Del Carpio Salas, M. (2018). Efecto del estrés hídrico en la fenología de tuberización de trece variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en condiciones edafoclimáticas de la irrigación majes . Perú: UCSM. Obtenido de <http://www.secheresse.info/spip.php?article103048>
- Escobar, R. (02 de Agosto de 2019). Las amenazas que se ciernen sobre las papas. *ELPAIS*, pág.17;46. doi:[https://elpais.com/elpais/2019/07/29/planeta\\_futuro/1564410695\\_070778.html](https://elpais.com/elpais/2019/07/29/planeta_futuro/1564410695_070778.html)
- Fernández Romero, L., & Reascos Flores, L. (2022). *Extracción de aceite esencial de ruda (*Ruta graveolens*) mediante la metodología de arrastre de vapor*. Universidad

Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8638/1/PC-002258.pdf>

Figueroa, S. (2020). Efecto de la temperatura de secado sobre el potencial antioxidante de la pulpa de dos variedades de papas nativas: puca shungo y yana shungo. Quito: Universidad UTA. Obtenido de <https://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/20907>

García, E. (2019). Extractos hidroalcohólicos de *Curcuma longa* L. (cúrcuma) de tres regiones del Ecuador y su posible uso como antioxidante. Quito: Universidad Central del Ecuador. Obtenido de: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/18822/1/T-UCE-0008-CQU-138.pdf>

García, H. (7 de enero de 2018). *Proceso en el desarrollo de un producto en aerosol*. Obtenido de Aerosol La Revista: <https://aerosollarevista.com/2016/11/processo-para-o-desenvolvimento-de-um-produto-em-aerossol/>

Gaw, D., & Skeene, R. (2021). Comparison of the Sub-Critical Fluid Extraction of the Essential Oil of Turmeric (*Curcuma longa* L.) with That of Hydrodistillation. *eng*, 2(4). doi:<https://doi.org/10.3390/eng2040038>

Goncalves, G., Barros, P., Silva, G., & Fedes, G. (2019). The essential oil of *Curcuma longa* rhizomes as an antimicrobial and its composition by Gas Chromatography/Mass Spectrometry. *Revista ciencias medicas*, 1-10. doi:<http://dx.doi.org/10.24220/2318-0897v28n1a4389>

González, A., Barajas, J., & García, P. (2019). Extracción de compuestos solubles de la cascarilla de cacao con CO<sub>2</sub> supercrítico. Caso de metilxantinas y grasa. *Universidad Técnica Ambato*, 13(2), 128-140. doi:<http://doi.org/10.29059/cienciauat.v13i2.1073>

Google Maps. (2022). *Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Estatal de Bolívar*. Obtenido de Google Maps: <https://www.google.com.ec/maps/@1.6110305,78.9966052,372m/data=!3m1!1e3?hl=es>

- Guevara, E. (2018). Categoría Papa Súper Chola. *El ProductorTV*. doi:<https://elproductor.com/2018/11/la-papa-mas-grande-del-ecuador-peso-3-209-gramos/>
- Guillén, Z. (2013). Síntesis y caracterización de nuevos curcuminoides halogenados. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 4(4), 1-6. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/3236/323629266001.pdf>
- Gutiérrez, H., & de la Vara, R. (2008). *Análisis y diseño de Experimentos* (Segunda Edición ed.). Mexico, Guanajuato: McGraw-Hill Interamericana.
- Hermanto et al. (2020). The effect of ginger oil extraction using Microwave Assisted Hydro-distillation (MAHD) method on zingiberene content. *IOP Science*. doi:10.1088/1755-1315/542/1/012002
- Hernández, C., & Mieres, A. (2020). *Rendimiento de la extracción por prensado en frío y refinación física del aceite de la almendra del fruto de la palma corozo (Acrocomia aculeata)*. Universidad de Carabobo. Obtenido de [https://www.ciiq.org/varios/peru\\_2005/Trabajos/IV/7/4.7.02.pdf](https://www.ciiq.org/varios/peru_2005/Trabajos/IV/7/4.7.02.pdf)
- Hernández, O., & Moya, E. (2021). Incremento de la solubilidad de la curcumina extraída de la Cúrcuma longa L con mecanismos físicos y mecánicos. *Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología*. Ambato, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
- Herradora Hernandez, J., & Rocha Gonzáles, N. (2022). *Efecto acaricida de aceites esenciales sobre el ácaro rojo (Tetranychus tumidus Banks) en el cultivo del plátano (Musa paradisiaca L) en condiciones de laboratorio*. Universidad Internacional Antonio de Valdivieso, Rivas, Nicaragua . Obtenido de <http://repositorio.uniav.edu.ni/89/1/Efecto%20Acaricida%20de%20aceites%20esenciales%20sobre%20el%20%28Tetranychus%20tumidus%20Banks%29%20en%20el%20cultivo%20del%20pl%28musa%20paradiasaca%20L.%29.pdf>
- Hornimans. (19 de febrero de 2021). *Beneficios y propiedades de la cúrcuma*. Obtenido de <https://www.hornimans.com/tendencias/origen-y-beneficios-de-la-curcuma/>
- Indacochea Plaza, K., & Quiñonez Chacha, A. (2022). *Obtención de un producto aromático a base de aceites esenciales para mejorar las habilidades cognitivas de*

*niños con autismo.* Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. Obtenido de: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/66074/1/BCIEQT%200817%20Indacochea%20Plaza%20Katherine%20Isabel%3b%20Qui%20c3%20b1onez%20Chacha%20Angie%20Paola.pdf>

INIAP. (2015). El cultivo de la papa en el Ecuador. Obtenido de <https://cipotato.org/wpcontent/uploads/Documentacion%20PDF/Pumisacho%20y%20Sherwood%20Cultivo%20de%20Papa%20en%20Ecuador.pdf>

INIAP. (2020). *Solución para Papa.* Obtenido de INIAP: <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mraiz/rpapa>

INIAP. (2022). *Catálogo de variedades de papa del Ecuador.* Obtenido de Papa Natividad: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5850/1/CATALOGO%20PAPA%202022.pdf>

INIAP. (2022). *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.* Obtenido de Variedades de papa.: <https://www.iniap.gob.ec/variedades-de-papa/>

INIAP. (2023). *valor nutritivo de la papa y su contribución a la salud humana.*

INIAP;. (2011). *Variedad de Papa INIAP-Puca Shungo (Ecuador).* Quito.

Inostroza, J. (2018). Fertilización del cultivo de papa. Obtenido de <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/7275/NR36479.pdf?sequence=9&isAllowed=y#:~:text=En%20la%20papa%20el%20nitr%C3%B3geno,96%20y%20120%20kg%20Fha.>

Jami, G. V., & Jaramillo, L. E. (2019). *Quimio-biodiversidad de aceites esenciales producidos de variedades híbridas provenientes de diferentes tipos de rosas.* Universidad Politécnica Salesiana, Quito, Ecuador. doi: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17575/1/UPS-QT14012.pdf>

Jiménez, W. J., Zamora, J. A., Campoverde, J. R., & Mariscal, W. E. (2022). Antioxidante e actividade antimicrobiana do óleo essencial de sinensis cítrico, paraíso cítrico e reticulata cítrica. *Recimauc*, 6(3), 399-407. doi:10.26820/reciamuc/6.(3).julio.2022.399-407

- Kromann, P. (2017). Congreso ecuatoriano de la papa adaptación al cambio climático. Obtenido de [https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/83309/VII%20Congreso%20Ecuatoriano%20de%20la%20Papa.%20Adaptacion%20al%20Cambio%20Climatico%202017%20\(1\).pdf?sequence=1](https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/83309/VII%20Congreso%20Ecuatoriano%20de%20la%20Papa.%20Adaptacion%20al%20Cambio%20Climatico%202017%20(1).pdf?sequence=1)
- Lara, G. (24 de Enero de 2022). *Todo lo que debes de saber sobre el jengibre y sus beneficios*. Obtenido de PlanetaAD: <https://www.admagazine.com/articulos/jengibre-beneficios-y-todo-lo-que-debes-de-saber#:~:text=El%20jengibre%20pertenece%20a%20la,cocina%20y%20en%20la%20medicina.>
- Leiva, M. (2016). *Desarrollo y formulación de un snack*. Universidad de el Salvador. Obtenido de <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/9583/1/Desarrollo%20y%20formulaci%C3%B3n%20de%20un%20snack%20nutritivo%20libre%20de%20gluten.pdf>
- Leyva, L. (10 de Noviembre de 2019). *Zingiber officinale*. Obtenido de Tuberculos: <https://www.tuberculos.org/jengibre/cultivar-planta-de-jengibre/>
- Lizarazo, L. C. (2018). *Desarrollo de un snack*. Universidad de Valladolid. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/232122738.pdf>
- Logroño, P. E., & Lozano, J. M. (2019). *Estudio de diversidad química cualitativa y cuantitativa de aceites esenciales provenientes de diferentes variedades de rosas híbridas de té*. Universidad Politécnica Salesiana, Quito. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17406/1/UPS-QT13953.pdf>
- López, D., Zambrano, D., & Vargas, C. (2021). Potencial de producción agrícola y diversidad biológica de la provincia de Bolívar-Ecuador. *Revista de Investigación Académica*(33), 1-10.
- López, O., & Aranda, C. (2018). Extracción y microencapsulación de antocianinas a partir de papas nativas (*Solanum. spp*) variedades Puca - shungo y Yana - shungo. Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/27504>
- MAGAP. (2020). *Desde Taihsa transportan 5.152 kilogramos de cúrcuma y jengibre*. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Morona santiago. Obtenido de

<https://www.agricultura.gob.ec/desde-taihsa-transportan-5-152-kilogramos-de-curcuma-y-jengibre/>

Martínez Estay, N. C. (2019). Acción de los antioxidantes presentes en los alimentos sobre la aterosclerosis. 16-17. Chile: [Universidad de Talca.

Martinez, M. (2022). Efecto de tiempo y temperatura en la estabilidad de antocianinas y características sensoriales en hojuelas fritas a partir de papas nativas de tres variedades. Peru: Universidad Nacional de Huancavelica. Obtenidode:<https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/e5233991-f249-4265-b9f1-c95f8ae0739d/content>

McCain. (23 de Octubre de 2023). *Beneficios del consumo de papas*. Obtenido de:<https://mccain.com.mx/beneficios-consumo/#:~:text=La%20papa%20es%20considerada%20como,el%2015%25%20de%20vitamina%20C>.

Mendanha, R., Pereira, J., Filgueiras, P., & Folly, G. (2017). Efecto de la temperatura y el tiempo en el rendimiento y composición del aceite esencial obtenido por destilación al vapor de hierba citronela (*Cymbopogon winterianus* Jowitt). En *Cultivos y Productos Industriales* (Vol. 97, págs. 737-744). doi:10.1016/j.indcrop.2016.12.040

Mesomo, M., Corazza, M., Ndiaye, M., Dalla Santa, O., & Cordozo, L. (2013). Supercritical CO<sub>2</sub> extracts and essential oil of ginger (*Zingiber officinale* R.): Chemical composition and antibacterial activity. *The Journal of Supercritical Fluids (ELSEVIER)*, 80, 44-49. doi:<https://doi.org/10.1016/j.supflu.2013.03.031>

Mieles, N. (2023). *Análisis de la capacidad antioxidante del aceite esencial de chirarán en la preservación de la calidad organoléptica de alimentos cárnicos*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Esmeraldas, Ecuador. Obtenidode:[https://repositorio.pucese.edu.ec/bitstream/123456789/3402/1/Tesis\\_Nicole%20Mieles\\_F.pdf](https://repositorio.pucese.edu.ec/bitstream/123456789/3402/1/Tesis_Nicole%20Mieles_F.pdf)

Ministerio de Agricultura y Riesgos. (2018). Requerimientos Agroclimáticos del cultivo\_de\_papa. Peru. Obtenidode:<https://www.midagri.gob.pe/portal/informacion>

-agroclimatica/fichas-tecnicas-2018?download=13548:ficha-tecnica-cultivo-de-la-papa

- Molina , M. (2022). Determinación de las propiedades físicos y químicas y tasa de digestión In vitro del almidón crudo y gelatinizado de ocho genotipos y tres variedades de papa de la estación experimental santa catalina del INIAP-Quito. Quito: Universidad Politécnica Salesiana.
- Moncada, D. (2023). *Glamour*. Obtenido de ¿Cómo usar cúrcuma y aceite de almendras para teñir las canas?: <https://www.glamour.mx/articulos/como-usar-curcuma-y-aceite-de-almendras-para-tenir-las-canas>
- Montoya, G. (2020). Aceites esenciales (Plantas Medicinales y Aromaticas). Universidad Nacional de Colombia.
- Morales , J. (2022). Actividad antifungica de aceites esenciales para el manejo de *Aspergillus nidulans* y *Aspergillus fumigatus* in vitro. *Santa Cruz Xoxocotlán*. Instituto Politecnico Nacional, Oaxaca. Obtenido de [http://literatura.ciidiroaxaca.ipn.mx/jspui/bitstream/LITER\\_CIIDIROAX/672/1/Morales%20L%C3%B3pez%20J.%20A.%202022.pdf](http://literatura.ciidiroaxaca.ipn.mx/jspui/bitstream/LITER_CIIDIROAX/672/1/Morales%20L%C3%B3pez%20J.%20A.%202022.pdf)
- Morales, J. (2022). Obtención de bioplástico a partir de papa chola (*solanum tuberosum*) y zanahoria blanca (*arracacia xanthorrhiza*) para uso como envolturas farmacéuticas. Riobamba, Ecuador: ESPOCH. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/17373/1/56T01077.pdf>
- Moya Castillo, E. (2021). *Incremento de la solubilidad de la curcumina extraída de la Cúrcuma longa L con mecanismos físicos y mecánicos*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/33205/1/t1831mquim.pdf>
- Moyano, V. (Abril de 2018). Evaluación del contenido de antocianinas y micronutrientes (hierro, magnesio y calcio) en papas nativas (*Solanum andigena*) enteras y peladas de las variedades Puca. Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27787/1/AL%20674.pdf>
- Mullo, V., Guapi, A., & Pallo, E. (2021). *Agrobiodiversidad de papa nativa en la provincia de Tungurahua*. doi:<https://doi.org/10.29166/siembra.v8i1.2273>

- Muñoz, Manuel. (2015). Composición y aportes nutricionales de la papa. *Revista agricola*, 1-10.
- Naspud Rojas, M. E. (2018). Determinación de la capacidad antioxidante de los extractos alcohólicos del fruto de mora (*Rubus glaucus Benth*)obtenidos con trespretratamientos térmicos. Universidad Politécnica Salesiana.
- Natura. (2020). *Cúrcuma anotomía* . Recuperado el 11 de abril de 2023, de Grupo Gema Online S.L.: <https://www.dieti-natura.es/plantas-y-activos/curcuma.html>
- Negrete, F., & Secaira, L. (2016). elaboración y estandarización de microencapsulados de aceites esenciales de cúrcuma (*curcuma longa*) y jengibre (*zingiber officinale*) como aditivos nutricionales para piscicultura. Quito: Universidad Politécnica Salesiana. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12562/1/UPS-QT10304.pdf>
- NTE INEN 0035. (2012). *Aceites y grasas de origen animal y vegetal Determinación de la densidad relativa*. Ecuador: Norma Técnica Ecuatoriana.
- Ocampo , J. (2018). Tecnificación del secado de cúrcuma permitiendo un proceso continuo de producción elaborado por pequeños productores orgánicos de Santa Rosa. Universidad Católica de Pereira.
- Ojeda, R. (2016). Evaluación de cinco variedades de papa (*Solanum tuberosum*) cultivadas en maffussi, distrito de Pedro Juan Caballero. *Investigación agraria,1\_2*.Obtenido.de.<https://www.agr.una.py/revista/index.php/ria/article/view/96>
- Ortiz , D. (2018). Determinación de las propiedades físicas, composición química y evaluación de la actividad biológica y antioxidante del aceite esencial de *Zingiber officinale*. Loja, Ecuador: Universidad Técnica Particular de Loja. Obtenido de <http://dspace.utpl.edu.ec/jspui/handle/20.500.11962/22471>
- Ortuño, M. (2006). *Manual práctico de aceites esenciales, aromas y perfumes*. AIYANA.Obtenidode.<https://books.google.com.ec/books?id=cW5TsDKqx9wC&printsec=frontcover&>
- Oyemitan, Oyemitan, I., Elusiyan, C., Onifade, M., & Oyedeji, A. (2018). Neuropharmacological profile and chemical analysis of fresh rhizome essential oil

of *Curcuma longa* (turmeric) cultivated in Southwest Nigeria. *Toxicology Reports*, 4. doi:<https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2017.07.001>

Pacheco, C. (2021). “Obtención y caracterización del aceite esencial de manzanilla (*Matricaria recutita* L.) Mediante microondas y arrastre con vapor”. Lima, Perú. Obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4624/pacheco>

Palacios Rosero, O. (2022). *Extracción de aceite esencial de lavanda (*Lavándula angustifolia*) mediante la metodología de arrastre de vapor*. Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8739/1/PC-002282.pdf>

Peña, R. (2019). Estudio de evaluación agronómica en el cultivo de papa (*Solanum spp.*) con tolerancia al déficit hídrico – Ecuador. *ResearchGate*, 1-6. Obtenido de <https://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDESDOS/article/view/500>

Peñañiel, G. (2021). *Estudio de factibilidad de la producción y comercialización del jengibre en el cantón empalme*. Obtenido de Universidad Agraria del Ecuador: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/PE%20C3%91AFIEL%20TORRES%20GENESIS%20NICOLE.pdf>

Pilco, S., Huamani, J., Coaquira, J., & Cañazaca, N. (2022). Efecto de Temperatura y Velocidad de Agitación en el Deshidratado Osmótico de Jengibre (*Zingiber Officinale*). *SCIELO*, 24(3), 1-10. doi:<http://dx.doi.org/10.18271/ria.2022.433>

Prieto. (2021). *Glar Organics*. Obtenido de Metodología de Extracción de Aceites Esenciales: <https://www.glarorganics.com/post/metodolog%C3%ADa-de-extracci%C3%B3n-de-aceites-esenciales>

Prieto, L., Garnica, A., Álvarez, C., Poveda, J., Lasso, M., & Holguín, A. (2022). *Análisis Físico y Nutricional de Tubérculos de Papa*. Obtenido de Conservación, Aprovechamiento, Perspectivas Comerciales e Innovación: [https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/38037/Ver\\_Documento\\_38037.pdf?sequence=1&isAllowed=yf](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/38037/Ver_Documento_38037.pdf?sequence=1&isAllowed=yf)

Quelal, M. (2023). Elaboración de galletas a base de harina de higo (*Ficus carica*) y harina de avena (*Avena sativa*) utilizando tres tipos de edulcorantes (panela, azúcar blanca

y eritritol) para jóvenes adultos de 18-25 años. Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/37915/1/CAL%20041.pdf>

Quintero, J. O. (Noviembre de 2018). Tecnificación del secado de cúrcuma permitiendo un proceso continuo de producción elaborado por pequeños productores orgánicos de Santa Rosa. Obtenido de <https://repositorio.ucp.edu.co/bitstream/10785/5157/1/DDMDI48.pdf>

Ramírez, T. (2018). *Evaluación de las propiedades fisicoquímicas de aceites y grasas residuales potenciales para la producción de biocombustibles*. Centro de Investigación y desarrollo Tecnológico en Electro, México. Obtenido de [https://cideteq.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1021/369/1/Evaluaci%C3%B3n%20de%20las%20propiedades%20fisicoqu%C3%ADmicas%20de%20aceites%20y%20grasas%20residuales%20potenciales%20para%20la%20producci%C3%B3n%20de%20biocombustibles\\_rees.pdf](https://cideteq.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1021/369/1/Evaluaci%C3%B3n%20de%20las%20propiedades%20fisicoqu%C3%ADmicas%20de%20aceites%20y%20grasas%20residuales%20potenciales%20para%20la%20producci%C3%B3n%20de%20biocombustibles_rees.pdf)

Ramos, M., & Balladares, V. (2018). Evaluación de antocianinas y micronutrientes en Papa nativa (*Solanum andigena*). *CHONS*. Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/27787>

Revista Internacional de Acupuntura. (2008). El jengibre, una planta medicinal eficaz como medicamento, especia o infusión. *Revista Internacional de Acupuntura*, 2(3), 188-192. doi:DOI: 10.1016/S1887-8369(08)72011-8

Ricaldi, J., & Martínez, A. (2014). Cromatografía de gases–espectrometría de masas de compuestos fitobioactivos del aceite esencial de Satureja incana. *Apuntes de Ciencia & Sociedad*, 4(2), 280-287. doi:<https://doi.org/10.18259/acs.2014033>

Ruales, H. (2015). INIAP-Natividad: Nueva variedad de papa con resistencia a lancha (*Phytophthora infestans*) para la Sierra Centro-Norte. *iniap*. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2618>

Rueda, P. (2018). Determinación de las propiedades físicas, caracterización química y evaluación de la actividad biológica del aceite esencial de Cúrcuma (*Cúrcuma Longa*). Obtenido de <https://dspace.utpl.edu.ec/handle/20.500.11962/23645>

- Saiz, P. (2015). *Composición nutricional del Cúrcuma*. Obtenido de Reduca (Biología):<https://eprints.ucm.es/id/eprint/27836/1/C%C3%9ARCUMA%20%20P aula%20Saiz.pdf>
- Saiz, P., & Pérez, E. (2014). Cúrcuma I (Curcuma longa L.). *Universidad Complutense(Madrid)*. Obtenido de <http://revistareduca.es/index.php/biologia/index>
- Salazar, E., Báez, J., Morales, J., & García, E. (2023). Determinación de antioxidantes. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 8(1), 643-649. doi:<https://doi.org/10.29105/idcyta.v8i1.84>
- Salus, G. (12 de Julio de 2021). *La cúrcuma y sus beneficios para tu salud*. Obtenido de <https://saluspr.com/la-curcuma-y-sus-beneficios-para-tu-salud/#:~:text=La%20c%C3%BArcuma%2C%20tambi%C3%A9n%20conocida%20como,en%20el%20curry%20en%20polvo>.
- Sanchez, E. (2015). Estudio de las características físico , química y nutricional de los ecos tipos de papa ; fri- papa (Solanum tuberosum L). Ecuador. Obtenido de [https://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/4879/1/41992\\_1.pdf](https://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/4879/1/41992_1.pdf)
- Sánchez, M. (13 de abril de 2020). *Beneficios y propiedades de la cúrcuma*. Obtenido de <https://cuidateplus.marca.com/alimentacion/nutricion/2016/03/21/beneficios-propiedades-curcuma-111687.html>
- Santillan, M. (2022). “Análisis de papa super chola (Solanum tuberosum L) para formulación de harina. Guayaquil. Obtenido de <https://repositorio.ug.edu.ec/server/api/core/bitstreams/b2119f2a-68b3-4616-b907-6ca33a36c2e6/content>
- Sarabia, Y. G. (2022). Extracción de gingerol con CO2 supercrítico a partir del jengibre (Zingiber. *Tesis de la Carrera de Biotecnología*. Universidad Técnica de Ambato, Ambato.
- Seifu, T., & Fekadu, T. (2019). Extraction and Characterization of Essential Oil from Ginger Rhizome Collected From Arba Minch Market. *International Journal of Engineering Trends and Technology*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/340047904\\_Extraction\\_and\\_Characteriz](https://www.researchgate.net/publication/340047904_Extraction_and_Characteriz)

ation\_of\_Essential\_Oil\_from\_Ginger\_Rhizome\_Collected\_From\_Arba\_Minch\_Market

Serrano, G., & Castro, L. (2020). Caracterización fisicoquímica de cinco (5) variedades de papa nativa de la región del Pantano de Arce (Subachoque, Cundinamarca). Bogotá: Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD (Ingeniería de Alimentos). Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/33532/gserranob?sequence=3&isAllowed=y>

Serrano, Gladys. (2020). Caracterización fisicoquímica de cinco (5) variedades de papa nativa de la región del Pantano de Arce (Subachoque, Cundinamarca). Bogotá: Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD (Ingeniería de Alimentos). Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/33532/gserranob?sequence=3&isAllowed=y>

Siancas, J. (2021). *Determinación de la presión de vacío óptima para mejorar el rendimiento y la calidad del aceite esencial de limón sutil (citrus aurantifolia) obtenido por hidrodestilación*. Universidad Nacional de Piura, Piura, Perú.

Sotomayor, Y. (Marzo de 2022). Composición química del jengibre. *Extracción de gingerol con CO2 supercrítico a partir del jengibre (Zingiber Officinale) y su microencapsulación por el método de secado por aspersión*, 4;5. Ambato, Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/34991/1/CBT%20005.pdf>

Sotomayor, Y. (2022). El jengibre (Zingiber officinale). *Extracción de gingerol con CO2 supercrítico a partir del jengibre (Zingiber, 5(4)*, 167-173. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/34991/1/CBT%20005.pdf>

Stanciuc, V. (2013). Extracción y caracterización de aceite esencial de Jengibre (Zingiber officinalis). *Repositorio de Universidad nacional del Callao (VRI)*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12952/1832>

Tereca. (05 de septiembre de 2020). *Qué es un snack*. Obtenido de TarecaVending: <https://www.tarecavending.com/que-es-un-snack/>

- Toledo, A. (2018). Manual de cultivo. Edifarm. Obtenido de [https://quickagro.edifarm.com.ec/pdfs/manual\\_cultivos/PAPA.pdf](https://quickagro.edifarm.com.ec/pdfs/manual_cultivos/PAPA.pdf)
- Torres, A. (2011). Aprovechamiento de las propiedades funcionales del jengibreS (*Zingiber officinale*) en la elaboración de condimento en polvo , infusión filtrante y aromatizante para quema directa. Quito: Escuela politecnica nacional. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/4343>
- Torres, L., Cuesta, X., Monteros, C., & Rivadeneira , J. (2017). *Variedades de papa*. Obtenido de Centro Internacional de la Papa (CIP). Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP): <https://cipotato.org/papaenecuador/variedades-de-papa/#1507782251469-e8d19e41-f501>
- Urango, K., Ortega, F., Vélez, G., & Pérez, O. (2018). Extracción Rápida de Pectina a Partir de Cáscara de Maracuyá (*Passiflora edulis flavicarpa*) empleando Microondas. *Información Tecnológica*, 29(1). Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v29n1/0718-0764-infotec-29-01-00129.pdf>
- Vaca, Mayra. (2018). Evaluación de almacenamiento y calidad industrial de variedades de papa (*Solanum tuberosum*) en tnhurahua. Tungurahua: Facultad de ingeniería y ciencia aplicada (UDLA). Obtenido de <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/10311>
- Valle. (2021). Obtenido de Semillas Valle S.A: <https://semillasvalle.com/site/blog/nutricion-eficiente-en-cultivo-de-papa/>
- Vanegas, A. (21 de febrero de 2022). Implementación de un protocolo de cultivo in vitro de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Superchola a partir de brotes etiolados. Obtenidode. <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/29682/1/T-ESPE-052>
- Varela, I., & Soto, B. (2019). *Aislamiento de Extractos de Jengibre y Cúrcuma Orgánicos Obtenidos por los Métodos de Fluidos Supercríticos (FSC) y Arrastre con Vapor para uso Medicinal y Alimenticio, Aplicando el Concepto de Producción más Limpia*. Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Obtenido de [https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/14299/PI35\\_BI B276109\\_Aislamiento\\_de\\_extractos....pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/14299/PI35_BI B276109_Aislamiento_de_extractos....pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Vargas, G., Martínez, P., & Velezmoro, C. (2016). Propiedades funcionales de almidón de papa (*Solanum tuberosum*) y su modificación química por acetilación. *SCIELO*, 7. doi://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2016.03.09

Vázquez Mazariego, Y. (2023). *Sportlife*. Obtenido de Beneficios, usos y cómo hacer aceite de jengibre en casa: [https://www.sportlife.es/blogs/nutricionydeporte/beneficios-usos-como-hacer-aceite-jengibre-en-casa\\_271731\\_102.html](https://www.sportlife.es/blogs/nutricionydeporte/beneficios-usos-como-hacer-aceite-jengibre-en-casa_271731_102.html)

Vera, A., & Chavarría, M. (2020). Extracción y caracterización del almidón de papa (*solanum tuberosum*) variedad leona blanca. *Revista de ciencia y Tecnología (EL HIGO)*, 10(02), 26-34. doi:<https://doi.org/10.5377/elhigo.v10i2.10550>

Vilcacundo, E. M. (2022). Identification of phytochemical compounds, functional properties and antioxidant activity of germinated purple corn protein concentrate and Its gastrointestinal hydrolysates. 1-17.

Villavicencio, A., & Vásquez, W. (Diciembre de 2020). Producción del Jengibre. *Jengibre, Zingiber officinale*. Obtenido de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/851>

Viresa. (2021). *Viresa*. Obtenido de Determinación de grasas en alimentos método soxhlet y goldfish: [https://viresa.com.mx/blog\\_determinacion\\_grasas\\_soxhlet\\_goldfish](https://viresa.com.mx/blog_determinacion_grasas_soxhlet_goldfish)

Wilches Ortiz, W. (2019). *Manejo integrado de plagas y enfermedades en el cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) para una mayor seguridad alimentaria de pequeños productores en el antiplano cundiboyacense*. Obtenido de Universidad abierta y a distancia de México: <http://www.repositorio.unadmexico.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/393/MANEJO%20INTEGRADO%20DE%20PLAGAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Yang, Y., Zhang, J., & Wang, X. (2021). Caracterización de las propiedades fisicoquímicas y funcionales del almidón de patata de diferentes variedades. *Elsevier*, 146.

- Yare. (2023). *La producción mundial de papas*. Obtenido de Yarecuador Cia. Ltda.: <https://www.yara.com.ec/nutricion-vegetal/papa/la-produccion-mundial-de-papas/#:~:text=La%20producci%C3%B3n%20global%20de%20papas,Alemania%2C%20Paises%20Bajos%20y%20Belar%C3%BAs>.
- Yousefi, M., Rahimi, & Pourmortazav. (2019). Extracción con fluido supercrítico de aceites esenciales. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 182-193. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.trac.2019.05.038>
- Yumiguano, A. (2018). “Evaluación de la aplicación foliar de MF kabor en tres frecuencias y dos dosis en el rendimiento de un cultivar de papa (*Solanum tuberosum*) en el canton mocha. Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/33480>

## ANEXOS

### *Anexo 1. Mapa de ubicación de la investigación*



Anexo 2. Análisis físico químico de los rizomas y Papas

<b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIO DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS Y FITOQUÍMICA</b> Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.	Versión	1
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	Año	2023
		Página	Página 1 de 2

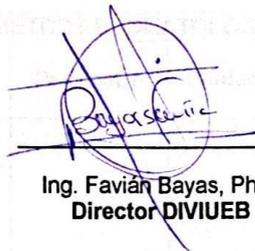
INFORME DE ENSAYOS N°211

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA					
<b>Solicitante</b>	Katty Yantalema – Doris Toapanta				
<b>Muestra</b>	Cúrcuma, jengibre, papa natividad, papa superchola, papa Yanashungo, papa única				
<b>Código asignado UEB</b>	INV384-INV385-INV386-INV387 – INV388- INV389				
<b>Estado de la muestras</b>	Frescas				
<b>Envase de recepción</b>	Empaques plástico				
<b>Análisis requerido(s)</b>	Humedad, ceniza sólidos totales, pH				
<b>Fecha de recepción</b>	31 de Julio de 2023				
<b>Fecha de análisis</b>	31-03 de Agosto 2023				
<b>Fecha de informe</b>	03 de Agosto 2023				
<b>Técnico (s) asignado</b>	MPWF				
RESULTADOS OBTENIDOS					
PARAMETROS BROMATOLÓGICOS					
Código laboratorio	Muestra	Parámetro	Unidad	Método	Resultado
INV384	Cúrcuma	Humedad	%	AOAC 925.10	82,23
INV385	Jengibre				83,60
INV386	Papa natividad				81,53
INV387	Papa superchola				71,53
INV388	Papa Yanashungo				80,73
INV389	Papa única				77,88
INV384	Cúrcuma	Ceniza	%	AOAC 923.03	1,92
INV385	Jengibre				1,23
INV386	Papa natividad				1,62
INV387	Papa superchola				1,91
INV388	Papa Yanashungo				2,26
INV389	Papa única				1,25
INV384	Cúrcuma	Sólidos Totales	%	Por cálculo	17,77
INV385	Jengibre				16,40
INV386	Papa natividad				18,47
INV387	Papa superchola				28,47
INV388	Papa Yanashungo				19,27
INV389	Papa única				22,12

<b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIO DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS Y FITOQUÍMICA</b> <small>Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>	Versión	1
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	Año	2023
		Página	Página 2 de 2

INV384	Cúrcuma	pH	-----	Potenciómetro	6,33
INV385	Jengibre				6,45
INV386	Papa natividad				6,30
INV387	Papa superchola				6,68
INV388	Papa Yanashungo				6,57
INV389	Papa única				6,65

Los resultados de los análisis corresponden a 3 determinaciones por análisis.




**Ing. Favián Bayas, PhD.**  
**Director DIVIUEB**

 <b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>		<b>Código</b>	<b>FGP12-01</b>
	<small>Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>		<b>Versión</b>	<b>1</b>
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>		<b>Año</b>	<b>2023</b>
			<b>Página</b>	<b>Página 1 de 1</b>

**INFORME DE ENSAYOS N°064-2023**

Descripción de la muestra					
<b>Solicitantes</b>	Katty Lorena Yantalema Rea - Doris Emilia Toapanta Guzman				
<b>Muestra</b>	Cúrcuma - Jengibre				
<b>Código asignado UEB</b>	INV 384 – INV 385				
<b>Estado de la muestra</b>	Solido				
<b>Envase de recepción</b>	Envase plástico con aprox. 10 g de contenido de muestra				
<b>Análisis requerido(s)</b>	Volátiles				
<b>Fecha de recepción</b>	09 de agosto de 2023				
<b>Fecha de análisis</b>	09 de agosto de 2023				
<b>Fecha de informe</b>	09 de agosto de 2023				
<b>Técnico asignado</b>	ECCR				
RESULTADOS OBTENIDOS					
Matriz de ensayo	Parámetro	Unidad	Método	Resultado Base Seca	Resultado Base Fresca / Recibida
Cúrcuma INV384	Volátiles	%	UNE-EN-ISO 18123	96,71	—
Jengibre INV385	Volátiles	%	UNE-EN-ISO 18123	95,60	—

Los resultados de los análisis corresponden a 3 determinaciones por muestra.  
 \*\*Se utilizó para el cálculo de volátiles en jengibre una humedad de 63.60% y para cúrcuma 82.23%

  
  
**Ing. Favian Bayas Morejón PhD**  
**Director DIVIUEB**  
**Teléf. (+593) 99 031 6224**

<b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIO DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS Y FITOQUÍMICA</b> <small>Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>	Versión	1
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	Año	2023
		Página	Página 1 de 1

**INFORME DE ENSAYOS N°223**

<b>DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA</b>					
<b>Solicitante</b>	Katty Yantalema – Doris Toapanta				
<b>Muestra</b>	Papa natividad, papa superchola, papa Yanashungo, papa única				
<b>Código asignado UEB</b>	INV386-INV387 – INV388- INV389				
<b>Estado de la muestras</b>	Frescas				
<b>Envase de recepción</b>	Empaques plástico				
<b>Análisis requerido(s)</b>	Almidón				
<b>Fecha de recepción</b>	29 de Agosto de 2023				
<b>Fecha de análisis</b>	29 de Agosto – 04 de Septiembre 2023				
<b>Fecha de informe</b>	04 de Septiembre 2023				
<b>Técnico (s) asignado</b>	MPWF				
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>					
<b>PARAMETROS BROMATOLÓGICOS</b>					
Código laboratorio	Muestra	Parámetro	Unidad	Método	Resultado
INV386	Papa natividad	Almidón	%	Sedimentación	18,90
INV387	Papa superchola				16,75
INV388	Papa Yanashungo				20,21
INV389	Papa única				21,23
<small>Los resultados de los análisis corresponden a 3 determinaciones por análisis.</small>					




**Ing. Favien Bayas, PhD.**  
**Director DIVIUEB**

Anexo 3. Análisis Elemental

<b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> <small>Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>	<b>Código</b>	<b>FPG12-01</b>
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	<b>Versión</b>	<b>1</b>
		<b>Año</b>	<b>2023</b>
		<b>Página</b>	<b>Página 1 de 3</b>

INFORME N° 168-2023

<b>DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA</b>						
<b>Solicitante</b>	Yantalema Rea Katty Lorena y Toapanta Guzmán Doris Emilia					
<b>Muestra</b>	Cúrcuma, jengibre, papa nati, papa súper chola, papa yanashungo y papa única					
<b>Código asignado UEB</b>	INV- 384-385-386-387-388-389					
<b>Estado de la muestra</b>	Sólido fresco					
<b>Envase de recepción</b>	Frascos de plástico					
<b>Análisis requerido(s)</b>	Porcentaje total de Carbono, nitrógeno, hidrógeno y azufre					
<b>Fecha de recepción</b>	19/07/2023					
<b>Fecha de análisis</b>	25/07/2023					
<b>Fecha de informe</b>	01/08/2023					
<b>Técnico (s) asignado</b>	MIPV					
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>						
Código	Muestra	Parámetros	Unidad	Método	Resultado	Promedio
INV- 384	Cúrcuma- R1	Carbono	%	UNE-EN ISO 16948	4,68	4,70
	Cúrcuma- R2				4,85	
	Cúrcuma- R3				4,58	
	Cúrcuma- R1	Nitrógeno	%	UNE-EN ISO 16948	0,10	0,11
	Cúrcuma- R2				0,10	
	Cúrcuma- R3				0,12	
	Cúrcuma- R1	Hidrógeno	%	UNE-EN ISO 16948	0,52	0,53
	Cúrcuma- R2				0,55	
	Cúrcuma- R3				0,53	
	Cúrcuma- R1	Azufre	%	UNE-EN ISO 16948	0,00	0,00
	Cúrcuma- R2				0,00	
	Cúrcuma- R3				0,00	
INV- 385	Jengibre- R1	Carbono	%	UNE-EN ISO 16948	5,63	5,61
	Jengibre- R2				5,48	
	Jengibre- R3				5,72	
	Jengibre- R1	Nitrógeno	%	UNE-EN ISO 16948	0,08	0,08
	Jengibre- R2				0,09	
	Jengibre- R3				0,08	
	Jengibre- R1	Hidrógeno	%	UNE-EN ISO 16948	0,64	0,064
	Jengibre- R2				0,60	
	Jengibre- R3				0,68	
	Jengibre- R1	Azufre	%	UNE-EN ISO 16948	0,00	0,00
	Jengibre- R2				0,00	
	Jengibre- R3				0,00	
Papa Nati- R1	Papa Nati- R1	Carbono	%	UNE-EN ISO 16948	7,86	7,64
	Papa Nati- R1				7,51	
	Papa Nati- R1				7,56	
	Papa Nati- R1	Nitrógeno	%	UNE-EN ISO 16948	0,40	0,42
	Papa Nati- R1				0,42	
	Papa Nati- R1				0,43	

<b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>Código</b>	<b>FG12-01</b>
	<small>Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>	<b>Versión</b>	<b>1</b>
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	<b>Año</b>	<b>2023</b>
		<b>Página</b>	<b>Página 2 de 3</b>

INV- 386	Papa Nati- R1	Hidrógeno	%	UNE-EN ISO 16948	6,95	6,62
	Papa Nati- R1				6,02	
	Papa Nati- R1				6,90	
	Papa Nati- R1	Azufre	%	UNE-EN ISO 16948	0,00	0,00
	Papa Nati- R1				0,00	
	Papa Nati- R1				0,00	
INV- 387	Papa Súper chola- R1	Carbono	%	UNE-EN ISO 16948	6,64	6,90
	Papa Súper chola- R2				6,88	
	Papa Súper chola- R3				7,19	
	Papa Súper chola- R1	Nitrógeno	%	UNE-EN ISO 16948	0,37	0,37
	Papa Súper chola- R2				0,36	
	Papa Súper chola- R3				0,38	
	Papa Súper chola- R1	Hidrógeno	%	UNE-EN ISO 16948	8,58	8,59
	Papa Súper chola- R2				8,60	
	Papa Súper chola- R3				8,60	
	Papa Súper chola- R1	Azufre	%	UNE-EN ISO 16948	0,00	0,00
	Papa Súper chola- R2				0,00	
	Papa Súper chola- R3				0,00	
INV- 388	Papa Yanashungo-R1	Carbono	%	UNE-EN ISO 16948	7,79	6,92
	Papa Yanashungo-R2				6,76	
	Papa Yanashungo-R3				6,22	
	Papa Yanashungo-R1	Nitrógeno	%	UNE-EN ISO 16948	0,45	0,43
	Papa Yanashungo-R2				0,45	
	Papa Yanashungo-R3				0,40	
	Papa Yanashungo-R1	Hidrógeno	%	UNE-EN ISO 16948	8,97	8,45
	Papa Yanashungo-R2				8,32	
	Papa Yanashungo-R3				8,08	
	Papa Yanashungo-R1	Azufre	%		0,00	0,00

<b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.	<b>Código</b>	<b>FPG12-01</b>
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	<b>Versión</b>	<b>1</b>
		<b>Año</b>	<b>2023</b>
		<b>Página</b>	<b>Página 3 de 3</b>

	Papa Yanashungo-R2			UNE-EN ISO 16948	0,00	
	Papa Yanashungo-R3				0,00	
INV- 389	Papa única- R1	Carbono	%	UNE-EN ISO 16948	5,88	5,65
	Papa única- R2				5,60	
	Papa única-R3				5,48	
	Papa única- R1	Nitrógeno	%	UNE-EN ISO 16948	0,37	0,38
	Papa única- R2				0,39	
	Papa única-R3				0,39	
	Papa única- R1	Hidrógeno	%	UNE-EN ISO 16948	8,96	8,61
	Papa única- R2				8,31	
	Papa única-R3				8,57	
	Papa única- R1	Azufre	%	UNE-EN ISO 16948	0,00	0,00
	Papa única- R2				0,00	
	Papa única-R3				0,00	

Las muestras son realizadas con tres réplicas



**Dr. Favian Bayas Morejón**  
**Director DIVIUEB**

 <b>UNIVERSIDAD ESTADAL DE BOLIVAR</b>	<b>DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> <small>Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>	<b>Versión</b>	<b>1</b>
		<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	<b>Año</b>	<b>2023</b>
			<b>Página</b>	<b>Página 1 de 1</b>

**INFORME DE ENSAYOS N°221**

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA					
<b>Solicitante</b>	Doris Toapanta – Katty Yantalema				
<b>Muestra</b>	Aceite de cúrcuma por maceración – Aceite de cúrcuma por arrastre de vapor- Aceite Jengibre por maceración - Aceite Jengibre por arrastre de vapor				
<b>Código asignado UEB</b>	INV379- INV380- INV381 – INV382				
<b>Estado de la muestras</b>	Viscosos				
<b>Envase de recepción</b>	Frasco de plástico ámbar				
<b>Análisis requerido(s)</b>	Densidad				
<b>Fecha de recepción</b>	07 agosto de 2023				
<b>Fecha de análisis</b>	07-09 de agosto de 2023				
<b>Fecha de informe</b>	10 de agosto de 2023				
<b>Técnico (s) asignado</b>	MPWF				
RESULTADOS OBTENIDOS					
PARAMETROS BROMATOLÓGICOS					
Código laboratorio	Muestra	Parámetro	Unidad	Método	Resultado
INV379	Aceite de cúrcuma por maceración	Densidad	g/cm <sup>3</sup>	INEN 35	0,934
INV380	Aceite de cúrcuma por arrastre de vapor				0,929
INV381	Aceite Jengibre por maceración				0,881
INV382	Aceite Jengibre por arrastre de vapor				0,875
Los resultados de los análisis corresponden a 3 determinaciones por análisis y a tres diluciones.					



  
**Ing. Favián Bayas, PhD.**  
**Director DIVIUEB**

Anexo 4. Análisis actividad antioxidante en el aceite esencial

 <b>UNIVERSIDAD DEL ESTADO DE BOLÍVAR</b>	<b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> <small>Leguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>		<b>Código</b>	IR-AA
		<b>INFORME DE RESULTADOS</b>		<b>Versión</b>	1
				<b>Año</b>	2023
				<b>Página</b>	Página 1 de 1

INFORME DE ENSAYOS N° 189

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA					
<b>Solicitante</b>	Doris Toapanta, Katty Yantalema				
<b>Muestra</b>	Aceite de jengibre y cúrcuma				
<b>Código asignado UEB</b>	INV 379, INV 380, INV 381, INV 382				
<b>Estado de la muestra</b>	Líquido				
<b>Envase de recepción</b>	Botella de vidrio ámbar con 10 ml de muestra.				
<b>Análisis requerido(s)</b>	Actividad Antioxidante				
<b>Fecha de recepción</b>	24 de julio de 2023				
<b>Fecha de análisis</b>	24 al 25 de julio de 2023				
<b>Fecha de informe</b>	26 de julio de 2023				
<b>Técnico (s) asignado</b>	MFQM				
RESULTADOS OBTENIDOS					
Código de laboratorio	Muestra	Análisis	Método de análisis	Unidad	Resultado
INV 379	Aceite de jengibre T1	Actividad Antioxidante	ABTS (Acido 2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolina)-6-sulfónico)	μmol ET/l muestra	618,78
INV 380	Aceite de jengibre T2				539,61
INV 381	Aceite de cúrcuma T3				9769,85
INV 382	Aceite de cúrcuma T4				9618,70

Los resultados de los análisis corresponden a 3 determinaciones por muestra.




**Ing. Favian Bayas PhD.**  
**Director DIVIUEB**

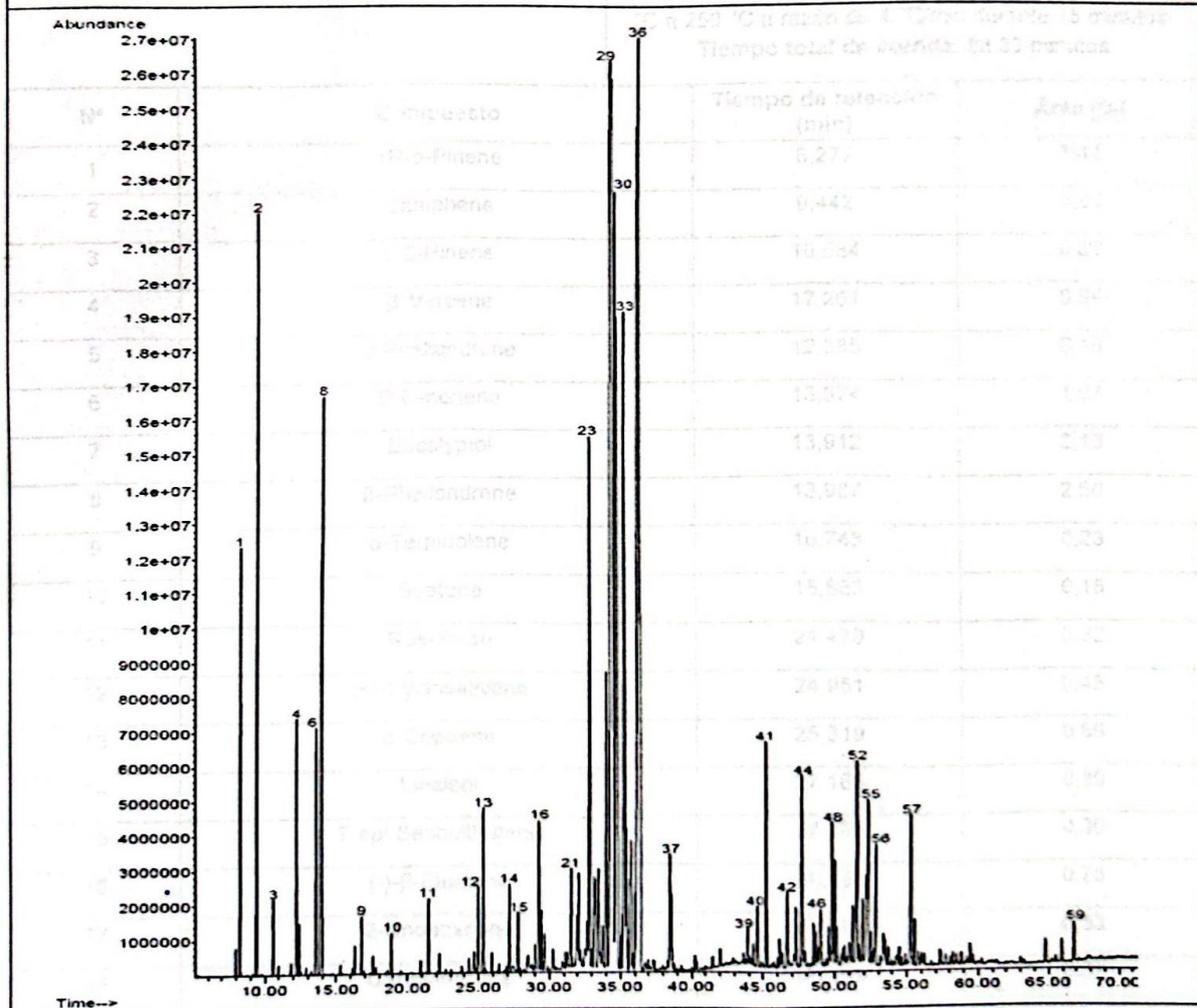
Anexo 5. Análisis cromatográfico

 <b>UNIVERSIDAD ESTADAL DE BOLIVAR</b>	<b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> Lagucoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.	<b>Código</b> FPG12-01
		<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	<b>Versión</b> 1
			<b>Año</b> 2023
			<b>Página</b> Página 1 de 4

INFORME DE ENSAYOS N°217-2023

Descripción de la muestra	
Solicitantes	Katty Lorena Yantalema Rea - Doris Emilia ToapantaGuzman
Muestra	Aceite de jengibre T1
Código asignado UEB	INV 379
Estado de la muestra	Líquido
Envase de recepción	Frasco de vidrio color ámbar con 10 mLaprox de muestra
Análisis requerido(s)	Identificación de compuestos volátiles por GC/MSD
Fecha de recepción	24 de julio de 2023
Fecha de análisis	04 al 10 de agosto de 2023
Fecha de informe	10 de agosto de 2023
Técnico asignado	ECCR

RESULTADOS OBTENIDOS



 <b>UNIVERSIDAD DE BOLIVAR</b> <b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> <small>Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>		<b>Código</b>	<b>FPG12-01</b>
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>		<b>Versión</b>	<b>1</b>
			<b>Año</b>	<b>2023</b>
			<b>Página</b>	<b>Página 2 de 4</b>

<b>EQUIPO</b>		GC AGILENT TECHNOLOGIES 7890 A	
<b>DETECTOR</b>		AGILENT TECHNOLOGIES 5977A MSD	
<b>COLUMNA</b>		Columna DB-WAXetr (60m x 0.250mm x 0.25µm)	
<b>MÉTODO CROMATOGRÁFICO</b>		<b>Temperatura del inyector: 250°C; Modo de inyección:</b> Split 50:1 volumen de inyección: 1 µL; <b>Programa térmico:</b> Temperatura del horno 50 °C durante 2 minutos, se incrementó de 50 °C a 70 °C a razón de 20 °C/min, posteriormente se incrementó de 70 °C a 230 °C a razón de 3 °C/min y finalmente se incrementó de 230 °C a 250 °C a razón de 4 °C/min durante 15 minutos. <b>Tiempo total de corrida: 83.33 minutos</b>	
<b>Nº</b>	<b>Compuesto</b>	<b>Tiempo de retención (min)</b>	<b>Área (%)</b>
1	1R-α-Pinene	8,277	1,41
2	Camphene	9,442	3,66
3	L-β-Pinene	10,584	0,26
4	β-Myrcene	12,201	0,94
5	α-Phellandrene	12,385	0,19
6	D-Limonene	13,574	1,07
7	Eucalyptol	13,912	2,13
8	β-Phellandrene	13,987	2,60
9	α-Terpinolene	16,748	0,23
10	Suatone	18,853	0,18
11	Rosefuran	21,470	0,32
12	(+)-Cyclosativene	24,951	0,45
13	α-Copaene	25,319	0,86
14	Linalool	27,166	0,39
15	7-epi-Sesquithujene	27,768	0,30
16	(-)-β-Elemene	29,238	0,78
17	2-Undecanone	29,405	0,33
18	Caryophyllene	30,263	0,37

<b>UEB</b> UNIVERSIDAD <small>ESTADUAL</small> <small>DEL BOLÍVAR</small>	<b>VICERRECTORADO DE  INVESTIGACIÓN  Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE  INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.	<b>Código</b>	<b>FPG12-01</b>
			<b>Versión</b>	<b>1</b>
			<b>Año</b>	<b>2023</b>
			<b>Página</b>	<b>Página 3 de 4</b>
		<b>INFORME DE RESULTADOS</b>		

19	epi- $\beta$ -Caryophyllene	31,536	0,54
20	Sesquisabineneisomer	31,929	0,29
21	(E)- $\beta$ -Farnesene	32,042	0,51
22	2-Isopropenyl-4a,8-dimethyl-1,2,3,4,4a,5,6,7-octahydronaphthalene	32,652	0,30
23	cis-Citral	32,840	2,85
24	$\gamma$ -Murolene	33,139	0,48
25	$\alpha$ -Terpineol	33,218	0,50
26	endo-Borneol	33,450	0,63
27	Aristolochen	33,736	0,32
28	Germacrene D	34,003	2,08
29,000	Zingiberene	34,460	20,76
30	$\beta$ -Bisabolene	34,708	6,72
31	trans-Citral	34,786	4,79
32	$\alpha$ -Farnesene	35,322	7,20
33	cis-Muurolo-4(15),5-diene	35,405	0,81
34	$\gamma$ -Bisabolene	35,666	0,48
35	Cadina-1(10),4-diene	35,751	1,00
36	Curcumene	36,380	18,40
37	Germacrene B	38,480	0,74
38	Geraniol	38,596	0,39
39	trans-Sesquisabinenehydrate	43,928	0,19
40	Eudesma-4(15),7-dien-1 $\beta$ -ol	44,603	0,35
41	E-Nerolidol	45,220	1,20
42	Elemol	46,663	0,39
43	trans-Sesquisabinenehydrate	47,262	0,36
44	Zingiberenol	47,692	1,31
45	$\gamma$ -Cadinene	48,474	0,25
46	$\beta$ -Bisabolol	48,952	0,52
47	$\gamma$ -Eudesmol	49,550	0,24

 <b>UNIVERSIDAD ESTADAL DE BOLIVAR</b> <b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> <small>Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>	<b>Código</b>	<b>FPG12-01</b>
		<b>Versión</b>	<b>1</b>
		<b>Año</b>	<b>2023</b>
		<b>Página</b>	<b>Página 4 de 4</b>
<b>INFORME DE RESULTADOS</b>			

48	Zingiberenol	49,770	0,81
49	Tumerone	49,937	0,74
50	r-Muuroiol	50,111	0,36
51	$\alpha$ -Eudesmol	51,211	0,33
52	$\beta$ -Eudesmol	51,509	1,43
53	Curione	51,896	0,36
54	Isoaromadendreneepoxide	52,135	0,81
55	$\alpha$ R-Turmerone	52,274	1,11
56	$\alpha$ -Funebrene	52,812	0,66
57	$\beta$ -Copaen-4 $\alpha$ -ol	55,251	0,90
58	Isospathulenol	55,529	0,28
59	1,4-trans-1,7-cis-Acorenone	66,809	0,29

Los resultados de los análisis corresponden a 3 determinaciones por muestra.

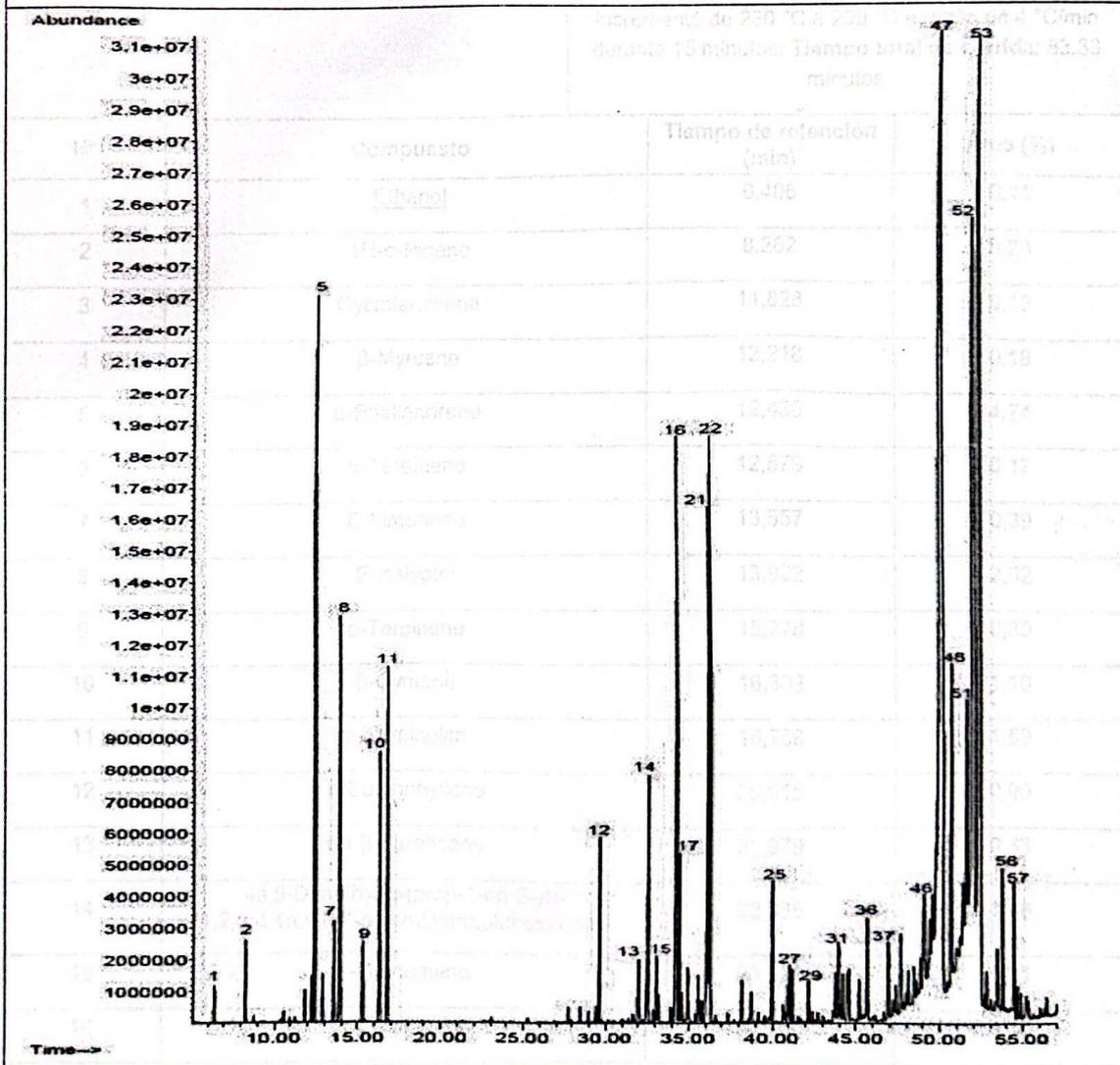

  
**Ing. Favian Bayas Morejón PhD**  
**Director DIVIUEB**  
**Teléf. (+593) 99 031 6224**

 <b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> Lagunacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.	<b>Código</b>	<b>FPG12-01</b>
		<b>Versión</b>	<b>1</b>
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	<b>Año</b>	<b>2023</b>
		<b>Página</b>	<b>Página 1 de 4</b>

**INFORME DE ENSAYOS N°216-2023**

Descripción de la muestra	
<b>Solicitantes</b>	Katty Lorena Yantalema Rea - Doris Emilia Toapanta Guzman
<b>Muestra</b>	Aceite de cúrcuma T3
<b>Código asignado UEB</b>	INV 381
<b>Estado de la muestra</b>	Líquido
<b>Envase de recepción</b>	Frasco de vidrio color ámbar con 10 mL aprox de muestra
<b>Análisis requerido(s)</b>	Identificación de compuestos volátiles por GC/MSD
<b>Fecha de recepción</b>	24 de julio de 2023
<b>Fecha de análisis</b>	04 al 10 de agosto de 2023
<b>Fecha de informe</b>	10 de agosto de 2023
<b>Técnico asignado</b>	ECCR

**RESULTADOS OBTENIDOS**



 <b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> <small>Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>	<b>Código</b>	<b>FPG12-01</b>
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	<b>Versión</b>	<b>1</b>
		<b>Año</b>	<b>2023</b>
		<b>Página</b>	<b>Página 2 de 4</b>

<b>EQUIPO</b>		GC AGILENT TECHNOLOGIES 7890 A	
<b>DETECTOR</b>		AGILENT TECHNOLOGIES 5977A MSD	
<b>COLUMNA</b>		Columna DB-WAXetr (60m x 0.250mm x 0.25µm)	
<b>MÉTODO CROMATOGRÁFICO</b>		<b>Temperatura del inyector: 250°C; Modo de inyección: Split 50:1 volumen de inyección: 1 µL;</b> <b>Programa térmico: Temperatura del horno 50 °C durante 2 minutos, se incrementó de 50 °C a 70 °C a razón de 20 °C/min, posteriormente se incrementó de 70 °C a 230 °C a razón de 3 °C/min y finalmente se incrementó de 230 °C a 250 °C a razón de 4 °C/min durante 15 minutos. Tiempo total de corrida: 83.33 minutos</b>	
N°	Compuesto	Tiempo de retención (min)	Área (%)
1	Ethanol	6,406	0,11
2	1R-α-Pinene	8,262	0,23
3	Cyclofenchene	11,828	0,13
4	β-Myrcene	12,218	0,18
5	α-Phellandrene	12,436	4,74
6	α-Terpinene	12,879	0,17
7	D-Limonene	13,557	0,39
8	Eucalyptol	13,902	2,02
9	α-Terpinene	15,278	0,30
10	β-Cymene	16,302	1,10
11	α-Terpinolen	16,768	1,59
12	β-Caryophyllene	29,615	0,99
13	cis-β-Farnesene	31,979	0,33
14	4a,5-Dimethyl-3-(prop-1-en-2-yl)-1,2,3,4,4a,5,6,7-octahydronaphthalen-1-ol	32,535	1,46
15	γ-Curcumene	33,071	0,31
16	α-Zingiberene	34,250	4,16

 <b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> <small>Leguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>	<b>Código</b>	<b>FPG12-01</b>
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	<b>Versión</b>	<b>1</b>
		<b>Año</b>	<b>2023</b>
		<b>Página</b>	<b>Página 3 de 4</b>

17	$\beta$ -Bisabolene	34,445	0,83
18	3,5,11-Eudesmatriene	34,592	0,15
19	$\beta$ -Curcumene	34,947	0,24
20	trans- $\gamma$ -Bisabolene	35,583	0,26
21	$\beta$ -Sesquiphellandrene	36,143	4,05
22	Ar-Curcumene	36,278	3,46
23	Eudesma-1,4(15),11-triene	38,205	0,21
24	1,2,3-Trimethyl-cyclopent-2-enecarboxaldehyde	38,769	0,17
25	Eremophila-1(10),8,11-triene	40,010	0,80
26	3,3,5,5-Tetramethylcyclopentene	40,934	0,18
27	Humulene II epoxide	41,044	0,29
28	Humulene 1,2-epoxide	41,211	0,27
29	1,4-Methanoazulen-7(1H)-one, octahydro-1,5,5,8a-tetramethyl-	42,175	0,20
30	Bicyclo[4.4.0]dec-2-ene-4-ol, 2-methyl-9-(prop-1-en-3-ol-2-yl)-	43,793	0,34
31	Tumerone	43,963	0,38
32	(Z)- $\alpha$ -Atlantone	44,212	0,25
33	(Z)-trans- $\alpha$ -Bergamotol	44,484	0,24
34	(E)- $\alpha$ -Atlantone	44,572	0,26
35	(+)-Isovalencenol	45,190	0,21
36	(Z)- $\alpha$ -Atlantone	45,665	0,55
37	(Z)- $\gamma$ -Atlantone	46,928	0,40
38	7-Hydroxyfarnesen	47,377	0,21
39	Zingiberenol	47,679	0,43
40	(Z,E)- $\alpha$ -Bergamotol	48,129	0,18
41	Ylangene	48,476	0,19
42	Bicyclo[4.4.0]dec-2-ene-4-ol, 2-methyl-9-(prop-1-en-3-ol-2-yl)-	48,847	0,22

 <b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> <small>Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>	<b>Código</b>	<b>FPG12-01</b>
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	<b>Versión</b>	<b>1</b>
		<b>Año</b>	<b>2023</b>
		<b>Página</b>	<b>Página 4 de 4</b>

43	Cedren-13-old, 8-	49,077	0,98
44	Tumerone	49,404	0,83
45	trans-Nuciferol	49,581	1,03
46	(Z)-.α.-Atlantone	49,785	1,21
47	Tumerone	50,092	21,96
48	aR-tumerol	50,680	1,99
49	geranyl-α-terpine	51,014	0,05
50	Isovalencenol	51,413	0,78
51	8-Cedren-13-old	51,629	2,53
52	β-Turmerone	52,083	13,67
53	Ar-tumerone	52,483	16,20
54	Zingiberenol	52,814	0,18
55	Bicyclo[4.4.0]dec-2-ene-4-ol, 2-methyl-9-(prop-1-en-3-ol-2-yl)-	53,472	0,31
56	(6R,7R)-Bisabolone	53,774	0,76
57	(E)-Atlantone	54,468	0,73

Los resultados de los análisis corresponden a 3 determinaciones por muestra.


  
**Ing. Favian Bayas Morejón PhD**  
**Director DIVIUEB**  
**Teléf. (+593) 99 031 6224**

Anexo 6. Análisis sensorial



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, RECURSOS NATURALES Y  
DEL AMBIENTE  
CARRERA DE AGROINDUSTRIAS**

**Evaluación sensorial**

Fecha: 28/10/23..... Nombre: Gisela Romiguano.....

**Instrucciones:** Evaluar cada una de las características de calidad y aceptabilidad.

Marque con una X la casilla que mejor indique su sentido a cerca de la muestra.

Características	Alternativas	Muestra T1	Muestra T2	Muestra T3	Muestra T6
Olor	1. Malo				
	2. Regular				X
	3. Bueno		X	X	
	4. Muy bueno	X			
	5. Muy agradable				
Color	1. Malo			X	X
	2. Regular		X		
	3. Bueno	X			
	4. Muy bueno				
	5. Muy agradable				
Sabor	1. Malo				
	2. Regular				X
	3. Bueno		X	X	
	4. Muy bueno	X			
	5. Muy agradable				
Crocante	1. Malo				
	2. Regular		X	X	X
	3. Bueno	X			
	4. Muy bueno				
	5. Muy agradable				
Aceptabilidad	1. Malo				
	2. Regular				X
	3. Bueno		X	X	
	4. Muy bueno	X			
	5. Muy agradable				

Observaciones.....

.....



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, RECURSOS NATURALES Y**  
**DEL AMBIENTE**  
**CARRERA DE AGROINDUSTRIAS**

**Evaluación sensorial**

Fecha: 25/09/2023 ..... Nombre: Jennyfer Fonseca .....

**Instrucciones:** Evaluar cada una de las características de calidad y aceptabilidad.

Marque con una X la casilla que mejor indique su sentido a cerca de la muestra.

Características	Alternativas	Muestra T3	Muestra T4	Muestra T7	Muestra T8
Olor	1. Malo				
	2. Regular		X		
	3. Bueno	X		X	X
	4. Muy bueno				
	5. Muy agradable				
Color	1. Malo				
	2. Regular				
	3. Bueno	X			
	4. Muy bueno		X	X	X
	5. Muy agradable				
Sabor	1. Malo				
	2. Regular				
	3. Bueno		X	X	X
	4. Muy bueno	X			
	5. Muy agradable				
Crocante	1. Malo				
	2. Regular				
	3. Bueno			X	
	4. Muy bueno	X	X		X
	5. Muy agradable				
Aceptabilidad	1. Malo				
	2. Regular				
	3. Bueno		X	X	X
	4. Muy bueno	X			
	5. Muy agradable				

Observaciones.....  
 .....

Anexo 7. Análisis actividad antioxidante en el snack

 <b>UNIVERSIDAD BOLÍVAR</b> <b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b> <small>Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador</small>	<b>Código</b>	IR-AA
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	<b>Versión</b>	1
		<b>Año</b>	2023
		<b>Página</b>	Página 1 de 1

INFORME DE ENSAYOS N° 241

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA					
<b>Solicitante</b>	Doris Toapanta, Katty Yantalema				
<b>Muestra</b>	Snack alimenticio T3, snack alimenticio T4, snack alimenticio T7, snack alimenticio T8, snack papa chola, snack única				
<b>Código asignado UEB</b>	INV 478, INV 479, INV 480, INV 481, INV 519, INV 520				
<b>Estado de la muestra</b>	Sólido				
<b>Envase de recepción</b>	Bolsa de papel con cierre hermético.				
<b>Análisis requerido(s)</b>	Actividad Antioxidante				
<b>Fecha de recepción</b>	03 y 10 de octubre de 2023				
<b>Fecha de análisis</b>	03 al 11 de octubre de 2023				
<b>Fecha de informe</b>	11 de octubre de 2023				
<b>Técnico (s) asignado</b>	MFQM				
RESULTADOS OBTENIDOS					
Código de laboratorio	Muestra	Análisis	Método de análisis	Unidad	Resultado
INV 478	Snack alimenticio T3	Actividad Antioxidante	ABTS (Acido 2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolina)-6-sulfónico)	µmol ET/g muestra	33,32
INV 479	Snack alimenticio T4				35,53
INV 480	Snack alimenticio T7				50,87
INV 481	Snack alimenticio T8				51,78
INV 519	Snack papa chola				24,16
INV 520	Snack papa única				48,46

Los resultados de los análisis corresponden a 3 determinaciones por muestra.

  
  
**Ing. Favian Bayas PhD\***  
**Director DIVIUEB**

*Anexo 8. Práctica desarrollada en el laboratorio*

<b>ANALISIS FÍSICO</b>		
		
<p>Adquirir las papas y los rizomas.</p>	<p>Determinación del diámetro polar.</p>	<p>Determinación del PH</p>

<b>CENIZA</b>		
<p>Se los</p>	<p>taró</p>	<p>Reposo en</p>
		
<p>crisoles en la mufla</p>	<p>el desecador.</p>	<p>Peso de crisoles vacíos, y se agregó 1gr de muestra</p>
		
<p>Crisoles en la mufla a 250°C.</p>	<p>Programación ala mufla a 550 °C</p>	<p>Los crisoles en el desecador.</p>



Peso de crisoles con las muestras incineradas y toma de datos

### % HUMEDAD



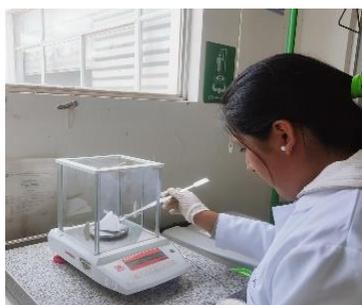
Recepción y pesado de la muestra



Se taro las capsulas en la estufa y se Reposo en el desecador.



Peso de la capsulas vacías y se agregó la muestra



Las capsulas con las muestras en la estufa



En el desecador por 50 min



Se tomó el peso de las capsulas con las muestras secas

### % ALMIDÓN



Pesado de la muestra



Pelado de la muestra



3. Picado de la muestra



Secado y sedimentación



Moliendo la muestra.



Almidón

## EXTRACCIÓN DE ACEITES ESENCIALES



1. Recepción y pesado



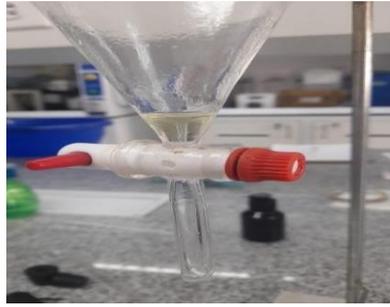
2. Troceado y macerado



3. Destilación



Decantado de la muestra.



Separación del aceite.



Aceites esenciales

### % DENSIDAD



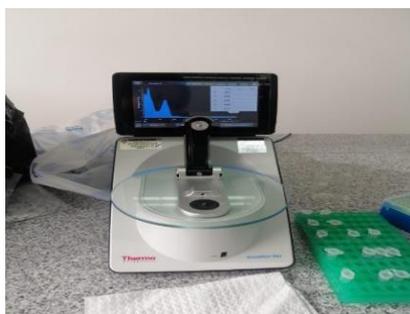
Pesado del picnómetro.



Medimos la densidad de los cuatro tratamientos

### ÍNDICE DE REFRACCIÓN

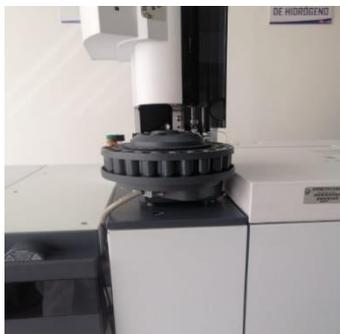
 <p>Muestras.</p>	 <p>Se agregó la muestra.</p>	 <p>Resultados obtenidos de la muestra.</p>
--	---	--

<p align="center"><b>ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN EL ACEITE ESENCIAL</b></p>		
 <p>Preparación de solución buffer.</p>	 <p>Preparación de solución activada de ABTS.</p>	 <p>Lectura de las muestras.</p>

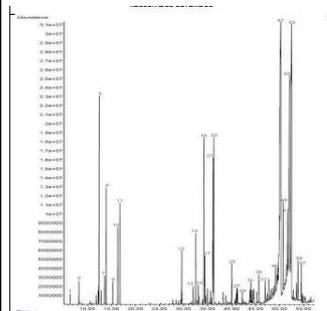
## CROMATOGRAFIA



Preparación de muestra.



Inyección.



Lectura

## ELABORACIÓN DEL SNACK



Rebanado



Fritura



Atomización

## ANALISIS SENSORIAL

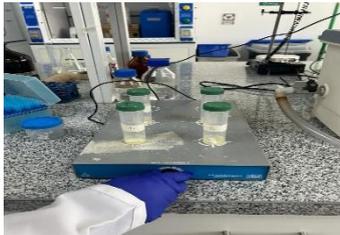


Ficha del análisis sensorial



Catacion

## ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL SNACK



Preparación de muestras.



Disolución de muestras.



Estandarización de la curva de trolox y lectura de las muestras.

## *Anexo 9. Glosario de términos*

**Aceite esencial:** son las sustancias aromáticas naturales responsables de las fragancias de las flores y otros órganos vegetales.

**Análisis Elemental:** técnica que permite determinar el contenido total de Carbono, Hidrógeno, Nitrógeno y Azufre presentes en un amplio rango de muestras naturales orgánicas.

**Análisis Proximal:** comprende la determinación de los porcentajes de humedad, grasa, fibra, cenizas, carbohidratos solubles y proteínas en los alimentos.

**Compuestos volátiles:** son el grupo de elementos químicos y compuestos químicos con puntos de ebullición bajos

**Destilación:** la destilación es una técnica de separación de sustancias que permite separarlos distintos componentes de una mezcla.

**Destilación simple:** se utiliza la mezcla de productos líquidos a destilar, contiene únicamente una sustancia volátil, o bien, cuando esta contiene más de una sustancia

**Cromatografía:** Es un método muy utilizado en todas las ramas de la ciencia que permite la separación, identificación y determinación de los componentes químicos en mezclas complejas.

**Trolox:** Es un antioxidante sintético.

**Maceración:** Es un proceso de extracción de sólido a líquido. Técnicamente es muy sencillo: una materia prima sólida se deja reposar en un líquido durante un tiempo determinado.

**Sedimentación:** operación de separación sólido-fluido en la que las partículas sólidas de una suspensión, más densas que el fluido, se separan de éste por la acción de la gravedad.

**Determinación de humedad:** Es un paso obligado en el análisis de alimentos. Es la base de referencia que permite: comparar valores; convertir a valores de humedad tipo; expresar en base seca y expresar en base tal como se recibió.

**Volátiles:** son todos aquellos hidrocarburos que se presentan en estado gaseoso a la temperatura ambiente normal o que son muy volátiles a dicha temperatura.

**Densidad:** es la relación entre el peso (masa) de una sustancia y el volumen que ocupa

(esa misma sustancia).

**Hidrolato:** es un extracto acuoso que se obtiene mediante un proceso de destilación con vapor de agua.

**Modelación:** es el proceso mediante el cual se crea una representación o modelo para investigar la realidad o procesos de operación.