



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Escuela de Posgrado

**Efecto del contenido de curcuminoides en la aceptabilidad sensorial de aceites vegetales
saborizados**

Tesis

Para optar el Grado Académico de Maestro en Ciencias de los Alimentos

Autor

Miguel Angel Durand Meza

Asesor

Dr. Huberto Williams Noriega Córdova

Huacho – Perú

2025



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

Escuela de Posgrado

METADATOS

DATOS DEL AUTOR (ES):		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Durand Meza Miguel Angel	77355143	29/11/2024
DATOS DEL ASESOR:		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CÓDIGO ORCID
Noriega Córdova Huberto Williams	18172332	0000-0003-3082-0723
DATOS DE LOS MIEMROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA- DOCTORADO:		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CODIGO ORCID
Soledad Dionisia Llañez Bustamante	15689024	0000-0003-2374-0469
Luna Victoria Miguel Ángel Aguilar	17854491	0000-0003-1699-1913
Cecilia Maura Mejía Dominguez	15636319	0000-0003-1914-8825

EFFECTO DEL CONTENIDO DE CURCUMINOIDES EN LA ACEPTABILIDAD SENSORIAL DE ACEITES VEGETALES SABORIZADOS.

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	www.slideshare.net Fuente de Internet	1%
2	www.mdpi.com Fuente de Internet	1%
3	repository.uniminuto.edu Fuente de Internet	<1%
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%
5	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1%
6	Submitted to Southern Adventist University Trabajo del estudiante	<1%
7	dehesa.unex.es:8080 Fuente de Internet	<1%
8	office2.jmbfs.org Fuente de Internet	<1%

ÍNDICE

CARATULA	i
LICENCIA DE CRETIVE COMMONS	ii
DATOS DEL AUTOR, ASESOR Y JURADO (METADATOS).	iii
RESULTADO DEL INDICE DE SIMILITUD DEL REPORTE DE ORIGINALIDAD	iv
INDICE	1
DEDICATORIA	5
AGRADECIMIENTO	6
RESUMEN	7
ABSTRAC	8
INTRODCCIÓN	9
CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
1.1 Descripción de la realidad problemática	10
1.1.1 Problema general	11
1.1.2 Problemas específicos	11
1.2 Objetivos de la investigación	11
1.2.1 Objetivo general	11
1.2.2 Objetivo específico	11
1.3 Justificación de la investigación	12
1.4 Delimitaciones del estudio	12
1.4.1 Delimitación espacial	12
1.4.2 Delimitación Temporal	12
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	13
2.1 Antecedentes de la investigación	13
2.1.2 Investigaciones internacionales	13
2.1.2. Investigaciones nacionales	16
2.1.3 Bases teóricas	19
2.2 Definición de términos básicos	21
2.3 Hipótesis de investigación	22
2.3.1 Hipótesis general	22
2.3.2 Hipótesis específicas	22
CAPITULO III. METODOLOGÍA	24
3.1 Diseño metodológico	24
3.1.1 Diseño experimental	24
3.2 Población y Muestra	32

3.2.2	Muestra	32
3.3	Técnica de recolección de datos	32
3.4	Técnicas de procesamiento de la información	32
	<i>CAPITULO IV. RESULTADOS</i>	33
4.1	Análisis de los resultados	33
	<i>CAPITULO V. DISCUSIÓN</i>	44
5.1	Discusión de resultados	44
	<i>CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</i>	46
6.1	Conclusiones	46
6.2	Recomendaciones	46
	<i>CAPITULO VII. REFERENCIAS</i>	47
	Fuentes bibliográficas	47
	Anexos	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Izquierda planta Cúrcuma, derecha Rizoma de cúrcuma	15
Figura 2. Proceso de hidroddestilación	22
Figura 3. Flujograma del estudio	18
Figura 4. Homogenización del extracto etanólico con el aceite vegetal	19
Figura 5. Separación del etanol de la homogenización, utilizando el rota vapor	18
Figura 6. Aceites de oliva con curcuminoides aromatizados con especias	24
Figura 7. Gráfico de barras de calificación de aceptabilidad general en el aceite de oliva con curcuminoides	26
Figura 8. Gráfico de barras de los porcentajes de jueces según su Calificación en aceite de Sacha Inchi	27
Figura 9. Gráfico de barras de los porcentajes de jueces según su Calificación en aceite de maíz	27
Figura 10. Gráfico de barras de los porcentajes de jueces según su calificación en aceite de Canola	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tratamientos de los aceites aromatizados	16
Tabla 2 Tratamientos de los aceites vegetales con curcuminoides	20
Tabla 3 Formulación de la saborización de los aceites vegetales	21
Tabla 4 Rendimiento de los aceites esenciales	24
Tabla 5 Curva obtenida del estándar de curcumina	25

DEDICATORIA

A Dios por acompañarme en cada paso que doy, por ayudarme siempre y ser mi fuente de fortaleza, y poner en mi camino a las personas que me han enseñado a ir por el buen camino.

A mis padres, que siempre me han apoyado en la vida, por su sacrificio y amor, por ayudarme en los momentos más desafiantes de mi vida.

A mis Hermanos que siempre me han ayudado a continuar con los estudios, por ayudarme a manejar los problemas de la vida, celebrar mis logros y a reflexionar sobre los fracasos.

Miguel A. Durand M.

AGRADECIMIENTO

Estoy muy feliz de expresar mis más sinceros agradecimientos a:

Al CONCYTEC, a través del Proyecto 046-FONDECYT-2021 “Utilización de la oleorresina de *Cúrcuma longa* L de la Región Loreto, obtenida mediante extracción con fluidos supercríticos, como insumo para la elaboración de 3 productos alimentarios que brinden un mayor valor agregado a la cúrcuma y que aporten un efecto anti glicémico para las personas que padecen diabetes” Este trabajo fue financiado por el CONCYTEC – PROCENCIA en el marco de la convocatoria E041-2021-02, número de contrato 046-FONDECYT-2021.

A la Dirección de Investigación, Desarrollo, Innovación y Transferencia Tecnológica (DIDITT) del Instituto tecnológico del Perú - ITP) por haberme permitido desarrollar mi trabajo de tesis en sus laboratorios.

Al Laboratorio de Compuestos Bioactivos a cargo de la Dra. Maritza Barriga Sánchez, quien dirigió la tesis y me brindó acceso y las facilidades de poder desarrollar el estudio.

A mi Asesor de tesis el Dr. Huberto Noriega por sus aportes y orientación en el estudio que me permitió poder ejecutar la tesis y culminarla.

A los amigos con quienes trabajé hasta muy tarde: Gloria, Miguel, Carlos, Enrique.

Y a quien se dé un tiempo de revisar este trabajo de investigación, ya que todo el esfuerzo dedicado en este estudio ha sido con la finalidad de poder generar un nuevo conocimiento para que sea de utilidad por quienes se encuentren en busca de esta información, y pueda ser compartida, nombrarlos a todos sería difícil, a todos ustedes ¡muchas gracias!

RESUMEN

La presente investigación planteó como objetivo evaluar el efecto de los curcuminoides en la aceptabilidad sensorial y la capacidad antioxidante de aceites vegetales comestibles los cuales han sido saborizados para que enmascaren el sabor intenso de la cúrcuma, para ello se utilizó 4 tipos de aceites vegetales comestibles, el aceite de Oliva extra virgen, Aceite de sacha Inchi, aceite de Maíz y aceite de Canola, a los cuales se le determinó el perfil de los ácidos grasos, se realizaron soluciones madres concentradas de aceites con curcuminoides de los 4 tipo de aceites, y sus posteriores diluciones de 0.6% 0.5%, 0.4%, 0.3%, 0.2% y 0.1% de curcuminoides totales, adicionalmente se trabajó con aceites esenciales de romero, orégano, así también como pimienta, y ajo deshidratado, con el fin de saborizar al aceite; para la evaluación sensorial, se realizó la selección sensorial de los jueces y con 15 de ellos la prueba del grado de satisfacción, para esta prueba se utilizó 5 puntos que fluctúan desde me disgusta mucho con un valor de 1, hasta me gusta mucho con un valor de 5, adicionalmente se determinó la capacidad antioxidante de las formulaciones, siendo la formulación. como resultados se encontró que la máxima solubilidad de las soluciones madres de los aceites vegetales fueron de 1,16% de curcuminoides totales en aceite de Oliva extra virgen, 1,22% de curcuminoides totales en aceite de sacha Inchi, 1,09% de curcuminoides totales en aceite de maíz y 1,05% de curcuminoides totales en aceite de canola, respecto a la aceptabilidad general, no hubo diferencia significativa entre los 4 tipos de aceites, se obtuvo un p - valor de 0.066 para el factor Aceite vegetal, respecto a la capacidad antioxidante del producto formulado, se obtuvo que el mayor valor obtenido pertenece al aceite vegetal de maíz, con una concentración de curcuminoides totales del 0.6%, obteniendo una capacidad antioxidante de 158,77 μ mol TE/g aceite.

Palabras clave: Cúrcuma, Aceites, Curcuminoides, Sensorial, Antioxidante, ácidos grasos.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the effect of curcuminoids on the sensory acceptability and antioxidant capacity of edible vegetable oils that have been flavored to mask the strong taste of turmeric, for which 4 types of edible vegetable oils were used: extra virgin olive oil, sacha inchi oil, corn oil and canola oil, which were subjected to an analysis on the fatty acid profile, as part of the methodology used, the acceptability test was used for a panel of 15 judges, previously selected, the test to measure the acceptability of the formulations the degree of satisfaction was used. For this test, 5 points were used that fluctuate from I dislike a lot with a value of 1, to I like a lot with a value of 5, concentrated stock solutions of oils with curcuminoids of the 4 types of oils, and their subsequent dilutions of 0.6%, 0.5%, 0.4%, 0.3%, 0.2% and 0.1% of total curcuminoids, additionally essential oils of rosemary, oregano, as well as dehydrated pepper and garlic were used for flavoring Oil; Additionally, the antioxidant capacity of the formulations was determined, and the formulation as results found that the maximum solubility of the mother solutions of vegetable oils was 1.16% of total curcuminoids in extra virgin olive oil, 1.22% of total curcuminoids in sacha oil. inchi, 1.09% total curcuminoids in corn oil and 1.05% total curcuminoids in canola oil, in terms of sensory acceptability there was no significant difference between the 4 types of oils, a p value of 0.66 was obtained for the Vegetable oil factor Regarding the antioxidant capacity of the formulated product, it was found that the highest value obtained belongs to corn vegetable oil, with a concentration of total curcuminoids of 0.6%, obtaining an antioxidant capacity of 158 0.77 $\mu\text{mol TE/g}$. of oil.

Keywords: turmeric, oils, curcuminoids, sensory, antioxidant, fatty acids.

INTRODUCCIÓN

Las especies vegetales poseen compuestos bioactivos medicinales que se han usados desde la antigüedad, de hecho, han desempeñado un papel muy importante en muchas culturas, por ejemplo, la cúrcuma *Curcuma longa* L, en la India tiene casi 4000 años en su uso como una planta culinaria, religiosa y medicinal, posteriormente fue expandiéndose a otras regiones como a China por el año 700 dc, África oriental por el 800 dc, África occidental por el 1200 dc hasta llegar a Jamaica en el siglo XVIII. (Benzie & Wachtel-Galor, 2011).

Así por ejemplo en el Perú la cúrcuma crece en las zonas cálidas y lluviosas como en la selva en regiones como en Amazonas, San Martín, Huánuco, Junín, Ayacucho, Cusco y Loreto, sin embargo, la mayor parte de la producción suele exportarse (Sierra y selva exportadora. Oportunidades comerciales, 2020), mientras que consumo a nivel nacional es reducido, y generalmente se suele utilizar como condimento, para dar el color y sabor a las comidas.

La “cúrcuma” es ampliamente estudiada por sus propiedades medicinales, como su poder antioxidante, hipoglucemiante, antiinflamatorio, entre otros (Dosoky y Setzer, 2018), existen distintos compuestos bioactivos presentes en su rizoma, principalmente la familia de los curcuminoides, como la curcumina, la demetoxicurcumina, la bisdemetoxicurcumina y la ciclocurcumina (Agarwal et al., 2018).

El consumo de la cúrcuma, que comúnmente es a partir de harina del rizoma que ha sido secado molido viene siendo una práctica muy antigua principalmente en la india, la cual es el ingrediente principal de muchos de sus alimentos, principalmente del curry, así como otros industrializados como salsas, dulces, bebidas enlatadas, jugo de naranja, productos lácteos, yogur, helados, productos horneados, galletas, pasteles amarillos, palomitas de maíz, cereales. (Govindarajan & Stahl, 1980).

Dentro de los alimentos anteriormente descritos se le puede incluir a los aceites vegetales comestibles a los que se le han incorporado la cúrcuma, esto es debido a que según estudios como los de (Luo et al., 2022) menciona que el uso de aceites vegetales en una emulsión aumenta la bioaccesibilidad de los compuestos bioactivos como los curcuminoides hacia nuestro organismo, es por ello que se puede describir que aceites vegetales como el de Oliva, Sacha inchi, Maíz y canola, pueden facilitar el ingreso de los curcuminoides a nuestro sistema.

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

La “cúrcuma” *Curcuma longa* L. es una planta herbácea, pertenece a la familia de las Zingiberaceae, es muy conocida por su rizoma, el cual posee compuestos bioactivos, principalmente curcuminoides, esta planta ha causado mucho interés por sus propiedades medicinales, debido a que contribuye a la mejora ciertas enfermedades metabólicas incluida la diabetes (Yuan et al., 2022).

En el Perú no solo los casos de diabetes ha ido en aumento, según el reporte del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2021) solo hasta el año 2020, se ha reportado que el 4,5% de la población a partir de los 15 años a más, ha sido diagnosticado de diabetes mellitus, también se reporta que el 24,6 % de personas mayores de los 15 años a mas presentan cuadros de obesidad, esta misma población, presenta una incidencia de hipertensión arterial en un 21,7%, así mismo se reporta que el 41,1% de la misma población se encuentra en riesgo de sufrir una enfermedad cardiovascular muy alta.

(Dosoky ySetzer, 2018) en su estudio mencionan que la Cúrcuma *Curcuma longa* L brinda propiedades medicinales importantes tal como el efecto hipoglucemiante, antioxidante y antiinflamatorio, es por ello que es importante incentivar el consumo de productos alimenticios saludables, que mejoren la calidad de vida y nuestra salud sin embargo, dentro del territorio nacional no se suele consumir frecuentemente este alimento, o su consumo es muy bajo, y se suele utilizar principalmente como condimento, y especialmente, para dar coloración a los alimentos, es por ello, que el presente trabajo, contribuirá en fomentar el consumo y darle mayor valor a esta planta, por medio de formulaciones de aceites vegetales que contengan su principio activo, al respecto,

Es por ello que el objetivo del estudio apunta a generar un producto a base de aceite vegetal comestible, con un contenido de oleoresina de cúrcuma, al que ha sido saborizado para lograr una aceptabilidad sensorial en los consumidores, y así fomentar el potencial que tiene esta especie.

Formulación del problema

1.1.1 Problema general

- ¿Cuál es el efecto de la adición de curcuminoides en la aceptabilidad sensorial y capacidad antioxidante de aceites vegetales saborizado?

1.1.2 Problemas específicos

- ¿Cuál es el porcentaje máximo de curcuminoides soluble en cada uno de los aceites vegetales saborizados de oliva, sachá inchi, maíz y canola?
- ¿Cuál es el porcentaje máximo de curcuminoides que se podría adicionar a aceites vegetales saborizados como el de oliva, sachá inchi, maíz y canola de tal manera que sean aceptables sensorialmente?
- ¿Cuál es la capacidad antioxidante que tienen los aceites vegetales saborizados de oliva, sachá inchi, maíz y canola con el porcentaje de curcuminoides más aceptable sensorialmente?

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de los curcuminoides en la aceptabilidad sensorial y la capacidad antioxidante de los aceites vegetales saborizados.

1.2.2 Objetivos específicos

- Determinar el porcentaje máximo de curcuminoides solubles en aceites vegetales, como el de oliva, sachá inchi, maíz y canola.
- Determinar el porcentaje máximo de curcuminoides que se pueden adicionar a los aceites saborizados como el de oliva, sachá inchi, maíz y canola de tal manera que sean aceptables sensorialmente.
- Determinar la capacidad antioxidante de los aceites vegetales saborizados de maíz, oliva, sachá inchi y canola con el porcentaje de curcuminoides más aceptable sensorialmente.

1.3 Justificación de la investigación

La “cúrcuma” *Curcuma Longa* L. es una planta con mucha potencialidad, por sus propiedades medicinales, sin embargo, es poco aprovechado, solo se suele utilizar como condimento y colorante alimenticio (Bautista E. y Suzuki T., 1996), siendo importante realizar estudios para brindar mayor valor agregado a la cúrcuma.

(Dosoky y Setzer, 2018), afirma que esta planta posee propiedades medicinales como hipoglucemiante, antioxidante y antiinflamatorio. En ese sentido, en el presente estudio se formuló una mezcla de aceite con aporte de curcuminoides con la finalidad de tener un producto con esas propiedades medicinales

En el Perú se produce cúrcuma en los departamentos de Amazonas, San Martín, Huánuco, Junín, Ayacucho, Cusco y Loreto. En el 2018, entre los principales países productores de cúrcuma, el Perú ocupó el puesto 21 a nivel mundial y en el 2019 el puesto 12 como proveedor mundial de cúrcuma fresca, (Sierra y selva exportadora. Oportunidades comerciales, 2020), siendo importante estudiar la aplicación de la cúrcuma en nuevos productos para fomentar el consumo.

El presente estudio generó un producto que en el mercado nacional no existe lo cual indica que es novedoso, además de contribuir en la diversificación productiva, ya que la cúrcuma nacional se comercializa generalmente fresco o en harina.

1.4 Delimitaciones del estudio

1.4.1 Delimitación espacial

El presente estudio se realizó en las instalaciones del Instituto Tecnológico del Perú – ITP, en los laboratorios de Compuestos bioactivos de la DIDITT, el laboratorio físico-químico y el laboratorio de Análisis sensorial de la provincia del Callao Lima-Perú.

1.4.2 Delimitación Temporal

El presente estudio se realizó en los meses de Mayo – Octubre del 2022

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Investigaciones internacionales

A continuación, se detallan trabajos relacionados a estudios de evaluación sensorial en productos como aceites aromatizados y bebida con un contenido de cúrcuma en sus formulaciones, la cuales se detallan continuación

Hande y Aytaç (2018) en su estudio “*Evaluación sensorial de aceite de oliva extra virgen aromatizados*” Evaluaron diferentes formulaciones de aceite de oliva extra virgen al cual se le añadieron distintos aromas (orégano, albahaca, romero, y naranja amarga) y extractos aromáticos naturales (orégano, albahaca y pimienta picante), en diferentes concentraciones, para la evaluación sensorial se utilizó la prueba de clasificación y la comparación pareada, dentro de los resultados obtenidos se describen que los aceites de oliva que contenían 0,05% de aroma natural de orégano y 0,07% de aromas de albahaca, romero y naranja amarga así también como los aceites de oliva que fueron aromatizados con el 20% de extracto de orégano y el 40% de extracto de albahaca y pimienta picante fueron de la preferencia de los panelistas.

Gámbaro et al. (2013) realizó un estudio con un total de noventa y nueve consumidores habituales donde se realizó la evaluación sensorial en dos tipos de aceites de oliva y dos aceites ordinarios donde utilizó una escala de 9 puntos para evaluar el gusto en términos generales, así mismo se aplicó una pregunta dónde se disponía para marcar una lista de 18 atributos tanto positivos como negativos, dentro de los resultados se encontró puntuaciones muy contrastantes ya que el 52 % asignó puntajes altos a los aceites extra vírgenes y puntajes bajos a los aceites vírgenes, sin embargo, hubo un 48 % que asignó puntajes bajos a los aceites extra vírgenes y puntajes altos a los aceites vírgenes, es por ello que se concluye que si bien hubo una ligera mayoría que otorgó una coherente puntuación, un alto porcentaje de panelistas tubo una puntuación opuesta, por lo que se concluye que es necesario implementar programas que ayuden a la sensibilización de consumidores, sobre todo en países en vías de desarrollo.

Grasso (2018) en su tesis “*los efectos de la información de salud sobre la aceptabilidad de una bebida funcional que contiene cúrcuma fresca*” plantea como objetivo evaluar la aceptabilidad sensorial de una bebida que contiene cúrcuma

fresca, la autora también evaluó la capacidad antioxidante (equivalentes ferrosos) y el contenido de polifenoles totales en las diferentes formaciones de bebidas a base de frutas piña, mango, plátano, leche de almendras y cidra de manzana verde, con un contenido de 0g, 7g, 14g y 22g de cúrcuma fresca, la autora reclutó un total de 61 individuos para realizar la prueba sensorial de las bebidas a base de frutas con y sin Cúrcuma, para medir el nivel de agrado de dichas bebidas se utilizó la escala hedónica, también se utilizó la escala Just About Right (JAR), dentro de sus resultados la autora reporta que la formulación de la bebida que contenía 14 gramos de Cúrcuma fresca se consideró significativamente más aceptable, así mismo hubo diferencia significativa en el aumento de polifenoles totales, y por ello el aumento de la actividad antioxidante.

Existen además trabajos que, dentro de su composición, contemplan a la cúrcuma como un antioxidante natural en soluciones de aceites como los que se describen a continuación:

En el trabajo de Banerjee et al., (2013) el autor realizó un estudio para evaluar la estabilidad térmica y oxidativa en aceite de soja luego de freír papas marinadas, para simular las prácticas comunes en plantas freidoras, se calentó el aceite durante 8 h por tres días consecutivos y se frieron en un litro de aceite, 200 gramos de papas sin marinar y 200 g con papas marinadas de cúrcuma con los mismos tiempos y temperaturas de 180-190°C, se evaluaron índices de peróxidos, y el contenido de HNE, como resultados se detalla que si bien la estabilidad térmica y oxidativa del aceite de soya en presencia de la cúrcuma es mayor, el efecto antioxidante disminuye gradualmente con el tiempo y temperatura.

Luo et al., (2022) describen que, en la actualidad la poca biodisponibilidad de la curcumina reduce su potencial en la salud, es por ello que, su estudio tuvo como objetivo mejorar la biodisponibilidad de la curcumina, mediante emulsiones con excipientes, agua y distintos tipos de aceites, como el aceite de maíz, aceite de oliva, y triglicéridos de cadena Media (TCM), los excipientes utilizados facilitaron el ingreso de las micelas a través de la monocapa en el cultivo celular CACO-2 y se observó que la capacidad de protección de la curcumina del metabolismo de los enterocitos era buena, siendo el aceite de oliva la que actuó con mayor eficacia, es por ello que se puede afirmar que las emulsiones además de mejorar la biodisponibilidad de la curcumina, aumentan la absorción transenterocitaria.

Jiang & Charcosset, (2022) en su estudio prepararon emulsiones de aceite y agua que contenían curcumina, en diferentes tamaños de gotas de 0,5 µm, 0,8 µm, 3,7 µm y una premezcla de 60 µm, en el estudio se utilizó diferentes aceites “tributirina” triglicéridos de cadena corta (SCT), triglicéridos de cadena media (MCT) y aceite de maíz como triglicéridos de cadena larga, (LCT), para evaluar la digestión de los lípidos y la bioaccesibilidad de la curcumina y el impacto del tamaño de las gotas de las emulsiones, se utilizó un modelo de cultivo celular gastrointestinal in vitro, como resultado de los ensayos se encontró que la digestión de lípidos y la bioaccesibilidad se vio disminuida cuando el tamaño de las gotas eran grandes, como fue en el caso de LCT, mientras que para emulsiones pequeñas, medianas SCT y MCT, no hubo diferencia significativa, presentando un orden de bioaccesibilidad de MCT > SCT > LCT de acuerdo con el tamaño de las emulsiones.

Inal et al., (2022) en su estudio determinan la bioaccesibilidad de la curcumina en un modelo in vitro de simulación gastrointestinal, utilizando nanoemulsiones los autores trabajaron con aceite de Echiium (EO) la cual contiene altas concentraciones de omega 3, en el estudio se detalla que al agregarle curcumina, se logra aumentar más la liberación del omega 3, durante la digestión, para las nanoemulsiones de curcumina y EO se utilizó surfactantes como el tween 80 al 5 % y 10%, como respuesta de los tratamientos se encontró que las nanoemulsiones con curcumina presentan mayor capacidad de eliminación de radicales que las nanoemulsiones sin curcumina, además se demostró que la bioaccesibilidad in vitro fue de un 35% así mismo, la cromatografía de gases de las nanoemulsiones digeridas revelaron que la presencia de la curcumina disminuye la liberación de ácido oleico, mientras que el ácido estearidónico (SDA) se ve aumentado.

Sun et al., (2022) Mencionan que la curcumina es utilizado frecuentemente como aditivo alimentario natural por sus diversas propiedades farmacológicas, sin embargo, se ve limitado sus usos a nivel industrial debido a su poca solubilidad con en el agua, su inestabilidad química y baja biodisponibilidad, es por ello que los autores plantean como objetivo elaborar unas emulsiones de cuerpo de aceite de curcumina (COB), utilizando diferentes secuencias de ultrasonido para obtener una mejor funcionalidad, y propiedades de digestión de los cuerpos de aceites, los autores concluyen que el método en el que se prepara el cuerpo oleoso y luego se carga con curcumina (COB-U), a comparación del método del COB preparado por ultrasonicación directa en la

suspensión de soja (U-COB) logra una liberación sostenida de aceite en el intestino, mostrando una biodisponibilidad del 67,42%

Yin et al., (2020) en su estudio evaluó si las cualidades sensoriales del aceite de sésamo se ven afectadas por el uso de las tecnologías en el proceso de su elaboración, además realiza una prueba de aceptabilidad, para ello se somete a prueba a consumidores frecuentes donde se evaluaron el agrado del producto usando la escala Hedónica, las características sensoriales de las muestras de aceite de sésamo, las cuales fueron sometidas a tratamientos como: la extracción en agua (S1), el prensado en frío (S2), prensados en tornillo (S3 y S5) y uno crudo sin tratamiento (S4), dentro de los resultados se puede notar que la percepción sensorial, como la aceptabilidad sensorial si influyó según cada tratamiento, siendo el aceite extraído en agua el que más le agradó a los consumidores, seguido del aceite tostado y finalmente el prensado en frío.

2.1.2 Investigaciones nacionales

Como antecedentes nacionales, se encontraron trabajos relacionados con la cúrcuma, los autores detallan sus propiedades antioxidantes de los extractos etanólicos de cúrcuma, las cuales se relatan a continuación

Aliaga y Muñoz (2018) en su tesis titulado “*Estudio del extracto etanólico de los rizomas de Curcuma longa L. “cúrcuma” y su actividad antioxidante*” plantean como objetivo, determinar la actividad antioxidante de soluciones (5, 10 y 20 %) del extracto seco del rizoma de “cúrcuma” *Curcuma longa L.*, se utilizó el método DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazil) para medir la actividad antioxidante, como resultados se encontró que la actividad antioxidante expresada en inhibición, de las soluciones 5, 10 y 20 % fueron del 81,552%, 82,077% y 83,742% respectivamente en comparación con la muestra patrón de Vitamina C con promedios que corresponde al 5, 10 y 20% de 96,258%, 93,313% y 84,110% respectivamente. Conclusión: Se determinó que el extracto etanólico de los rizomas de *Curcuma longa L.* “cúrcuma” tiene actividad antioxidante cercana a la de la vitamina C, y puede ser considerada una fuente de antioxidantes naturales. Esta actividad se debe a la presencia de compuestos fenólicos, flavonoides.

Cosquillo, (2019) en su tesis “*Efecto antioxidante, antitumoral y genotóxico del extracto crudo y etanólico del rizoma de Curcuma longa L. - palillo*”, propuso como uno de sus objetivos evaluar la capacidad antioxidante del extracto crudo y etanólico del rizoma de cúrcuma, los resultados obtenidos fueron según el ensayo DPPH un IC50 de $17,01 \pm 0,004$ $\mu\text{g/ml}$ para el extracto crudo y $64,26 \pm 0,002$ para e extracto etanólico, mientras que para el método ABTS un IC50 $15,12 \pm 0,0025$ $\mu\text{g/ml}$ para el extracto crudo y $57,67 \pm 0,0025$ $\mu\text{g/ml}$ para el extracto etanólico.

Barzola y Huamán (2022) en su tesis “*Comparación de la actividad antioxidante in vitro del extracto acuosa e hidroalcohólico de Curcuma longa L. “cúrcuma”*”, plantearon como objetivo evaluar la diferencia entre el extracto acuoso y el hidroalcohólico de “cúrcuma” *Curcuma longa L.* para distinguir cuál de las dos soluciones posee mayor actividad antioxidante los métodos usado fueron 1,1-difenil-2-picrilhidrazilo (DPPH), y el radical ácido 2,2'- azinobis(3-etilbenzotiazolin-6-sulfónico) (ABTS), los resultados obtenidos en el estudio fueron, para la maceración acuosa IC50 de 0.122 mg/ml, según en método DPPH y 0.116 mg/ml para ABTS, mientras que para el extracto hidroalcohólico fue de 0.210 mg/ml según el Método DPPH y 0.042 mg/ml para ABTS, el autor concluye que el extracto hidroalcohólico presenta mayor actividad antioxidante.

Chávez, (2017) en su estudio “*Evaluación de la actividad antioxidante in vitro de la Curcuma longa silvestre peruana*” detallan la actividad antioxidante de tres muestras de *Curcuma longa* silvestre provenientes de Huánuco, Selva alta de Ayacucho y Leoncio Prado – Tingo María, los autores emplearon el método del DPPH, para evaluar la actividad antioxidante, como resultado se encontró que en tiempos de 30 min., las muestras de Ayacucho presentó un valor de 98,50% , Huánuco 80,94% y Leoncio prado un 16.02%, luego se realizó otra lectura a los 60 min., la muestra que presentó la mayor actividad antioxidante perteneció a las muestras de Huánuco con un valor de 126.16% y un 99.94% las muestras de Ayacucho, los autores concluyen que existe diferencia significativa en la actividad antioxidante de las muestras procedentes de Huánuco y Ayacucho.

Cosquillo et. al (2018), en su trabajo titulado “*Caracterización físico-química y capacidad antioxidante de extractos del rizoma de Curcuma longa L*”, tuvo como objetivo el estudio físico-químicos, y la capacidad antioxidante de muestras *Curcuma longa L.* tanto en extracto crudo como en etanol al 96 %, dentro de su metodología

los autores utilizaron ensayos de Folin-Ciocalteu para determinar los compuestos fenólicos totales, mientras que para determinar la actividad antioxidante los ensayos de 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH) y 2,2-azinobis-[3 etilbenzotiazolin-6-sulfónico] (ABTS), como resultados se reportaron una concentración de 252,05 µg EAG/mg de polifenoles totales en el extracto crudo, y 296,43 µg EAG/mg de polifenoles totales en el extracto etanólico, mientras que para la capacidad antioxidante según el ensayo DPPH se reportó IC50 64,26 y 17,01 µg/ml para el extracto crudo y etanólico respectivamente, así mismo con el ensayo de ABTS resultó IC50 57,67 y 15,12 µg/ml en los extractos crudo y etanólico.

Pruebas de aceptabilidad: Respecto a las pruebas de aceptabilidad de productos, pueden describir las siguientes investigaciones:

En el trabajo de Rosas, (2019) parte de su estudio fue evaluar la aceptabilidad en barras de chocochips de sangrecita con semillas de ajonjolí (*sesamum indicum* L) y linaza (*Linum usitatissimum*), el autor reporta que el nivel de aceptación de producto fue buena, tanto en textura como en aroma, siendo el producto, “choco-Al” la que alcanzó la mayor preferencia en cuanto al atributo del aroma obteniendo una calificación de “me gusta mucho” en un total del 90% de los jueces evaluadores, en contraparte se obtuvo un 10% que calificaron “me gusta moderadamente”, luego de realizar los análisis de sus resultados el autor concluye que si bien no encontró diferencia significativa en la textura, sin embargo, en el atributo del aroma, estadísticamente si hubo una diferencia significativa con un (p valor $< 0,05$).

Cortez, (2021) en su tesis “*Elaboración de una salsa picante con aguaje (*Mauritia flexuosa* l. f), ají charapita (*capsicum frutescens* l.), palillo (*cúrcuma longa* l.) y evaluación de su estabilidad en almacenamiento*” planteó como objetivo realizar una salsa utilizando el aguaje, ají charapita y el palillo (Cúrcuma), con el fin de evaluar su estabilidad y capacidad antioxidante a diferentes temperaturas (10 °C, temperatura ambiente, 60 °C) y tiempos (0, 10, 20, 30, 40 y 50 días), realizó 4 formulaciones de la salsa, sometiéndose a un análisis sensorial en la escala hedónica de 7 puntos, como resultados encontró que la formulación N° 4 fue la que obtuvo mayor aceptabilidad sensorial, y mejores resultados en polifenoles, con valores de 104,18 mg EAG/100g, capacidad antioxidante DPPH 1,20 mM TEAC/100 g; ABTS 2,10 mM TEAC/100g.

Loú, (2016) en su estudio titulado “*efecto de la sustitución de grasa por aceite de sacha inchi (plukenetia volubilis l.) y harina de plátano (musa paradisiaca l.) variedad inguiri sobre el contenido de grasa, rendimiento de cocción, índice de peróxidos, color, firmeza y aceptabilidad general de hamburguesa de carne de vacuno (bos taurus)*”, como parte de su trabajo el autor evaluó la aceptabilidad sensorial de una hamburguesa de carne vacuno, que contiene aceite de sacha Inchi en concentraciones del 5, 7.5 y 10 % para la prueba de aceptabilidad se utilizó la escala hedónica de 9 puntos, cuyo rango fluctúa entre “Me gusta muchísimo” a “Me disgusta muchísimo”, el autor utilizó de 30 jueces no entrenados, la prueba estadística que se realizó fue la de Friedman, donde se obtuvo como resultado que no existió diferencia significativa a un ($p>0.05$). Concluyendo que la hamburguesa que contiene el tratamiento del 10% de aceite de sacha inchi, mostró una aceptabilidad con un rango promedio de 6.22 y una moda de 7 puntos, cuyo valor corresponde a la calificación de “me agrada moderadamente”

2.1.3 Bases teóricas

Curcuma lóna L.

La cúrcuma pertenece a la familia de las Zingiberaceae, es cultivada generalmente en zonas cercanas a los trópicos y sub trópicos, es cultivada tanto en zonas secas como en zonas muy húmedas, en cuanto a la altitud del cultivo, se reportan una altura óptima entre 450 y 900 m sobre el nivel del mar, en cuanto a la temperatura óptima de cultivo suele estar entre 18,2 °C y 27,4 °C, es recomendable un riego muy abundante durante los dos primeros meses, ya que ayudará mucho con la activación de crecimiento de las raíces y pequeños brotes 1 (Nair, 2013), como se puede observar en la figura1.

La Cúrcuma presenta la siguiente clasificación taxonómica según The RoyalBotanic Gardens, Kew. (2021).

Reino	Plantae
Filo	Tracheophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Zingiberales

Familia Zingiberaceae
Género Curcuma L.
Especie Curcuma longa L.



Figura 1. Izquierda planta Cúrcuma, derecha Rizoma de cúrcuma Fuente: Meng et al., 2018)

Composición química de cúrcuma

Principalmente los curcuminoides más conocidos de la cúrcuma se componen de tres grupos, generalmente se suelen encontrar en las siguientes proporciones 76,9 % de curcumina, 17,6 % de demetoxicurcumina y 5,5 % de bis-demetoxicurcumina, adicionalmente existen los aceites volátiles como la tumerona, atlantona y zingiberona, carbohidratos, proteínas y resinas, sin embargo, la curcumina es poco soluble en agua porque es un polifenol lipofílico y es estable en el pH ácido del estómago (Jurenka, 2009).

Capacidad antioxidante

Es la capacidad de una especie o molécula que retrasa e impide momentáneamente la oxidación de otra molécula, por lo que se le conoce como un reductor, pero no necesariamente todos los agentes reductores son antioxidantes, en la química es muy conocido la reacción “redox” que hace referencia a los términos como el reductor y oxidantes, mientras que para sistemas biológicos se describe como “antioxidante” y “Pro-oxidante” (Prior & Cao, 1999).

Así mismo los antioxidantes se clasifican en antioxidantes primarios, por ser

aquellas moléculas que participan activamente en la inhibición de las oxidaciones, también se encuentran los antioxidantes secundarios, su mecanismo de acción es de forma indirecta, como la captación del oxígeno o la unión de moléculas prooxidantes (Shahidi, Janitha & Wanasundara, 1992).

2.2 Definición de términos básicos

Aceptabilidad sensorial

Es el grado de aceptación o rechazo del producto, en el estudio se hace referencia a los tratamientos de los aceites saborizados con diferentes concentraciones de curcuminoides, para realizar la calificación de la aceptabilidad sensorial, se utilizó una escala Hedónica de 5 puntos.

Capacidad antioxidante

Es la capacidad de retrasar la oxidación que se evaluará en los productos que se han formulado a base de aceite vegetal y los curcuminoides, siendo estos últimos ampliamente descritos como antioxidantes naturales.

Curcuminoides totales solubles en los aceites

Es la concentración de los curcuminoides totales que se encuentran solubilizados en los aceites vegetales como Oliva, Sacha Inchi, Maíz y canola, los curcuminoides totales incluyen a todo ese grupo químico en general, como la curcumina, demetoxicurcumina, bisdemetoxicurcumina, etc.

2.3 Hipótesis de investigación

2.3.1 Hipótesis general

Por lo menos uno de los aceites vegetales saborizados presentará aceptabilidad sensorial, mayor aporte de curcuminoides y capacidad antioxidante.

2.3.2 Hipótesis específicas

- Existirá diferencias significativas en el porcentaje máximo de curcuminoides soluble en al menos uno de los aceites vegetales: maíz, oliva, sacha inchi y canola.

- Por lo menos una de las formulaciones de aceites saborizados con curcuminoides tendrá una aceptabilidad general diferente sobre los demás tratamientos.

- Al menos uno tratamiento de los aceites saborizados como el de oliva, sacha inchi, maíz y canola con el porcentaje de curcuminoides más aceptable presentará una capacidad antioxidante diferente a los aceites sin adición de curcuminoides

2.4 Operacionalización de las variables

Variables	Dimensión	Indicador	Escala de medición
<p>Independiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Curcuminoides en el aceite vegetal (Oliva, Sacha Inchi, Maíz y canola) 	<ul style="list-style-type: none"> - Solubilidad de los curcuminoides según el tipo de aceite 	<ul style="list-style-type: none"> - Concentración máxima de curcuminoides en los diferentes aceites. 	<ul style="list-style-type: none"> - mg de curcuminoides/ g de cada solución de aceite
<p>Dependientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aceptabilidad sensorial los aceites vegetales concurcuminoides. -Aporte de curcuminoides - Capacidad antioxidante 	<ul style="list-style-type: none"> - Prueba de preferencia mediante la escala hedónica -Curcuminoides totales presentes en las diluciones de los aceites vegetales con las soluciones madres - Cuantificación Capacidad antioxidante mediante el método del radical ABTS 	<ul style="list-style-type: none"> - Aceptabilidad general, aceptabilidad del Sabor, Olor. -Cuantificación de curcuminoides totales mediante el espectrofotómetro Uv/Vis. - Cuantificación de la capacidad antioxidante mediante el espectrofotometría Uv/Vis 	<ul style="list-style-type: none"> - Escala Hedónica que varían de me disgusta extremadamente (1), Hasta me gusta extremadamente (5). - mg de curcuminoides / g de aceite. - μ mol TE/gaceite

CAPITULO III. METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

El estudio fue experimental debido a que se manipuló las variables independientes y se observó los efectos que se produjo sobre las variables dependientes bajo condiciones controladas, según los diferentes tratamientos, lo cual permitió la recolección y análisis de los datos obtenidos.

Así mismo el estudio fue cuantitativo debido a que los datos obtenidos de los análisis fueron numéricos, y cuantificables, por lo que me permitió realizar pruebas y comparaciones con las hipótesis donde obtuve resultados con un carácter significativo, basados en la estadística.

3.1.1 Diseño experimental

Obtención de la Harina de Cúrcuma

La harina de cúrcuma que se utilizó fue procedente de los cultivares de Maynas - Iquitos, en el mes de diciembre del 2021, las muestras fueron secadas y molidas, posteriormente llevados al laboratorio de Compuestos bioactivos de la DIDITT-ITP, donde fue tamizado, en diámetro de malla de 35 a 50 μm , luego fueron empacados al vacío y conservados a -20°C hasta el uso.

Pruebas preliminares de elaboración del aceite aromatizado

El objetivo de la prueba fue evaluar especias como romero, pimienta, orégano y ajo, con el fin de enmascarar el sabor fuerte de la cúrcuma disuelta en el aceite de vegetal con curcuminoides, para ello se preparó los aceites vegetales con oleorresina de cúrcuma que fueron aromatizadas según (Gambacorta et al., 2007), con algunas modificaciones, las cuales se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1. Tratamientos de los aceites aromatizados.

Tratamiento	INGREDIENTES	CONCENTRACIÓN
T1	romero	1%
T2	pimienta	2%
T3	orégano	2%
T4	ajo	2%
T5	romero, orégano y Pimienta.	1%, 2% y 2% respectivamente
T6	romero, orégano, Pimienta y ajo.	1%, 2% , 2% y 2% respectivamente

Luego de pesar las especias, a sus respectivas concentraciones, se homogenizó en el agitador(vórtex) durante 1 min., y dejó reposar, posteriormente se dejó macerar durante 24 h.

Extracción de aceites esenciales

Con el fin de poder suministrar exactamente las alícuotas de los aceites esenciales para quemajoren y enmascaren el sabor y olor intenso de la cúrcuma se extrajo el aceite esencial de romero y orégano mediante hidrodestilación como se muestra en la figura 2, el proceso duró 2 h, utilizando una relación 1:10 (materia prima: agua), finalmente se separó el aceite esencial del hidrolato.



Figura 2. Proceso de hidrodestilación Fuente: Elaboración propia

A continuación, se detalla las actividades realizadas como parte de la metodología experimental del estudio Figura 3.

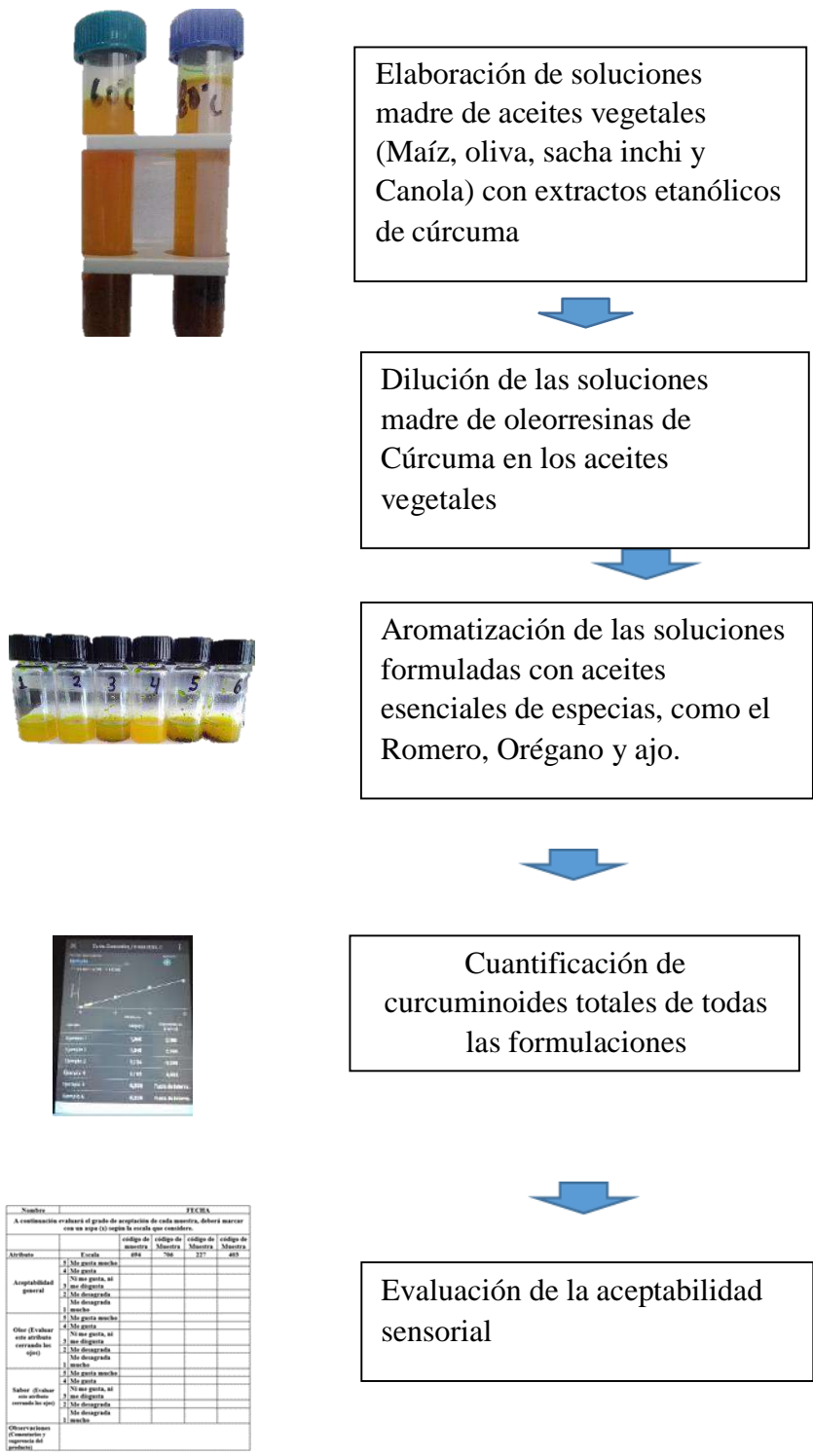


Figura 3. Flujograma del estudio

Elaboración de soluciones madre de aceites vegetales (Maíz, oliva, sachá inchi y Canola) con curcuminoides.

Se pesó 20 g de harina de cúrcuma con un total de 1000 ml de etanol (3 lavadas: 330ml, 330 ml y 340 ml), se agitó por 1 min en el homogeneizador vórtex, luego fue macerado por el sonicador durante 25 min, se centrifugó 30 min. a 3700 RPM a 15°C, el sobrenadante se recuperó con la bomba al vacío, repitiéndose todo el procedimiento 3 veces.

El extracto total recuperado de la solución etanólica fue de 880 ml aprox., se mezcló con 50 g de aceite de oliva extra virgen en un beacker de 2 L utilizando

un agitador magnético se homogenizó en 600 rpm a temperatura de ambiente como se observa en la figura 4, después de 30 min, la solución fue llevada al rota vapor con la finalidad de separar el etanol de la mezcla, el proceso se llevó a cabo hasta que dicha mezcla este libre del etanol como se muestra en la figura 5, hasta sequedad, luego se le saturó la atmósfera del balón con nitrógeno con el fin de eliminar trazas del solvente, el aceite concentrado con oleorresina de cúrcuma fue almacenado en tubo falcón de 50ml, y luego fue centrifugado a 2500 rpm por 50 min, y se recuperó el sobrenadante, a la que se denominó “solución madre”



Figura 4. Homogenización del extracto etanólico con el aceite vegetal



Figura 5. Separación del etanol de la Homogenización, utilizando el rota vapor

Dilución de las soluciones madre con curcuminoides en los aceites vegetales

En este estudio, se evaluaron diferentes aceites vegetales, de oliva, sacha Inchi, maíz y canola con diferentes concentraciones de curcuminoides, los tratamientos y códigos se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2: Tratamientos de los aceites vegetales con curcuminoides

Tratamiento	Código	Tipo de aceite	Porcentaje de curcuminoides totales (%)
1	AO1	Oliva	0,6
2	AO2	Oliva	0,5
3	AO3	Oliva	0,4
4	AO4	Oliva	0,3
5	AS1	sacha Inchi	0,6
6	AS2	sacha Inchi	0,5
7	AS3	sacha Inchi	0,4
8	AS4	sacha Inchi	0,3
9	AM1	Maíz	0,6
10	AM2	Maíz	0,5
11	AM3	Maíz	0,4
12	AM4	Maíz	0,3
13	AC1	Canola	0,6
14	AC2	Canola	0,5
15	AC3	Canola	0,4
16	AC4	Canola	0,3

Aromatización de las soluciones formuladas con aceites esenciales de especias, como el Romero, Orégano y ajo.

Los aceites vegetales con curcuminoides fueron saborizados con el objetivo de enmascarar el sabor fuerte de la cúrcuma, las especias utilizadas fueron el romero *Salvia rosmarinus*, orégano *Origanum vulgare*, pimienta negra *Piper nigrum* y ajo *Allium sativum*, como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Formulación de la saborización de los aceites vegetales

Especias	Cantidad
Aceite esencial de Romero	0,33 ml/kg
Aceite esencial de Orégano	0,33 ml/kg
Pimienta negra molida	0,1 mg/kg
Ajo deshidratado	0,3 mg/kg

Cuantificación de curcuminoides totales de todas las formulaciones.

Se determinó los curcuminoides totales presentes en las mezclas de aceites mediante el protocolo de (Hazra, 2015), para ello se utilizó una curva de calibración, con el estándar de curcumina, utilizando al metanol como solvente, en concentraciones de 5 $\mu\text{g/ml}$, 10 $\mu\text{g/ml}$, 15 $\mu\text{g/ml}$ y 20 $\mu\text{g/ml}$, teniendo en consideración la pureza del reactivo y su humedad, posteriormente se diluyeron las muestras en etanol, teniendo en cuenta que el valor de la absorbancia de dicha dilución se encontró dentro de la curva de calibración, el equipo que se utilizó fue el espectrofotómetro UV-VIS thermo scientific GENESYS180 y las muestras fueron leídas a una longitud de onda de 421 nm.

Cuantificación de la capacidad antioxidante.

Para la cuantificación de la capacidad antioxidante se utilizó el método del radical ABTS, para ello se preparó las siguientes soluciones de reacción.

Como solución base, se preparó el ABTS 7 mM, para ello se pesó 38.4 mg de sal diamónica de ABTS y se disolvió hasta un volumen de 10 ml con agua desionizada, para la solución de Persulfato de potasio 2.45 mM, se pesó

66.2 mg de $K_2S_2O_8$ y disolvió hasta un volumen de 100 ml con agua desionizada, para utilizar la solución del radical $ABTS^{\circ+}$ se realizó la reacción de 10 ml de la solución de $ABTS$ 7mM y 10 ml de Persulfato de potasio 2.45 mM, esta mezcla se almacenó en la oscuridad por 12 a 16 h antes de su uso temperatura ambiente, se usó esta solución del radical $ABTS^{\circ+}$ previamente diluido en etanol en proporción (1:50) respectivamente, hasta lograr una absorbancia de 0.70 ± 0.02 a 734 nm.

Como curva de calibración se utilizó soluciones de trolox para ello se preparó una solución madre de 4 Mm, para ello se pesó 10 mg de Trolox y enrazó con metanol

100 % en fiola de 10 ml, posteriormente, partiendo de la solución madre se prepararon las concentraciones de la curva de calibración de 0.4, 0.8, 1, 1.5 y 2 mM

Evaluación de la aceptabilidad sensorial

Se aplicó un cuestionario para selección de los jueces, donde se les preguntaron aspectos de actividades que interfieren con los sentidos como: el fumar cigarrillos, estar resfriado, alérgenos, consumo de café, además otros aspectos como la frecuencia con que consume ensalada ya sea sola o acompañado con algún tipo de aceite, aliño etc., la cual está presente en el Anexo 1 , luego de la selección de los jueces que pasaron el filtro, se les explicó el tipo de la evaluación y los pasos a seguir para realizar la cata.

Para la aceptabilidad sensorial se evaluó el grado de aceptación o rechazo de la adición de la oleorresina en aceites saborizado, por cada tratamiento de las diluciones formuladas, participaron 15 jueces, sin entrenamiento, denominados consumidores frecuentes, se utilizó la escala hedónica de 5 puntos donde la escala varió desde me disgusta mucho como valor 1, me disgusta con un valor 2, ni me disgusta ni me gusta con un valor de 3, me gusta con un valor 4 y me gusta mucho con valor 5, donde se evaluó el nivel de aceptación o rechazo en atributos como la aceptabilidad general, el olor, sabor y el apariencia Anexo 2.

3.2 Población y Muestra

3.2.1 Población

La población estuvo constituida por todas las formulaciones de los aceites vegetales con oleorresina de cúrcuma a los que se va a estudiar su aceptabilidad, solubilidad y aporte de curcuminoides.

3.2.2 Muestra

El muestreo es por conveniencia, no probabilístico, por lo que la cantidad utilizada es independiente de la probabilidad, sin embargo, estuvo sujeta a los objetivos del estudio, los cuales consistieron en evaluar la máxima solubilidad de oleorresina de cúrcuma, y el aporte de curcuminoides presentes en cada mezcla realizada según el tratamiento correspondiente, así como el análisis de aceptabilidad sensorial

3.3 Técnica de recolección de datos

Para la evaluación de los atributos sensoriales, se empleó una prueba de preferencia hedónica con una escala de 5 puntos que fluctúan de “no me gusta mucho” con valor 1, a “me gusta mucho” con un valor de 5 puntos,

3.4 Técnicas de procesamiento de la información

Los datos recolectados fueron procesados mediante el software Minitab® Versión 19, a los que se les aplicó el Análisis de varianza (ANVA) con su respectiva prueba de comparaciones múltiples TUKEY

CAPITULO IV. RESULTADOS

4.1 Análisis de los resultados

Pruebas preliminares Aceite Aromatizado

Los resultados obtenidos se pueden visualizar en la Figura 6, no hubo un cambio en el sabor y olor en los tratamientos T1, T2 y T3, el enmascaramiento del aceite no fue efectivo, mientras que para el tratamiento T4 se pudo notar un olor muy característico al ajo, pero en cuanto al sabor no hubo un enmascaramiento, el sabora Cúrcuma aún era muy notorio, en cuanto al tratamiento T5 no hubo un enmascaramiento efectivo en el olor, ni en el sabor, para el tratamiento T6 si hubo un enmascaramiento en cuanto al sabor y olor, presentaba un aroma muy semejante a un aderezo, por lo que se utilizó los ingredientes de aquel tratamiento de manera constante para todo el estudio y lograr una mayor aceptabilidad.



Figura 6. Aceites de oliva con curcuminoides aromatizados con especias

Extracción de aceites esenciales

En cuanto a los resultados de los rendimientos obtenidos de aceite esencial se puede visualizar en la Tabla 4, que el rendimiento de aceite esencial fue más en las muestrassecas que en la muestra humedad.

Tabla 4. Rendimiento de los aceites esenciales.

Materia prima	Parte	Humedad	Peso (g)	Vol. Aceite esencial (ml)	Rendimiento base húmeda	Rendimiento base seca
Romero	Hojas y tallo Seco	14.48	69	1.0	1.45	1.69
Orégano	Hojas y tallo Fresco	68.97	200.11	0.2	0.10	0.32
Orégano	Hojas Secas	11.86	45.86	0.8	1.74	1.98

En cuanto a la curva de calibración en la Tabla 5 se puede reportar que se logró obtener una buena linealidad, con un R^2 de 0.9955

Tabla 5. Curva obtenida del estándar de curcumina.

Curva de calibración		
uL	Curcumina ($\mu\text{g/ml}$)	ABS
0	0,0	0,000
100	4,8	0,870
200	9,5	1,654
300	14,3	2,483
400	19,0	3,057
Pendiente	0,1627	
Intercepción	0,0674	
R 2	0,9955	

Determinación del porcentaje máximo de curcuminoides solubles en aceites vegetales, como el de oliva, sachá inchi, maíz y canola.

En cuanto a las máximas solubilidades de los aceites vegetales como se puede visualizar en la Tabla 6, se obtuvo valores que oscilan desde 1,05 %, hasta 1,22% siendo el máximo porcentaje de curcuminoides solubles perteneciente al aceite de Sacha Inchi.

Tabla 6. Soluciones concentradas de curcuminoides de los aceites vegetales.

Soluciones concentradas de los aceites	Máxima concentración soluble de curcuminoides en 100 g de aceite
Aceite de Oliva	1,16 %
Aceite de Sacha Inchi	1,22%
Aceite de Maíz	1,09%
Aceite de Canola	1,05%

Determinación del porcentaje máximo de curcuminoides que se pueden adicionar a los aceites saborizados como el de oliva, sachá inchi, maíz y canola de tal manera que sean aceptables sensorialmente.

Se logró establecer la aceptabilidad sensorial de los jueces según su calificación, los valores del Anexo 3 indican que en la mayoría de los tratamientos las calificaciones

Mayoritarias de los jueces se concentran superando la puntuación 3, “ni me gusta, ni me disgusta”.

Así por ejemplo como resultado de la aceptabilidad sensorial se describe que, en el aceite vegetal de oliva con curcuminoides, se puede observar que existe un porcentaje mayoritario de la población de jueces que calificaron a los aceites como “me gusta”, como se puede observar en la figura 7 obteniendo un valor máximo del 53.33% de jueces que marcaron esa calificación para el tratamiento con curcuminoides totales del 0.4%.

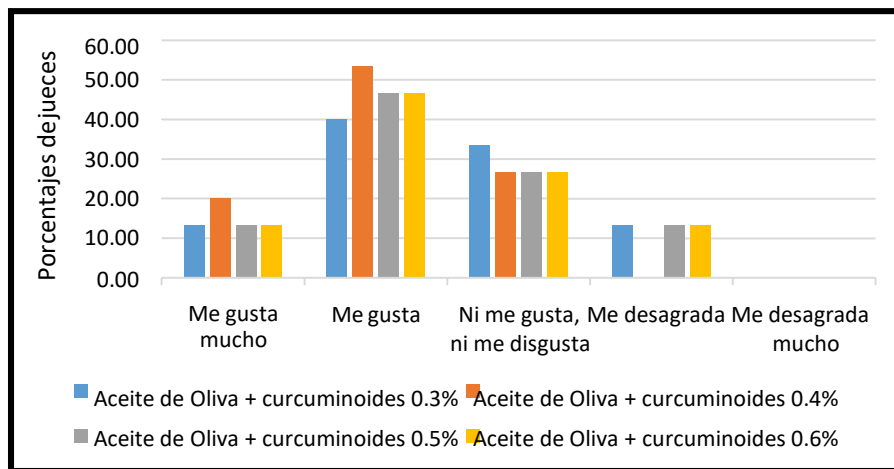


Figura 7. Gráfico de barras de los porcentajes de jueces según su calificación de aceptabilidad general en el aceite de oliva con curcuminoides

Para la calificación sensorial del aceite de Sacha Inchi con curcuminoides, se puede observar que el mayor porcentaje de la población de jueces se encuentra en la calificación de “me gusta” y “ni me gusta ni me disgusta”, superando la barrera de la calificación mayor igual a 3 como se muestra en la figura 8, siendo el aceite de sachá inchi con 0,3% de curcuminoides la que presenta mayor porcentajes, un valor de 53,33%

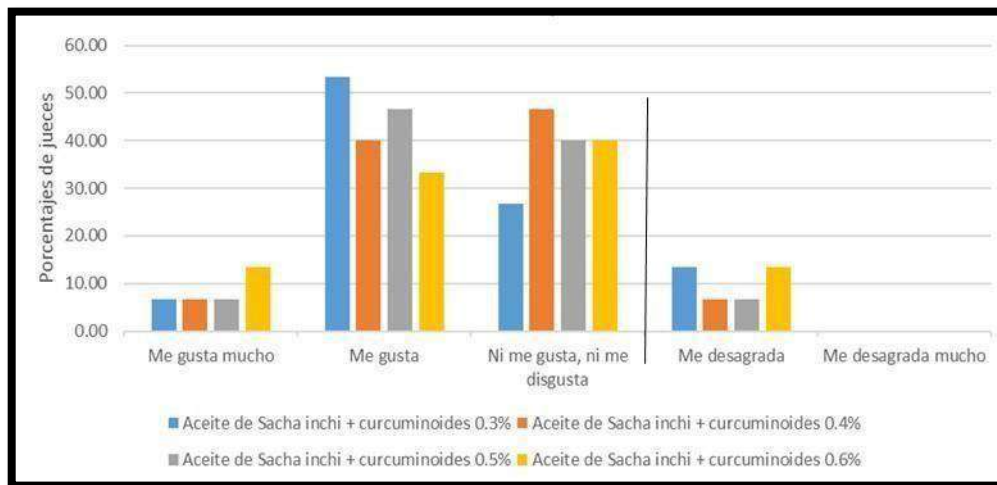


Figura 8. Gráfico de barras de los porcentajes de jueces según su calificación en aceite de Sacha Inchi.

En cuanto al aceite de maíz se encontró que el mayor porcentaje de la población de jueces se encuentra en la calificación 3, “ni me gusta, ni me disgusta” y en la calificación 4 “me gusta” como se puede apreciar en la figura 9 el más alto valor encontrado pertenece al aceite de maíz con curcuminoides al 0,5 % con un porcentaje de jueces del 53,33%.

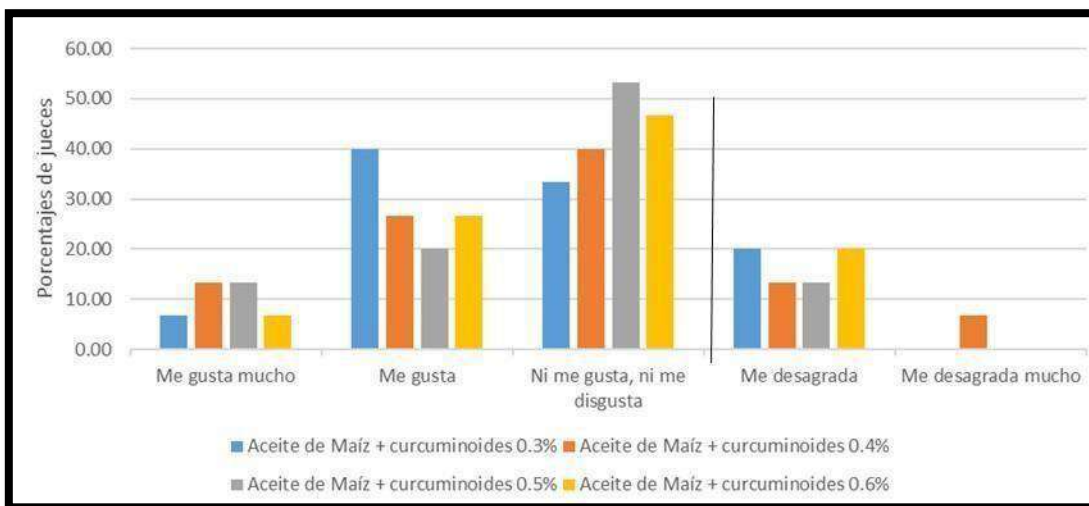


Figura 9. Gráfico de barras de los porcentajes de jueces según su calificación en aceite de Maíz.

Para el aceite de canola el porcentaje más alto de jueces se encuentra en las calificaciones de “me gusta” y “ni me gusta, ni me disgusta” como se muestra en la figura 10 siendo el más alto valor el aceite con el 0,3% y 0,5% de curcuminoides, con un porcentaje del 66,67% y 66,67 % respectivamente.

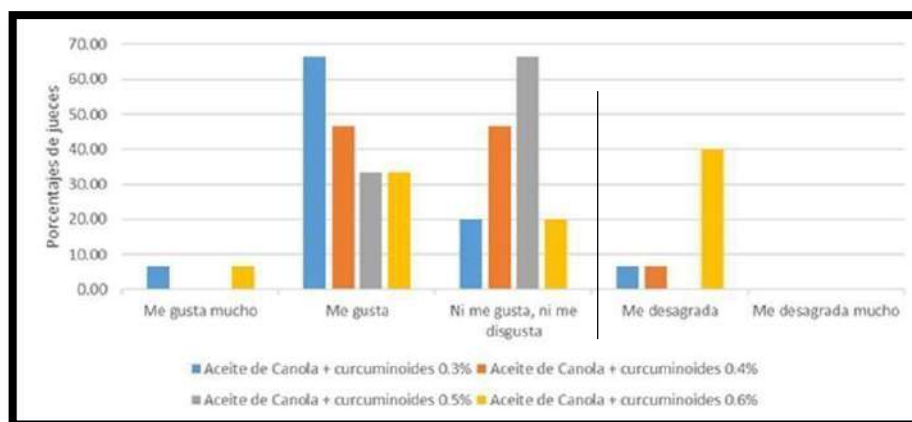


Figura 10. Gráfico de barras de los porcentajes de jueces según su calificación en aceite de Canola.

Determinación de la capacidad antioxidante de los aceites vegetales saborizados de maíz, oliva, sacha inchi y canola con el porcentaje de curcuminoides más aceptable sensorialmente.

En la Tabla 7 se puede apreciar los valores obtenidos de las capacidades antioxidantes, se encontró que el aceite de maíz con una concentración del 6 % de curcuminoides logró obtener una capacidad antioxidante de 158,77 μ mol TE/g aceite, siendo el mayor valor obtenido, así mismo se encontró que el menor valor obtenido pertenece al aceite de maíz con un valor de 50,01 μ mol TE/g aceite.

Tabla 7. Capacidad antioxidante según cada tratamiento

Aceite Vegetal	μ mol TE/g aceite
Aceite de maíz	50,01
Aceite de canola	15,37
Aceite de sacha Inchi	28,98
Aceite de oliva	26,14
Aceite de sacha Inchi 0,6 %	139,63
Aceite de Canola 0,6 %	130,79
Aceite de maíz 0,6 %	158,77
Aceite de oliva 0,6 %	100,04

Luego del procesamiento de los datos, ANOVA, con su respectiva prueba de comparaciones múltiples (Tukey), se pudo demostrar estadísticamente que existen diferencias altamente significativas, para cada aceite tipos de ácidos grasos evaluados, como se detallan en la Tabla 8

Tabla 8: Perfil de ácidos grasos de los aceites vegetales: oliva, sachá inchi, maíz y canola.

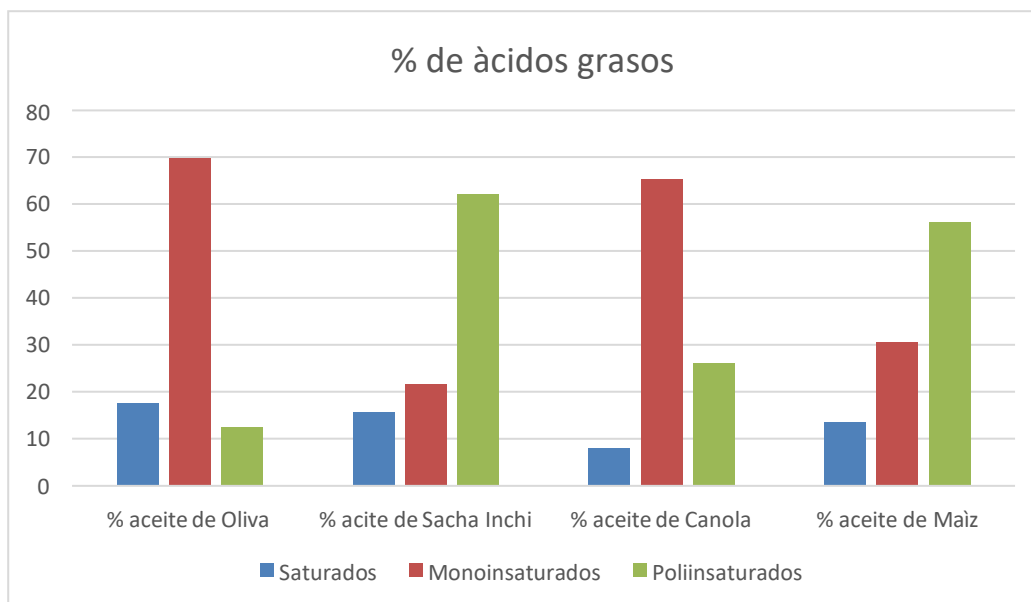
ÁCIDOS GRASOS	Prueba de comparacions Tukey								P-Valor
	Aceite de Oliva		Aceite de sachá Inchi		Aceite de Maíz		Aceite de canola		
	Promedio	Desviación estándar	Promedio	Desviación estándar	Promedio	Desviación estándar	Promedio	Desviación estándar	
Ácido Palmítico) en porcentaje (%)	15,2 A	0,68	10,195 B	0,09	10,86 B	0,16	4,415 C	0,02	0,000
C 18:0 (Esteárico) en porcentaje (%)	1,840 B	0,24	4,645 A	0,01	1,810 B	0,03	2,255 B	0,01	0,000
C 18:1 w-9 (Oleico) en porcentaje (%)	64,33 A	0,65	20,29 D	0,49	29,815 C	0,21	61,475 B	0,16	0,000
C 18:1 w-7 (Vaccenico) en porcentaje (%)	2,89 A	0,24	1,02 B	0,03	0,45 C	0,04	2,53 A	0,00	0,000
C 18:2 w-6 (Linoleico) * en porcentaje (%)	11,875 D	0,11	51,825 B	0,12	54,995 A	0,15	19,615 C	0,15	0,000
C 18:3 w-3 (α -Linolénico) en porcentaje (%)	0,605 C	0,01	10,23 A	0,49	1,035 C	0,04	6,38 B	0,03	0,000
C 20:0 (Araquídico) en porcentaje (%)	0,4 B	0,01	0,315 C	0,01	0,43 B	0,01	0,65 A	0,01	0,000
C 20:1 w-9 (Eicosaenoico) en porcentaje (%)	0,24 B	0,06	0,165 B	0,01	0,245 B	0,01	1,03 A	0,00	0,000
C 22:0 (Behénico) en porcentaje (%)	0,135 C	0,01	0,315 B	0,01	0,145 C	0,01	0,395 A	0,01	0,000

Fuente: Datos obtenidos en el laboratorio de ITP.

En la Tabla 8, las letras iguales en la fila, indican que no hay diferencia significativa, ($p > 0.05$) mientras que las letras diferentes en cada fila indican diferencia significativa, ($p < 0.05$).

Los ácidos grasos, según sus enlaces estructurales se agrupan en saturados, mono insaturados y poliinsaturados, a continuación, en el Cuadro 2, se detallan los porcentajes y su respectiva gráfica de barras (figura 11) de cada grupo según el aceite utilizado para las formulaciones.

Figura 11. Perfil de los ácidos grasos según su clasificación en cada aceite



Contrastación de Hipótesis

Hipótesis 1

Ho: El porcentaje máximo de solubilidad de curcuminoides es igual en cada tipo de aceite vegetal utilizado: aceite de maíz, oliva, sachá inchi y canola.

Ha : El porcentaje máximo de solubilidad de curcuminoides difiere en al menos un tipo de aceite vegetal utilizado: aceite de maíz, oliva, sachá inchi y canola.

Decisión Estadística: Si “p” calculado > 0,05 Se acepta Ho

Si “p” calculado < 0,05 Se rechaza Ho

Al realizar el Análisis de varianza para las soluciones máximas solubles de curcuminoides en los 4 tipos de aceites, utilizando un nivel de significancia $\alpha=0.05$, se encontró que el p valor se de 0,008 como se puede visualizar en la Tabla 9, así mismo, Teniendo en consideración la decisión estadística, se concluye que la hipótesis nula H_0 es rechazado, y por consiguiente la hipótesis alternativa H_a se acepta, afirmando que existe diferencia significativa entre las solubilidades máximas de curcuminoides entre los tipos de aceite utilizados: aceite de oliva, Sachá inchi, maíz y canola, así mismo, se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple Tukey Tabla 11.

Tabla 9. ANVA de curcuminoides totales expresados en porcentajes (%) en los aceites vegetales utilizados aceite de maíz, oliva, sachá inchi y canola.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TIPO DE ACEITE	3	0.034264	0.011421	18.84	0.008
Error	4	0.002424	0.000606		
Total	7	0.036688			

Tabla 11. Prueba de comparaciones múltiples (Tukey) de curcuminoides totales en porcentajes (%) en los aceites vegetales aceite de maíz, oliva, sachá inchi y canola.

TIPO DE ACEITE	N	Media	Agrupación
Sachá inchi	2	1.2249	A
Oliva	2	1.1559	A B
Maíz	2	1.09390	B C
Canola	2	1.0515	C

En la tabla 11 las letras iguales en cada columna indican que no existen diferencia significativa con un $p > 0.05$.

Hipótesis 2

H₀: Todos los aceites no difieren respecto a la aceptabilidad general de los demás tratamientos de aceites saborizados.

H_a: Por lo menos una de los tratamientos de aceites saborizados difiere de las demás, en la aceptabilidad general.

Decisión Estadística: Si “p” calculado > 0,05 Se acepta H₀

Si “p” calculado < 0,05 Se rechaza H₀

Luego de realizar el Análisis de varianza para los aceites, utilizando el modelo general lineal con un nivel de significancia $\alpha=0.05$, el resultado del valor p es de 0,066 como se aprecia en la tabla 12. Teniendo en consideración la decisión estadística, se concluye que H_a es rechazado, y por consiguiente H₀ se acepta, afirmando que los aceites no presentan diferencia significativa en la aceptabilidad de los tratamientos formulados.

Tabla 12. ANVA de la aceptabilidad general de los tratamientos.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Aceites	15	18.79	1.2526	1.63	0.066
Error	235	180.12	0.7665		
Total	250	198.91			

Hipótesis 3

H₀: Los aceites vegetales de Oliva, Sacha inchi, Maíz y Canola con curcuminoides presentan una capacidad antioxidante igual que los aceites vegetales de Oliva, Sacha inchi, Maíz y sin curcuminoides.

H_a: Al menos uno de los aceites vegetales saborizados con el contenido de curcuminoides como el de Oliva, Sacha inchi, Maíz y Canola presentan una capacidad antioxidante diferente a los aceites vegetales sin curcuminoides ni especias.

Decisión Estadística: Si “p” calculado > 0,05 Se acepta H₀

Si “p” calculado < 0,05 Se rechaza H₀

Luego de realizar el Análisis de varianza, Tabla13. para evaluar si existe diferencia significativa en la capacidad antioxidante de los aceites utilizados tanto sin curcuminoides como con curcuminoides se obtuvo un p valor de 0,000 muy por debajo del nivel de

significancia $\alpha=0.05$, Teniendo en consideración la decisión estadística, se concluye que la hipótesis nula H_0 es rechazado, y por consiguiente la Hipótesis alternativa H_a es aceptada, afirmando que los aceites con y sin curcuminoides presentan diferencia significativa en la capacidad antioxidante, luego se procedió a realizar la respectiva prueba de comparaciones múltiples (Tukey) en la Tabla 14, agrupándolos en letras, siendo el aceite de maíz con curcuminoides al 0,6 %, el que más capacidad antioxidante presentó, con un valor promedio de 158.77 $\mu\text{mol TE/ g}$ aceite analizado con una desviación estándar de 0,39.

Tabla 13. Análisis de varianza de la capacidad antioxidantes de los aceites y tratamientos.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATAMIENTO	7	46638.2	6662.60	107147.17	0.000
Error	8	0.5	0.06		
Total	15	46638.7			

Tabla 14. Prueba de comparaciones múltiples Tukey para la capacidad antioxidante de los aceites.

TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación
Aceite de maíz 0.6 %	2	158.768	A
Aceite de sachá inchi 0.6 %	2	139.628	B
Aceite de Canola 0.6 %	2	130.787	C
Aceite de oliva 0.6 %	2	100.041	D
Aceite de maíz	2	50.01	E
Aceite de sachá inchi	2	28.75	F
Aceite de oliva	2	26.1772	G
Aceite de canola	2	15.4454	H

En la tabla 14 las letras diferentes en cada columna indican que existe diferencia significativa con un $p < 0.05$

CAPITULO V. DISCUSIÓN

5.1 Discusión de resultados

Porcentaje máximo de concentración de curcuminoides totales en aceites vegetales, como el de oliva, sachá inchi, maíz y canola.

En el presente trabajo los porcentajes máximos de curcuminoides encontrados en aceites vegetales obtenidos fueron del 1,16%, 1,22% 1,09% 1,05%, en oliva extra virgen, sachá inchi, maíz y canola respectivamente. Estos valores son mucho mayores a los reportados por(Jintapattanakit et al., 2018) ya que los valores máximos de curcuminoides reportados en aceites para el autor fueron de 0,454 mg/g, 0,514 mg/g y 0,459 mg/g en Aceite de oliva, maízy canola respectivamente.

Según Luo et al., (2022) en su trabajo menciona que los curcuminoides por si solos tiene poca biodisponibilidad para que sean absorbidos, es por ello que a estar soluble en un medio de aceite vegetal facilitaría el ingreso a nuestro organismo, brindando todas los beneficios ya descritos, sin embargo, la solubilización de los curcuminoides en los aceites vegetales resultó ser dificultoso, y muy difrente en cada tipo de aceite vegetal, es por ello que se siguen investigando formas de solubilizar los curcuminoides en diferentes medios, se han reportado trabajos en emulsiones y nanoemulsiones para lograr este objetivo.

Porcentaje máximo de curcuminoides que se pueden adicionar a los aceites saborizados como el de oliva, sachá inchi, maíz y canola de tal manera que sean aceptables sensorialmente.

Luego del análisis de los datos se determinó que según el gráfico de barra la población de los jueces se concentra en las calificaciones 3 y 4, como se pueden visualizar en las figuras 7, 8, 9 y 10, sin embargo, como se puede observar en la tabla 12, estadísticamente entre los tratamientos, de las concentraciones de curcuminoides en los aceites muestran un P-Valor de 0,066 lo cual indica que no hay diferencia significativa.

La Capacidad antioxidante de los aceites vegetales saborizados de maíz, oliva, sachá inchi y canola con el porcentaje de curcuminoides más aceptable sensorialmente.

La capacidad antioxidante más alta en el estudio pertenece al aceite de maíz, siendo 158.77

μ mol TE/g aceite, en comparación con el aceite de maíz solo, muestra una capacidad antioxidante muy baja un 50.01 μ mol TE/g aceite, por lo que se puede decir que los curcuminoides en el aceite de maíz brinda un valor 3 veces mayor, brindando más protección y beneficio a nuestra salud, (Carvalho et al., 2020) menciona que los curcuminoides son considerados antioxidantes naturales, lo cual puede funcionar como remplazo de los antioxidantes industriales.

Perfil de ácidos grasos de los aceites vegetales utilizados

El perfil de los ácidos grasos, es diferente para cada tipo de aceite utilizado, de allí las distintas propiedades de solubilidad, en el cuadro 2 se describe como varía estadísticamente las concentraciones de cada ácido graso, las cuales se detallan a continuación:

Ácido palmítico: El aceite de Oliva extra virgen, fue la que presentó mayor cantidad de dicho ácido graso saturado, siendo estadísticamente significativo, con un valor de 15,2 %, esta concentración se encuentra dentro del rango descrito por (Tsimidou et al., 2003) quien afirma que la concentración varía del 7,5% al 20%, de dicho ácido graso en aceite de Oliva.

Acido esteárico: El aceite que obtuvo mayor cantidad del ácido graso saturado, fue el de Sacha Inchi, presentando un valor del 4,645 %, diferenciándose estadísticamente de las demás que se agruparon en una única letra, de menor valor.

Ácido graso Oleico: Dicho ácido graso insaturado, se encontraba en mayor cantidad en el aceite de oliva, presentando un valor significativo de 64,33%, sin embargo, hay porcentajes mayores como los descritos por (Motiva, Ramo y Romero, 2001) cuyos porcentajes de ácido oleico en aceite de oliva oscilan de 70,06% a 75,33%.

Ácido graso Vaccénico: Las concentraciones de dicho ácido graso fueron bajas, sin embargo, el aceite de oliva y el de canola presentaron valores significativos de los demás 2,89% y 2,54% respectivamente.

Ácido graso linoleico: El aceite que presentó mayor cantidad fue el de maíz 54,995 %, diferenciándose de los demás tipos de aceites.

Ácido graso α -Linolénico: Este ácido graso poliinsaturado mostró diferencias entre cada tipo de aceite, diferenciándose estadísticamente, siendo el aceite de Sacha Inchi el que presenta mayor cantidad 10,23 %

Ácido graso Araquídico: el aceite de Canola fue quien presentó la mayor cantidad de dicho ácido graso, con un valor de 0,65%, altamente significativo.

Ácido graso w-9 Eicosaenoico: La concentración de dicho ácido graso en los aceites

vegetales estudiados fueron muy bajas, sin embargo, si se encontró diferencia significativa, siendo el aceite de Canola el único que se diferenció de las demás con un valor de 1,03 %.

Ácido graso Behénico: Dicho ácido graso al igual que al anterior se encontró en bajas concentraciones, siendo el aceite de canola, quien tuvo mayor cantidad, 0,395%, los aceites que presentaron menores cantidades fueron el aceite de oliva extra virgen con un valor de 0,135% y el aceite de maíz con un valor de 0,145%, según (Cater & Denke, 2001) este ácido graso suele estar en bajas concentraciones en los aceites vegetales, y está asociado a la elevación de los niveles de colesterol.

CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- La máxima solubilidad de oleorresina de cúrcuma en los 4 aceites vegetales fue de 1.22% para el aceite de sacha inchi, 1.16% para el aceite de oliva
- En la evaluación de aceptabilidad general del aceite vegetal saborizado, la concentración de 0,6 % de curcuminoides para los 4 aceites obtuvieron una calificación superior a la escala 3 “ni me gusta, ni me disgusta”.
- La mayor capacidad antioxidante encontrada fue en el aceite de maíz con 0.6% de curcuminoides con un valor promedio de 158.77 umol TE/ g de aceite con una desviación estándar de ± 0.39

6.2 Recomendaciones

- Continuar con el estudio de aceite saborizado con curcuminoides y llevarlas a mayor escala de producción.
- Probar otras especias aromatizantes en el aceite con curcuminoides
- Realizar estudios de elaboración de productos alimenticios con curcuminoides purificados a partir de la oleorresina o químicamente puros.

CAPITULO VII. REFERENCIAS

7.1 Fuentes bibliográficas

- Agarwal, S., Mishra, R., Gupta, A. K. & Gupta, A. (2018). Turmeric: isolation and synthesis of important biological molecules. *Synthesis of Medicinal Agents from Plants*, 105-125. <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-102071-5.00005-2>
- Bautista E. y Suzuki T. (1996). Estudio de la industrialización del palillo (*curcuma longa*) para la obtención de oleorresina (pregrado). Universidad nacional de Ingeniera. <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/2254>
- Banerjee, A., Ghosh, S., & Ghosh, M. (2013). Anti-oxidative effect of turmeric on frying characteristics of soybean oil. *Journal of Food Science and Technology*, 52(3), 1760–1765. <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1156-y>.
- Barzola Esteban Maricruz y Huamán Huamán Yessenia Marilí (2022). Comparación de la actividad antioxidante in vitro del extracto acuosa e hidroalcohólico de *Curcuma longa l.* “cúrcuma” Tesis Huancayo, Perú Universidad Roosevelt 42 p.
- Benzie, IFF & Wachtel-Galor, S. (2011). La cúrcuma, la especia dorada. En *Medicina herbaria: aspectos biomoleculares y clínicos*. 2a edición. (2.a ed.). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK92771/>
- Blandón Navarro, S. L., & Ponce Arévalo, C. M. (2021). Extracción de oleorresina de cúrcuma (*cúrcuma longa*) utilizando etanol como solvente. *Revista Ciencia y Tecnología El Higo*, 11(2), 48–58. <https://doi.org/10.5377/elhigo.v11i2.13028>.
- Chávez Arqueros Andrés (2017). Evaluación de la actividad antioxidante in vitro de la *Curcuma longa* silvestre peruana. Tesis Trujillo Perú Universidad Cesar Vallejo 50 p.
- Cosquillo Rafael Martha F. (2019). Efecto antioxidante, antitumoral y genotóxico del extracto crudo y etanólico del rizoma de *Curcuma longa L.*– palillo Tesis de Maestría Lima, Perú Universidad Nacional Mayor de

San Marcos 125 p.

- Cosquillo Rafael M., Placencia Medina M., Retuerto-Figueroa M., Gorriti Gutierrez A. y Tarazona Huamaní J. (2018). Caracterización físico-química y capacidad antioxidante de extractos del rizoma de *Curcuma longa* L. *Rev Peru Med Integrativa*. 3(4):160-6.
- Cortez Cortez Cynthia Vanessa (2022). Elaboración de una salsa picante con aguaje (*Mauritia flexuosa* l. f), aji charapita (*Capsicumfrutencesl.*), palillo (*Curcuma longa* l.) y evaluación de su estabilidad en almacenamiento. Tesis Tingo María Perú Universidad Nacional Agraria de la Selva. 113 p.
- Dosoky, N. S., & Setzer, W. N. (2018). Chemical Composition and Biological Activities of Essential Oils of Curcuma Species. *Nutrients*, 10(9), 1196. <https://doi.org/10.3390/nu10091196>
- Espinosa, J. (2007). Evaluación Sensorial de los Alimentos. Alianza Editorial. Cuba 129 p.
- Meng, F. C., Zhou, Y. Q., Ren, D., Wang, R., Wang, C., Lin, L. G., Zhang, X. Q., Ye, W. C. & Zhang, Q. W. (2018). Turmeric: A Review of Its Chemical Composition, Quality Control, Bioactivity, and Pharmaceutical Application. *Natural and Artificial Flavoring Agents and Food Dyes*, 299-350. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-811518-3.00010-7>.
- Gambacorta, G., Faccia, M., Pati, S., Lamacchia, C., Baiano, A., & La Notte, E.(2007). Changes In The Chemical And Sensorial Profile Of Extra Virgin Olive Oils Flavored With Herbs And Spices During Storage. *Journal of Food Lipids*, 14(2), 202–215. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4522.2007.00080.x>
- Gámbaro, A., Ellis, A. C., & Raggio, L. (2013). Virgin Olive Oil Acceptability in Emerging Olive Oil-Producing Countries. *Food and Nutrition Sciences*, 04(10), 1060–1068. <https://doi.org/10.4236/Fns.2013.410138>.
- Govindarajan, V. & Stahl, W. H. (1980, junio). Turmeric — chemistry, technology, and quality. *C R C Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 12(3), 199-301.

<https://doi.org/10.1080/10408398009527278>

- Hazra, Kalyan & Kumar, Ravi & Sarkar, Biresh & Chowdary, Dr. Yarlagadda & Devgun, Manish & Ramaiah, Maddi & Educational, India. (2015). Uv-visible spectrophotometric estimation of curcumin in nanoformulation. *International Journal of Pharmacognosy*. 2. 127-130. [10.13040/IJPSR.0975-8232.IJP.2\(3\).127-30](https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.IJP.2(3).127-30).
- Hande, H., & Aytaç, S. (2011). Sensory evaluation of flavored extra virgin olive oil. *gida*, 36(5), 249–253. https://www.researchgate.net/publication/285777397_Sensory_evaluation_of_flavoured_extra_virgin_olive_oil
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2021, 29 mayo). El 39,9% de peruanos de 15 y más años de edad tiene al menos una comorbilidad. INEI. Recuperado 12 de junio de 2022, de <https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/noticias/nota-de-prensa-no-080-2021-inei.pdf>.
- Inal, A., Yenipazar, H., & Şahin-Yeşilçubuk, N. (2022). Preparation and characterization of nanoemulsions of curcumin and echium oil. *Heliyon*, 8(2), e08974. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e08974>
- Jintapattanakit, A., Hasan, H. M. & Junyaprasert, V. B. (2018, abril). Vegetable oil-based nanoemulsions containing curcuminoids: Formation optimization by phase inversion temperature method. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, 44, 289-297. <https://doi.org/10.1016/j.jddst.2017.12.018>.
- Jiang, T., & Charcosset, C. (2022). Encapsulation of curcumin within oil-in-water emulsions prepared by premix membrane emulsification: Impact of droplet size and carrier oil type on physicochemical stability and in vitro bioaccessibility. *Food Chemistry*, 375, 131825. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131825>
- Jurenka JS. (2009). Anti-inflammatory properties of curcumin, a major constituent of *Curcuma longa*: a review of preclinical and clinical research. *Altern Med Rev*. 2009 Jun;14(2):141-53. Erratum in: *Altern Med Rev*. 14(3):277.
- Luo, H., Li, Z., Yao, M., McClements, D. J. & Xiao, H. (2022, febrero). Impact

of excipient emulsions made from different types of oils on the bioavailability and metabolism of curcumin in gastrointestinal tract. *Food Chemistry*, 370, 130980. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130980>

Loú Ramos Christina Kioomi (2016). Efecto de la sustitución de grasa por aceite de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) y harina de plátano (*Musa paradisiaca* L.) variedad Inguiri sobre el contenido de grasa, rendimiento de cocción, índice de peróxidos, color, firmeza y aceptabilidad general de hamburguesa de carne de vacuno (*Bos taurus*) Tesis. Universidad Privada Antenor Orrego Trujillo-Perú https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/2465/1/re_ind.al_i_m_christina.lou_efecto.de.la.sustitucion.de.grasa.por.aceite.de.sacha.inchi_datos.pdf.

Meng, F. C., Zhou, Y. Q., Ren, D., Wang, R., Wang, C., Lin, L. G., Zhang, X. Q., Ye, W. C., & Zhang, Q. W. (2018). Turmeric: A Review of Its Chemical Composition, Quality Control, Bioactivity, and Pharmaceutical Application. *Natural and Artificial Flavoring Agents and Food Dyes*, 299–350. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-811518-3.00010-7>

Motilva M., Ramo T. y Romero R. (2001). Caracterización geográfica de los aceites de oliva vírgenes de la denominación de origen protegida 'Les Garrigues' por su perfil de ácidos grasos *Grasas y aceites* Vol. 52. Fasc. 1 (2001), 26-32.

Næs, T., Brockhoff, P. B. & Tomic, O. (2010). *Statistics for Sensory and Consumer Science*. Hoboken, NJ, Estados Unidos: Wiley.

Prior, R. L. & Cao, G. (1999). In vivo total antioxidant capacity: comparison of different analytical methods. *Free Radical Biology and Medicine*, 27(11-12), 1173-1181. [https://doi.org/10.1016/s0891-5849\(99\)00203-8](https://doi.org/10.1016/s0891-5849(99)00203-8)

Rosas Choo Christopher Brain (2019). Aceptabilidad y contenido de hierro en

barritas de chocochips de sangrecita con semillas de ajonjolí (*sesamum indicum* L.) y linaza (*linum usitatissimum*) Tesis Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión Huacho-Perú. <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/3570>

Shahidi, F., Janitha, P. K. & Wanasundara, P. D. (1992). Phenolic antioxidants. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 32(1), 67-103. <https://doi.org/10.1080/10408399209527581>

Sun, Y., Zhong, M., Wu, L., Wang, Q., Li, Y., & Qi, B. (2022). Loading natural emulsions with nutraceuticals by ultrasonication: Formation and digestion properties of curcumin-loaded soybean oil bodies. *Food Hydrocolloids*, 124, 107292. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.107292>.

Tsimidou, M., Blekas, G. & Boskou, D. (2003). OLIVE OIL. *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*, 4252-4260. <https://doi.org/10.1016/b0-12-227055-x/01347-x>

The Royal Botanic Gardens, Kew. (2021). The World Checklist of Vascular Plants (WCVP). In O. Bánki, Y. Roskov, M. Döring, G. Ower, L. Vandepitte, D. Hobern, D. Remsen, P. Schalk, R. E. DeWalt, M. Keping, J. Miller, T. Orrell, R. Aalbu, R. Adlard, E. M. Adriaenssens, C. Aedo, E. Aescht, N. Akkari, P. Alfenas-Zerbini, et al., *Catalogue of Life Checklist* (4.0). <https://doi.org/10.48580/dfpk-4nz>

Yin, W., Washington, M., Ma, X., Yang, X., Lu, A., Shi, R., Zhao, R., & Wang, X. (2020). Consumer acceptability and sensory profiling of sesame oils obtained from different processes. *Grain & Oil Science and Technology*, 3(2), 39–48. <https://doi.org/10.1016/j.gaost.2020.04.001>

Yuan, F., Wu, W., Ma, L., Wang, D., Hu, M., Gong, J., Fang, K., Xu, L., Dong, H., & Lu, F. (2022). Turmeric and curcuminoids ameliorate disorders of glycometabolism among subjects with metabolic diseases: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials.

Pharmacological Research, 177, 106121.
<https://doi.org/10.1016/j.phrs.2022.106121>

ANEXOS

Anexo 1: Cuestionario de selección de jueces.

Formulario 1: Entrevista o reclutamiento de evaluadores

Con fines de formar un grupo de evaluadores en análisis sensorial, le invitamos a participar en la fase de selección y a integrar nuestro grupo de evaluadores para la degustación de aceite funcional para ensaladas.

Para comenzar, requerimos llene la siguiente encuesta:

Nombre:

1.-Considera Ud. que su estado de salud se encuentra:

Mal Regular

Buena Excelente

2.- ¿Acostumbra fumar?

No Frecuentemente A veces

3.- ¿Es alérgico a algunos alimentos?

Si ¿Qué alimentos?.....

No

4.- ¿Tiene problemas respiratorios?

No Si

5.- ¿Consume ensalada?

Ensalada sola Ensalada con aceite de oliva y/o especias

Ensalada con Mayonesa o vinagreta

6.- ¿Conque frecuencia consume ensalada?

Una vez a la semana Más de una vez a la semana

Nunca consumo ensalada

7.- ¿Ha participado antes en evaluación sensorial (degustación) de alimentos?

No Si

8.- ¿Cuántas veces consume tazas de café a la semana?

Ninguna Entre 1 a 4 De 5 a más

9.- ¿Estaría dispuesto a participar como miembro del panel sensorial de nuestra institución?

Sí No

10.- ¿Se enfermó de COVID 19?

Sí No

¿Hace cuánto tiempo?.....

Anexo 2 Ficha de evaluación del grado de aceptación según la escala hedónica

Nombre		FECHA			
A continuación evaluará el grado de aceptación de cada muestra, deberá marcar con un aspa (x) según la escala que considere.					
		código de muestra	código de Muestra	código de Muestra	código de Muestra
Atributo	Escala	694	706	227	403
Aceptabilidad general	5	Me gusta mucho			
	4	Me gusta			
	3	Ni me gusta, ni me disgusta			
	2	Me desagrada			
	1	Me desagrada mucho			
Olor (Evaluar este atributo cerrando los ojos)	5	Me gusta mucho			
	4	Me gusta			
	3	Ni me gusta, ni me disgusta			
	2	Me desagrada			
	1	Me desagrada mucho			
Sabor (Evaluar este atributo cerrando losojos)	5	Me gusta mucho			
	4	Me gusta			
	3	Ni me gusta, ni me disgusta			
	2	Me desagrada			
	1	Me desagrada mucho			
Observaciones (Comentarios y sugerencia del producto)					

Anexo 3. Porcentaje de jueces según su calificación

	Concentración de curcuminoides totales	Me gusta mucho	Me gusta	Ni me gusta, ni me disgusta	Me desagrada	Me desagrada Mucho
Aceite de Oliva + curcuminoides	0.3%	13.33	40.00	33.33	13.33	0.00
	0.4%	20.00	53.33	26.67	0.00	0.00
	0.5%	13.33	46.67	26.67	13.33	0.00
	0.6%	13.33	46.67	26.67	13.33	0.00
Aceite de Sacha inchi +curcuminoides	0.3%	6.67	53.33	26.67	13.33	0.00
	0.4%	6.67	40.00	46.67	6.67	0.00
	0.5%	6.67	46.67	40.00	6.67	0.00
	0.6%	13.33	33.33	40.00	13.33	0.00
Aceite de Maíz + curcuminoides	0.3%	6.67	40.00	33.33	20.00	0.00
	0.4%	13.33	26.67	40.00	13.33	6.67
	0.5%	13.33	20.00	53.33	13.33	0.00
	0.6%	6.67	26.67	46.67	20.00	0.00
Aceite de Canola +curcuminoides	0.3%	6.67	66.67	20.00	6.67	0.00
	0.4%	0.00	46.67	46.67	6.67	0.00
	0.5%	0.00	33.33	66.67	0.00	0.00
	0.6%	6.67	33.33	20.00	40.00	0.00

Anexo 4. Análisis de varianzas y prueba TUKEY para evaluar el perfil de ácidos grasos de los 4 tipos de aceites vegetales

Análisis de Varianza para el ácido Palmítico

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tipo de aceite	3	117,795	39,2651	318,00	0,000
Error	4	0,494	0,1235		
Total	7	118,289			

Prueba de comparación Tukey con nivel de confianza del 95%

TIPO DE ACEITE	N	Media	Agrupación	
Aceite de Oliva C 16:0 (Palmítico)	2	15,200	A	
Aceite de Maíz C 16:0 (Palmítico)	2	10,860		B
Aceite de sacha inchi C 16:0 (Palmítico)	2	10,1950		B
Aceite de canola C 16:0 (Palmítico)	2	4,4150		C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Análisis de Varianza para el ácido Esteárico

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tipo de aceite	3	10,9943	3,66475	249,73	0,000
Error	4	0,0587	0,01467		
Total	7	11,0530			

Prueba de comparación Tukey con nivel de confianza del 95%

TIPO DE ACEITE	N	Media	Agrupación	
Aceite de sacha inchi C 18:0(Esteárico)	2	4,64500	A	
Aceite de canola C 18:0 (Esteárico)	2	2,25500		B
Aceite de Oliva C 18:0 (Esteárico)	2	1,840		B
Aceite de Maíz C 18:0 (Esteárico)	2	1,8100		B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Análisis de Varianza para el ácido oleico

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TIPO DE ACEITE	3	2964,12	988,041	5364,68	0,000
Error	4	0,74	0,184		
Total	7	2964,86			

Prueba de comparación Tukey con nivel de confianza del 95%

TIPO DE ACEITE	N	Media	Agrupación			
Aceite de Oliva C 18:1 w-9 (Oleico)	2	64,330	A			
Aceite de canola C 18:1 w-9 (Oleico)	2	61,475		B		
Aceite de Maíz C 18:1 w-9 (Oleico)	2	29,815			C	
Aceite de sacha Inchi C 18:1 w-9 (Oleico)	2	20,290				D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Análisis de Varianza para el ácido Vaccènico

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TIPO DE ACEITE	3	8,25575	2,75192	182,25	0,000
Error	4	0,06040	0,01510		
Total	7	8,31615			

Prueba de comparación Tukey con nivel de confianza del 95%

TIPO DE ACEITE	N	Media	Agrupación			
Aceite de Oliva C 18:1 w-7 (Vaccènico)	2	2,890	A			
Aceite de canola C 18:1 w-7 (Vaccènico)	2	2,530	A			
Aceite de sacha Inchi C 18:1 w-7 (Vaccènico)	2	1,0200			B	
Aceite de Maíz C 18:1 w-7 (Vaccènico)	2	0,4500				C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Análisis de Varianza para el ácido Linoleico

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tipo de aceite	3	2907,26	969,087	55535,07	0,000
Error	4	0,07	0,017		
Total	7	2907,33			

Prueba de comparación Tukey con nivel de confianza del 95%

TIPO DE ACEITE	N	Media	Agrupación			
Aceite de Maíz C 18:2 w-6 (Linoleico)	2	54,995	A			
Aceite de sacha Inchi C 18:2 w-6 (Linoleico)	2	51,8250		B		
Aceite de canola C 18:2 w-6 (Linoleico)	2	19,615			C	
Aceite de Oliva C 18:2 w-6 (Linoleico)	2	11,8750				D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Análisis de Varianza para el ácido α -Linolénico

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tipo de aceite	3	127,058	42,3526	685,59	0,000
Error	4	0,247	0,0618		
Total	7	127,305			

Prueba de comparación Tukey con nivel de confianza del 95%

TIPO DE ACEITE	N	Media	Agrupación			
Aceite de sacha Inchi C 18:3 w-3 (α -Linolénico)	2	10,230	A			
Aceite de canola C 18:3 w-3 (α -Linolénico)	2	6,3800		B		
Aceite de Maíz C 18:3 w-3 (α -Linolénico)	2	1,0350				C
Aceite de Oliva C 18:3 w-3 (α -Linolénico)	2	0,60500				C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Análisis de Varianza para el ácido Araquídico

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tipo de aceite	3	0,122238	0,040746	250,74	0,000
Error	4	0,000650	0,000162		
Total	7	0,122888			

Prueba de comparación Tukey con nivel de confianza del 95%

TIPO DE ACEITE	N	Media	Agrupación		
Aceite de canola C 20:0 (Araquídico)	2	0,6500	A		
Aceite de Maíz C 20:0 (Araquídico)	2	0,4300		B	
Aceite de Oliva C 20:0 (Araquídico)	2	0,4000		B	
Aceite de sacha Inchi C 20:0 (Araquídico)	2	0,31500			C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Análisis de Varianza para el ácido Eicosaenoico

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tipo de aceite	3	1,00030	0,333433	404,16	0,000
Error	4	0,00330	0,000825		
Total	7	1,00360			

Prueba de comparación Tukey con nivel de confianza del 95%

TIPO DE ACEITE	N	Media	Agrupación		
Aceite de canola C 20:1 w-9 (Eicosaenoico)	2	1,030	A		
Aceite de Maíz C 20:1 w-9 (Eicosaenoico)	2	0,24500			B
Aceite de Oliva C 20:1 w-9 (Eicosaenoico)	2	0,2400			B
Aceite de sacha Inchi C 20:1 w-9 (Eicosaenoico)	2	0,16500			B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Análisis de Varianza para el ácido Behénico

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tipo de aceite	3	0,098950	0,032983	659,67	0,000
Error	4	0,000200	0,000050		
Total	7	0,099150			

Prueba de comparación Tukey con nivel de confianza del 95%

TIPO DE ACEITE	N	Media	Agrupación		
Aceite de canola C 22:0 (Behénico)	2	0,39500	A		
Aceite de sacha Inchi C 22:0 (Behénico)	2	0,31500		B	
Aceite de Maíz C 22:0 (Behénico)	2	0,14500			C
Aceite de Oliva C 22:0 (Behénico)	2	0,13500			C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 5. Fotos de las prueba de aceptabilidad sensorial, en las cabinas del laboratorio de análisis sensorial.



