

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y
ARTES DE CHIAPAS

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA NUTRICIÓN Y
ALIMENTOS

TESIS PROFESIONAL

Valoración del uso de flores tradicionales
mexicanas: Cempasúchil (*Tagetes erecta*) y
Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) en la
formulación de productos horneados y
lácteos funcionales.

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**LICENCIADO EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

PRESENTA

**LUZ ESTHER DIAZ AGUAYO
SURIMADAI DEL CARMEN MENDOZA ELIZONDO**

DIRECTOR DE TESIS

MTRA. PAULINA ELIZABETH VELÁZQUEZ JIMÉNEZ



TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS

NOVIEMBRE, 2025



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS
SECRETARÍA GENERAL

DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES
DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN ESCOLAR
AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Lugar: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas
Fecha: 27 de octubre de 2025

C. Luz Esther Díaz Aguayo

Pasante del Programa Educativo de: Ciencia y Tecnología de Alimentos

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:
Valoración del uso de flores tradicionales mexicanas: Cempashúchil (*Tagetes erecta*) y
Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) en la formulación de productos horneados y lácteos funcionales

En la modalidad de: Tesis Profesional

Nos permitimos hacer de su conocimiento que esta Comisión Revisora considera que dicho documento reúne los requisitos y méritos necesarios para que proceda a la impresión correspondiente, y de esta manera se encuentre en condiciones de proceder con el trámite que le permita sustentar su Examen Profesional.

ATENTAMENTE

Revisores

Dra. Gabriela Nallely Trejo Díaz

Mtro. Pedro Gerardo Trejo Flores

Mtra. Paulina Elizabeth Velázquez Jiménez



COORDINACIÓN
DE TITULACIÓN

Firmas:

Ccp. Expediente



Pág. 1 de 2
Revisión 1



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS
SECRETARÍA GENERAL
DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES
DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN ESCOLAR
AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Lugar: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas
Fecha: 27 de octubre de 2025

C. Surimadai del Carmen Mendoza Elizondo

Pasante del Programa Educativo de: Ciencia y Tecnología de Alimentos

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:

Valoración del uso de flores tradicionales mexicanas: Cempashúchil (*Tagetes erecta*) y

Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) en la formulación de productos horneados y lácteos funcionales

En la modalidad de: Tesis Profesional

Nos permitimos hacer de su conocimiento que esta Comisión Revisora considera que dicho documento reúne los requisitos y méritos necesarios para que proceda a la impresión correspondiente, y de esta manera se encuentre en condiciones de proceder con el trámite que le permita sustentar su Examen Profesional.

ATENTAMENTE

Revisores

Dra. Gabriela Nallely Trejo Díaz

Mtro. Pedro Gerardo Trejo Flores

Mtra. Paulina Elizabeth Velázquez Jiménez



COORDINACIÓN
DE TITULACIÓN

Firmas:

Ccp. Expediente



Pag. 2 de 2
Revisión 1

AGRADECIMIENTOS

Luz Esther Diaz Aguayo

Agradezco ante todo a mi compañera y amiga, por haberse dado la oportunidad de hacer esta tesis conmigo, por su sabiduría, carisma y amistad que en este trayecto de universidad me compartió dentro y fuera de una institución, a nuestra directora de tesis la Mtra. Paulina Elizabeth Velázquez Jiménez por habernos dado la oportunidad y el acompañamiento como sus tesis, por compartirnos su sabiduría y empujarnos hacia este término de la tesis, así como a todas aquellas personas que fueron parte de este proceso.

A DIOS

Agradezco a Dios infinitamente por haberme dado salud, cuidado y fuerza para el término de mi licenciatura.

A MIS PADRES E HIJA

Mis padres, Javier A. Diaz Molina y Paola Aguayo Flores, quienes han dado vida y amor por mi, que me enseñaron a jamás verme caída ante cualquier situación, que el proceso es fuerte pero al final consigues la victoria y satisfacción de todo tu desempeño, estaré siempre eternamente agradecida por todo el apoyo y amor incondicional pues gracias a ellos soy la persona que soy. ¡Los admiro y amo infinitamente!, a mi hija que ha sido mi pilar y motivación, esperando con ansias el día en que llegues a leer esto y experimentar este camino ¡Te amo corazón de melón!.

A MI SEGUNDA MADRE

Para Maria Esther Flores Lopez, quien también da vida y amor por mi, que a pesar de la distancia no dejó de darme ánimos y apoyarme en este proceso de universidad, por ser un ejemplo de fortaleza y bondad, por su paciencia y su tiempo para escucharme ¡Te amo!.

AGRADECIMIENTOS

Surimadai del Carmen Mendoza Elizondo

A mi mejor amiga, por estar siempre a mi lado en cada paso de este camino. Gracias por tu apoyo incondicional, por tus palabras de ánimo cuando más las necesité y por compartir conmigo risas, desvelos y momentos que siempre guardaré en el corazón. Sin ti, este logro no habría sido igual. A mi directora de tesis Mtra. Paulina Elizabeth Velázquez Jiménez por su guía, paciencia y valiosas orientaciones durante el desarrollo de este trabajo. Su apoyo y conocimiento fueron fundamentales para alcanzar los objetivos propuestos y culminar con éxito esta investigación.

A MIS PADRES

A mis padres, por su amor incondicional, por ser mi mayor ejemplo de esfuerzo y por apoyarme en cada paso de este camino. Gracias por creer en mí incluso cuando dudaba, por sus consejos, su paciencia y por todo lo que han hecho para que hoy pueda cumplir esta meta. Este logro también es de ustedes

A MI FAMILIA

A mi familia, por ser mi mayor fuente de fuerza y amor. Gracias por su apoyo incondicional, por creer en mí incluso en los momentos más difíciles y por acompañarme en cada paso de este camino. Este logro es tanto mío como suyo, porque sin su comprensión, paciencia y palabras de aliento, nada de esto habría sido posible.

A MI ALISSON

A mi querida perrita Alisson, por acompañarme en cada momento de este camino. Gracias por tu amor incondicional, tu compañía silenciosa y tu alegría constante. Eres más que una

mascota, eres mi familia, mi hija peluda y mi fuente de paz. Esta meta también es tuya.

A MI RAMBO

A Rambo, mi fiel compañero, por su amor incondicional, su compañía en cada desvelo y por recordarme, con solo una mirada, que siempre hay motivos para seguir adelante.

A MI DANNA

A mi perrita Danna, mi compañera y mi bebé, por llegar a mi vida para llenarla de amor, alegría y ternura. Su compañía incondicional y su energía me dieron fuerzas en los momentos más cansados de este proceso.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE TABLAS	9
INTRODUCCIÓN	10
JUSTIFICACIÓN	12
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
OBJETIVOS	14
MARCO TEÓRICO	15
REFERENCIAS	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de <i>Tagetes Erecta</i> (Gob. México, 2025)	17
Figura 2. Producción de <i>Tagetes Erecta</i> (Logistic, 2023)	19
Figura 3 a). Morfología de <i>Tagetes Erecta</i> (Autor: Herbario CIB, 2023) y b) Coloración de <i>Tagetes Erecta</i> (Pinterest, 2023)	20
Figura 4. Subproductos derivados de <i>Tagetes Erecta</i> (Mendoza, 2025)	24
Figura 5. Planta de <i>Hibiscus Sabdariffa</i> (Ecología verde, 2021)	25
Figura 6. Zonas actuales de cultivo en México (Esquivel-Maín <i>et al.</i> , 2024)	28
Figura 7. Subproductos derivados de <i>Hibiscus Sabdariffa</i> (2025)	33
Figura 8. Valores de pH de extracto de jamaica y los dos tipos de quesos por triplicado (2025)	47
Figura 9. Valores de acidez titulable en queso con extracto de jamaica y queso adicionado con cálices de jamaica por duplicado (2025)	48
Figura 10. Gráfica Radial 354 (2025)	53
Figura 11. Gráfica Radial 132 (2025)	53
Figura 12. a) Gráfica Radial 235 y b) Gráfica Radial 023 (2025)	54
Figura 13. Gráfica global de atributos (2025)	54
Figura 14. Gráfica de ordenamiento (2025)	55
Figura 15. Determinación de humedad y cenizas (2025)	56
Figura 16. Extracción de grasa por método de Soxhlet (2025)	57
Figura 17. Determinación de proteína cruda por método de Kjeldahl (2025)	58
Figura 18. Absorción de agua IAA E ISA (2025)	60
Figura 18. Capacidad de absorción subjetiva (2025)	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición proximal de <i>Tagetes Erecta</i>	21
Tabla 2. Porcentaje de Composición Química de <i>Tagetes Erecta</i>	22
Tabla 3. Clasificación taxonómica de la jamaica (<i>Hibiscus Sabdariffa</i>)	26
Tabla 4. Composición proximal, contenido de compuestos bioactivos y actividad antioxidante de la jamaica.	28
Tabla 5. Beneficios de la jamaica encontrados por diferentes investigadores en el área de alimentación	30
Tabla 6. Diseño experimental factorial 2 ³	37
Tabla 7. Resultado de análisis proximal de los productos: polvo de <i>Tagetes Erecta</i> y productos derivados, y queso con jamaica.	41
Tabla 8. Propiedades funcionales de la <i>Tagetes Erecta</i>	44
Tabla 9. Concentración de vitamina A (µg/mL) en las muestras analizadas a 325 nm	50
Tabla 10. Contenido de carotenoides en las muestras de bisquet, polvo y galletas de <i>Tagetes Erecta</i>	52

INTRODUCCIÓN

La búsqueda de nuevos alimentos, que permitan ofrecer propiedades funcionales o nutritivas, se ha vuelto cada vez más importante para el consumidor. La industria de alimentos actualmente sigue tendencias alternativas para satisfacer el estilo de vida del hombre. El uso de flores comestibles permite ofrecer beneficios y diversidad al público en general, creando sabores, olores y texturas fuera del marco común de consumo. Ejemplo de ello, es la flor de cempasúchil y la jamaica en el desarrollo de nuevos productos. El Cempasúchil (*Tagetes Erecta*) es originaria de México, su nombre proviene del náhuatl “Cempoalxóchitl” que significa “veinte flores” o “varias flores”, contiene diversas propiedades, ya sea para uso medicinal, antioxidante o comestible. Desde los aceites esenciales, flavonoides y compuestos azufrados. Los pétalos son ricos en carotenoides de los que se han identificado la luteína, xantofila y cinco ésteres de ambos componentes con ácidos grasos de 10, 16 y 18 carbonos; los monoterpenos dipenteno y mentol así como piretrinas y el flavonoide quercetagetina. La flor de Cempasúchil, en México, tiene un valor cultural importante, ya que es representativa en la celebración del Día de muertos, por lo que mayormente es considerada un ornamento. Sin embargo, los pétalos son comestibles y se distinguen por tener sabores dulces con notas amargas. Por ello se utilizan para hacer salsas, sopas, guisados y reducciones. Se pueden añadir a la masa del pan, en sopas o cremas y hasta en postres como en el caso de jarabes o helados y como ingrediente para preparar bebidas como el pulque, agua de sabor, cerveza, incluso se usa en la mixología (García, 2021). La Jamaica (*Hibiscus Sabdariffa*) llegó a México en 1565, por embarcaciones españolas, cruzando el Océano Pacífico de Filipinas hasta Nueva España, desembarcando en el Fuerte de San Diego, lo que hoy en día es el puerto de Acapulco, Guerrero, México. Su origen se estima en India y Malasia, sus países principales en producción son: China, India y Sudán. México obtiene el séptimo lugar en productor mundial y Guerrero como el estado líder a nivel nacional en producción de jamaica (Secretaría de

Agricultura y Desarrollo Rural, 2021). Esta especie es reconocida por sus diversos efectos benéficos a la salud debido a su contenido de vitaminas como tiamina (B1), riboflavina (B2), niacina (B3) y vitamina C, minerales como potasio, calcio, hierro, magnesio y oligoelementos, compuestos bioactivos/metabolitos secundarios como: ácidos fenólicos, flavonoides, antocianinas, ácidos orgánicos y sus derivados (Montalvo González *et al.*, 2022).

En el presente trabajo se elaboraron productos innovadores a base de ingredientes florales: galletas y bisquets con polvo de cempasúchil, así como dos tipos de queso con extracto de jamaica. Los resultados obtenidos demostraron que la adición de polvo de *Tagetes Erecta* incrementó de manera significativa el contenido de compuestos fenólicos totales, alcanzando valores de hasta 269.8 µg EAG/g en galletas, lo que sugiere un posible potencial antioxidante en comparación con productos con harina de trigo. Por otro lado, los quesos elaborados con jamaica presentaron propiedades funcionales y sensoriales aceptables, destacando una textura firme, sabor ligeramente ácido y una coloración atractiva. Estos resultados indican que la incorporación de jamaica, tanto en forma de extracto como los cálices de jamaica, no afecta negativamente las características organolépticas del producto, conservando su calidad y aceptación por parte del consumidor, favoreciendo la presencia de fibra. Además, los análisis sensoriales reflejaron una aceptabilidad favorable por la muestra 354 presentó la mayor aceptación sensorial entre las formulaciones evaluadas, destacando por sus atributos favorables de sabor, textura y apariencia, lo que la posiciona como la formulación con mejor preferencia por parte de los panelistas.

De esta forma, la investigación contribuye al aprovechamiento de flores comestibles tradicionales como ingredientes alternativos en la industria alimentaria, promoviendo el desarrollo de alimentos funcionales con identidad mexicana, sustentables y con potencial de innovación alimentaria

JUSTIFICACIÓN

En la actualidad existen plantas y/o flores, con múltiples beneficios a la salud o propiedades tecnológicas específicas, que pasan desapercibidas por ser consideradas como flores de ornato o bien de un solo uso, tal es el caso de la flor de cempasúchil (*Tagetes Erecta*) y la flor de jamaica (*Hibiscus Sabdariffa*); las cuales poseen propiedades antioxidantes y antiinflamatorias debido a sus compuestos fenólicos, contienen además fibra dietética, vitaminas y minerales (Rivera, 2021; Montalvo González *et al.*, 2022). Actualmente la flor de cempasúchil, en la tradición Mexicana, se emplea como decoración en altares del día de muertos, mientras que la flor de jamaica se utiliza como base para la preparación de bebidas frescas. Una vez que estas han sido utilizadas para los fines anteriores, son desechadas a los vertederos locales sin ningún tratamiento (García, 2021).

La elaboración de alimentos que introduzcan estas flores como materia prima principal o combinada, permite aprovechar los componentes funcionales y generar un beneficio a quien los consume además de presentar nuevos sabores y experiencias sensoriales, por ello el objetivo de este trabajo es aprovechar los compuestos funcionales provenientes de la Flor de cempasúchil (Xantofilas) y Jamaica (acidez, antioxidantes y fibra) para el desarrollo de productos innovadores y listos para consumir como queso suave, galletas y bisquets.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La producción de flores es una actividad económica importante en México, el cempasúchil y la jamaica son las dos flores más populares y demandadas en el país. El cempasúchil, se utiliza en la celebración del Día de Muertos y en la decoración de altares y ofrendas, muchas de ellas se desperdician y terminan en la basura ignorando los beneficios que esta pueda tener, los pétalos son ricos en carotenoides de los que se han identificado la luteína, xantofila, compuestos bioactivos los cuales se destacan como los carotenoides, flavonoides, terpenoides y aceites esenciales. La flor de jamaica, también conocida como hibisco, es una planta que se utiliza para hacer té, jugos y otros productos pero después de su uso, muchas partes de la planta se desperdician, muchos no saben que la flor de jamaica se puede reutilizar aprovechando sus propiedades y beneficios como: vitaminas como tiamina (B1), riboflavina (B2), niacina (B3) y vitamina C (ácido ascórbico), minerales como potasio, calcio, hierro, magnesio y oligoelementos, y una gran cantidad de compuestos bioactivos/metabolitos secundarios. México es un país con una rica tradición cultural y gastronómica, donde las flores y plantas autóctonas han sido utilizadas durante siglos en la preparación de alimentos y bebidas, medicina tradicional y en la cocina para agregar sabor y color a diversos platillos. Sin embargo, los usos y beneficios que se pueden obtener de ambas flores a sido limitado o poco explorado, haciendo reto de desarrollar un producto innovador y funcional, a través de una combinación de una galleta o bisquet con harina de cempasúchil untado con dos tipos de queso a base de un cuajo con extracto de jamaica, en la búsqueda de aprovechar las propiedades nutricionales y sensoriales del cempasúchil y la jamaica, fomentando la promoción de la cultura y tradición gastronómica mexicana así como también, diversificando la producción y el consumo de productos alimenticios sostenibles.

OBJETIVOS

Objetivo General.

Aprovechar los compuestos funcionales provenientes de la Flor de cempasúchil (Xantófilas) y Jamaica (acidez, antioxidantes y fibra) para el desarrollo de productos innovadores y listos para consumir como queso suave, galletas y bisquets.

Objetivos Específicos.

1. Diseñar la formulación para la elaboración de galletas y bisquets a partir de la caracterización de la harina de cempasúchil.
2. Obtener un queso suave utilizando extracto ácido de flor de jamaica como agente coagulante, e incorporar el cáliz cocido de jamaica al 0 y 4% para enriquecer sus características funcionales y sensoriales.
3. Evaluar la aceptabilidad y preferencia de los tratamientos (productos diseñados) mediante pruebas sensoriales al consumidor.

MARCO TEÓRICO

Flores Comestibles

La florifagia, entendida como el consumo de flores con fines alimentarios, es una práctica ancestral que ha cobrado mayor relevancia en las últimas décadas. En diversas regiones del mundo, y particularmente en comunidades autóctonas de México, el consumo de flores forma parte de la tradición culinaria y cultural. Las flores comestibles se distinguen por su alto contenido de agua (superior al 80%), lo que las convierte en alimentos bajos en calorías. Además, contienen aproximadamente un 10 % de proteínas, así como ácidos grasos como el palmítico, oleico, linolénico y pantoténico. Algunas especies, como el diente de león, también presentan azúcares naturales como la fructosa. Aunque su uso principal en la actualidad es estético, para la decoración de platillos, las flores comestibles aportan compuestos bioactivos y nutrientes esenciales, entre ellos vitaminas A y C, riboflavina, niacina y minerales como calcio, fósforo, hierro y potasio, los cuales benefician la salud humana. Gracias a sus propiedades organolépticas y nutricionales, su aplicación gastronómica es amplia, empleándose en la preparación de postres, guarniciones, sopas, ensaladas y helados, contribuyendo tanto a la presentación como al valor nutritivo de los alimentos. (The Food Tech, 2020)

Entre las flores comestibles más populares de México son: flor de jamaica, flor de calabaza, lavanda, begonia, bugambilia, rosa, geranio, dalia, borraja, mastuerzo, clavelina, malva, manzanilla, diente de león y cempasúchil (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2023).

***Tagetes Erecta* (Cempasúchil)**

1. Origen

El cempasúchil es originario de México y América Central, donde ha florecido durante miles de años. Su nombre deriva del náhuatl "cempoalxóchitl", que se traduce como "veinte flores", haciendo referencia a la abundancia de pétalos en cada flor. Los antiguos pueblos indígenas de Mesoamérica, como los aztecas, los mayas y los purépechas, cultivaban y utilizaban el cempasúchil en su vida cotidiana mucho antes de la llegada de los conquistadores españoles. La flor de Cempasúchil simboliza el Día de Muertos en México, gracias a su color y aroma es uno de los elementos más representativos de las ofrendas para los muertos. Nuestros antepasados asimilaban el color amarillo de la flor de cempasúchil con el sol, razón por la que la utilizaban en las ofrendas dedicadas en honor a sus muertos. La tradición marca hacer senderos con las flores de cempasúchil, desde el camino principal hasta el altar de la casa con la finalidad de guiar a las almas hacia los altares, considerada por los mexicanos como un símbolo de vida y muerte (Rodríguez, 2020).

La flor de cempasúchil es una de las especies endémicas de México, considerada una de las más importantes dentro del país y toda Latinoamérica, además de que tiene usos medicinales y es materia prima en la artesanía (Nateras, 2023). Nativa de México, esta flor la podemos encontrar en estado silvestre en los estados de Aguascalientes, Chiapas, Campeche, Coahuila, Colima, Distrito Federal, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Morelos, Nayarit, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Oaxaca, Veracruz, Yucatán y Zacatecas, principalmente. (Agroalimentaria y Pesquera SIAP, 2024)

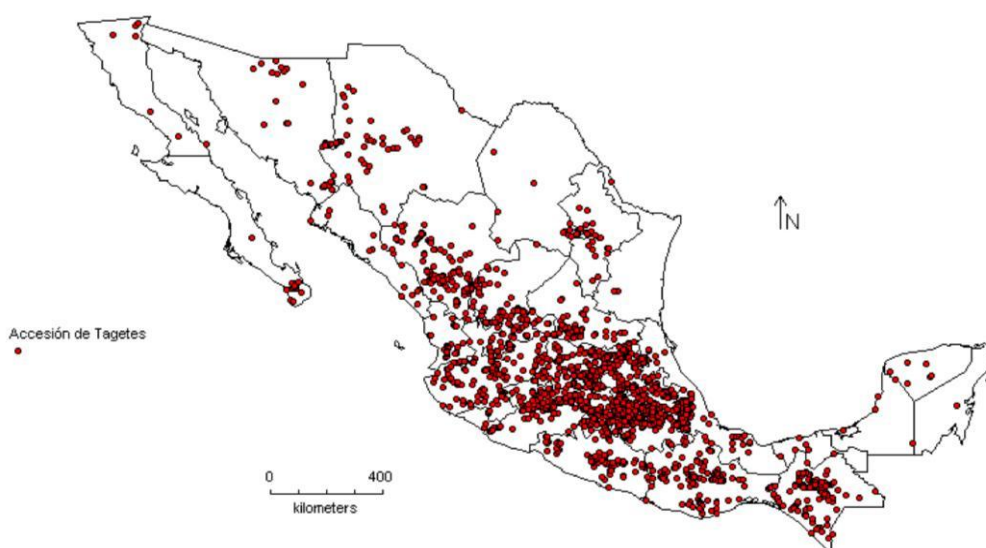


Figura 1. Distribución de *Tagetes Erecta* en México (Gob. México 2025).

1.2 Producción

En México, existen 36 de las 58 especies de *Tagetes* que se han documentado para el continente americano de donde es endémico, y en donde se le puede encontrar desde México hasta Sudamérica. El cempasúchil que normalmente utilizamos en los altares de Día de Muertos es de la especie *Tagetes Erecta*. Es una planta compuesta por un tallo con hojas alargadas y una cabezuela color naranja o amarilla muy “globosa” (Maria-Santillan, 2024).

Para este 2023, floricultores de los Barrios de Xochimilco, San Gregorio Atlapulco, San Luis Tlaxialtemalco, Santiago Tepalcatlalpan y Ejido Tulyehualco produjeron 5 millones 086 mil 220 plantas de cempasúchil, también conocida como cempoalxóchitl. En 2018 se produjeron 664 mil plantas de cempasúchil; en 2019 fueron 900 mil plantas; en 2020 hubo una producción de 1 millón 200 mil flores; en 2021 fueron 3.5 millones de plantas; en 2022 fueron 5 millones de plantas y en 2023 se produjeron 5 millones 086 mil 220 plantas de cempasúchil (Gomez, 2023).

En el ciclo agrícola 2022 se estima una producción nacional de 27 millones plantas de flor de cempasúchil (20 mil 245 toneladas), de las que cinco millones se produjeron en la alcaldía Xochimilco de la Ciudad de México, que observó un aumento de 40 por ciento respecto al año previo, informó la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural en la inauguración de la Romería: Flor de Cempasúchil 2022.

La producción nacional de esta flor se concentra principalmente en Puebla, Tlaxcala, Hidalgo, San Luis Potosí, Guerrero, Oaxaca, Morelos, Durango, Sonora y Ciudad de México. En el país se han registrado 27 variedades (disponibles para su uso en la producción de flores y plantas) y se tiene el objetivo de mantener la conservación de las especies de cempasúchil mexicano, el desarrollo de nuevas variedades para la floricultura y la agroindustria y promover su uso en la alimentación humana. Con la representación del secretario de Agricultura y Desarrollo Rural, Víctor Villalobos Arámbula, el encargado del despacho de la Coordinación General de Agricultura, Santiago Argüello Campos, destacó que con el trabajo de los mejoradores se han obtenido más de 180 variedades de cempasúchil, que se pueden ver en los catálogos especializados de semillas. La Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural informó que en este ciclo agrícola 2022 se espera una producción nacional de 27 millones plantas de flor de cempasúchil (20 mil 245 toneladas), de las que cinco millones se produjeron en la alcaldía Xochimilco de la Ciudad de México, donde se observó un aumento de 40 por ciento respecto al año previo (Campos, 2022). Varían de 20 hasta 100 toneladas según la especie y manejo; si se trata de aceite esencial, la producción por hectárea fluctúa de 10 hasta 100 litros por hectárea.



Figura 2. Producción de *Tagetes Erecta* (Logistic 2023).

1.3 Características de la planta.

La *Tagetes Erecta* es una planta anual que puede alcanzar entre 60 cm y 1 metro de altura. Se distingue por su intenso aroma y sus llamativas flores que varían en tonalidades de amarillo a naranja vibrante, es altamente adaptable que prospera en una amplia variedad de climas, desde cálidos y semicálidos hasta secos y templados, con una notable resistencia que le permite crecer en altitudes que van desde los 8 hasta los 3,900 metros sobre el nivel del mar. Se adapta fácilmente a diversos hábitats, desarrollándose en huertos, milpas y áreas urbanas, y está asociada con diferentes tipos de vegetación, como bosques tropicales caducifolios, matorrales xerófilos y bosques de encino, pino y pino-encino.

En cuanto a su ciclo de vida, el Cempasúchil se desarrolla rápidamente. Desde la siembra, tarda entre 90 y 120 días en completar su ciclo, dependiendo de las condiciones climáticas y el manejo del cultivo. Comienza con la germinación de sus semillas, que ocurre en unos 7 a 14 días. Posteriormente, la planta crece y en aproximadamente 8 a 12 semanas está lista para florecer, ofreciendo sus características flores justo a tiempo para el mes de noviembre, cuando

se celebra el Día de Muerto. Produce entre 100 y 500 semillas por flor, dependiendo de la variedad y las condiciones de cultivo. Para obtener semillas, es ideal recolectarlas de plantas saludables y secar las cabezas de las flores en un lugar fresco y seco antes de almacenarlas en un recipiente hermético.



Figura 3 a). Morfología de *Tagetes Erecta* (Autor: Herbario CIB, 2023) y b) Coloración de *Tagetes Erecta* (Pinterest, 2023).

Comprende una variedad de 60 especies y pertenece a la familia de las margaritas (*Asteraceae*). Son plantas anuales, hay que sembrarlas por semilla todos los años. El nombre común de los Tagetes es el clavel de china, clavelón, flor de los muertos y su origen es mexicano y de América central. Los *Tagetes*, claveles moros o clavelones son plantas con flores amarillas, naranjas o bicolors y de hojas dentadas y opuestas. En Europa es muy cultivado por sus flores que pueden producir tintes para los textiles y por sus propiedades medicinales. El tagete desprende un olor especialmente intenso por las tardes y va a estar floreciendo continuamente desde la primavera hasta finales de verano. En las zonas cálidas como el sur de España, van a florecer incluso durante el invierno. De estas flores se extrae un

aceite que, mezclado con aceite de sándalo, se utiliza para fabricar perfume. Sus hojas, tradicionalmente, se usaban en infusiones para calmar las tos y, en cocción, como cicatrizante y desinfectante (Martínez, 2023).

1.4 Composición química

Según el análisis realizado por Delgado-Torre *et. al.* (2023), en un estudio comparativo de flores comestibles del género *Tagetes*, la flor de cempasúchil.

Tabla 1. Composición proximal de *Tagetes Erecta*.

Compuesto	Variante
Humedad	83.39% $\pm$ 0.17 (valor más alto entre las especies comparadas)
Proteína bruta	1.32% $\pm$ 0.01
Grasa total (lípidos)	0.32% $\pm$ 0.02
Cenizas	0.80% $\pm$ 0.05
Carbohidratos totales	14.15% $\pm$ 1.24
Fibra dietética total (TDF)	9.20% $\pm$ 0.04
Energía	28.02 kcal por 100 gr de peso fresco

Fuente: Delgado-Torre 2023

Estas cifras indican que la *Tagetes Erecta* es predominantemente agua y carbohidratos digestibles, con un contenido bajo de grasas y proteínas, además de un aporte moderado de fibra dietética.

1.5 Propiedades funcionales

Las hojas del cempasúchil contienen un aceite esencial en el que se han identificado los monoterpenos geraniol, limoneno, linalol y su acetato; mentol, ocimeno, beta-felandreno,

dipenteno, alfa- y beta-pineno y tagetona y los flavonoides comferitrín, camferol y su ramnósido. Los pétalos son ricos en carotenoides de los que se han identificado la luteína, xantofila y cinco ésteres de ambos componentes con ácidos grasos de 10, 16 y 18 carbonos; los monoterpenos dipenteno y mentol así como piretrinas y el flavonoide quercetagetina. En las flores y en las raíces se han detectado componentes azufrados de b-tienilo y tertienilo (Atlas de las Plantas de la Medicina Tradicional Mexicana 2024).

Presenta una composición química rica en compuestos bioactivos. Entre los más importantes destacan los carotenoides, particularmente la luteína, que constituye hasta el 90% del total de carotenoides presentes en los pétalos (Gupta & Vasudeva, 2022). Además de la luteína, en la flor se han identificado otros compuestos fenólicos como el ácido gálico, quercetina, kaempferol y miricetina, los cuales también contribuyen a su capacidad antioxidante (Gupta & Vasudeva, 2012). Asimismo, contiene flavonoides, terpenoides y aceites esenciales, estos últimos están compuestos por moléculas como tagetona, ocimeno, limoneno y linalol, que aportan aroma característico y poseen propiedades antimicrobianas y repelentes de insectos. Cabe destacar que el contenido de carotenoides puede variar entre 6 y 15 mg de luteína por gramo de flor seca, dependiendo de las condiciones de cultivo y el momento de cosecha.

Tabla 2. Porcentaje de Composición Química de *Tagetes Erecta*.

Componente	Aproximado %
Fenoles Totales	0,81% - 1,05%
Carotenoides Flor Fresca	0,21% (2,07 mg/m)
Carotenoides Flor Seca	1,9% (18,95 mg/m)

Fuente: Arámbula-Villa, 2023

1.6 Toxicología

En análisis de toxicidad aguda, valores de hasta 5000 mg/kg de flavonoides de *Tagetes Erecta* no causaron mortalidad, alteraciones clínicas ni daño genotóxico en ratones y ratas (Wen *et al.*, 2022) . Respecto a la luteína y sus ésteres, dosis orales diarias de hasta 400 mg/kg durante periodos de hasta 13 semanas no indujeron efectos adversos en ratas Wistar, incluyendo parámetros hematológicos, hepáticos, renales o histopatológicos (Harikumar *et al.*, 2023) No obstante, debe evitarse el consumo de partes verdes o de flores no certificadas para uso alimentario, ya que se han reportado casos de irritación dermatológica, gastrointestinal o reacciones alérgicas en individuos sensibles (Accessible Gardens; How To atThis 2023).

1.7 Uso del cempasúchil

La flor cempasúchil tiene una variedad de usos que van más allá de lo ornamental en el Día de Muertos. El cempasúchil es conocido por sus propiedades antioxidantes, como pigmento natural de alimentos como el huevo y el pollo, y se puede usar como insecticida o repelente de insectos, saborizante o para la perfumería (Villa-Roma, 2024).

Cosméticos.

Los expertos en cosmética se han dado a la tarea de investigar los beneficios que la herbolaria ancestral logra aportar no sólo como una fuente importante de nutrientes en bebidas como el té, sino su eficacia en diferentes ámbitos como el de la belleza. De esta forma han creado fórmulas con ingredientes de plantas que cuidan y nutren la piel de manera efectiva, sin afectar al planeta, hechos con tecnología científicamente probada para favorecer la salud del cutis emprendedora mexicana e ingeniera química con especialidad en Formulación Cosmética, inició con la elaboración de jabones con ingredientes naturales, los cuales tuvieron una respuesta muy positiva; cuatro años después incorporó productos para el cuidado facial,

corporal, maquillaje, antibacterial y accesorios (Zamarripa, 2021). Como ejemplos tenemos 'Jabón Humectante de Cempasúchil', de Natme, 'Vitamin C Elixir Suero Facial Antioxidante', de Cle Cosmetics y 'Desodorante de Cempasúchil', de Nanah Alimentos.

Cabe mencionar que los expertos mencionaron que la *Tagetes Erecta* se puede utilizar dentro de la cocina mexicana, incluyéndose en preparaciones como sopas, ensaladas, decoración de platillos o incluso en postres. También se puede consumir en platillos como moles, atoles, pulques, bebidas, infusiones de té o salsas (Loza, 2023).

Actualmente es utilizada para darle color a textiles, elaborar insecticidas y hasta como medicamento. Nuestros antepasados la usaban para aminorar los malestares del vómito, la indigestión y la diarrea. (Fernandez, 2022). Teniendo una pequeña lista de estos productos agregando los más llamativos a nuestro parecer como son los siguientes: Alimento para aves, insecticidas, velas, papel reciclado de algodón con pétalos de cempasúchil, colorante textil y mixología.



Figura 4. Subproductos derivados de *Tagetes Erecta* (Mendoza, 2025).

***Hibiscus Sabdariffa* (Flor de jamaica)**

2.1 Generalidades

La flor de jamaica o como su nombre científico responde a *Hibiscus Sabdariffa*, también conocida como Abisinia, rosa de jamaica, rosella, entre otros. Es un hibisco de la familia de las Malváceas, proveniente de los países tropicales de Asia que estiman su origen en India y Malasia (González, 2025), llegó a México a bordo de la Nao de China que desde 1565, por embarcaciones españolas, empezaron a cruzar el Océano Pacífico de Filipinas hasta Nueva España cuya desembarcación era en el Fuerte de San Diego ubicada en el puerto de Acapulco, Guerrero, México (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2021).

Es una planta que completa su ciclo en 1 a 2 años, su raíz se hunde en la tierra de manera vertical, pero se deforma fácilmente en suelos pesados y, al ser una planta fotoperiódica, requiere de más de once horas de luz para alcanzar una plena fructificación, puede ser cultivada ampliamente en zonas tropicales o subtropicales ya que se reproduce por autofecundación y por la siembra de sus semillas, crece hasta alcanzar una altura de 2 a 4 metros con hojas tri o pentalobuladas de unos 15 cm de longitud, alterna en el tallo. Sus flores miden de 8 a 10 de diámetro, son de color rojo en la base y palido en los extremos, su caliz es la parte destacable por su rojo intenso, carnosos y rico ácido málico.



Figura 5. Planta de *Hibiscus Sabdariffa* (Ecología verde, 2021).

Es una planta de uso múltiple, se aprovechan sus tallos, hojas, frutos y semillas, el 95% del consumo de jamaica son los cálices deshidratados, usados desde tiempos antiguos para elaborar extractos a partir de los cuales se elaboran bebidas refrescantes y otros productos artesanales como mermeladas, jaleas, helados, harinas, licores, vinos, etc.

En la actualidad, se conocen más de 500 especies de *Hibiscus* en todo el mundo, sin embargo, se distinguen seis variedades de *Hibiscus Sabdariffa*, a nivel internacional, las cuales se identifican por diferencias en el color, la forma, apariencia, peso, fruto, y tamaño de la planta. Estas variedades son: sudán, china o morada, roja (larga y corta, americana), negra gigante (nigeriana), morada gigante (tailandesa) y la no ácida (Vietnam). Diferentes fuentes de investigación han determinado que los colores de los cálices de las diferentes variedades de la jamaica se clasifican en oscuros, claros y blancos (también denominados cálices verdes) (Montaño-Arango, 2024).

La flor de jamaica (*Hibiscus Sabdariffa*) se clasifica de la siguiente manera:

Tabla 3. Clasificación taxonómica de la jamaica (*Hibiscus Sabdariffa*).

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Dilleniidae
Orden	Malvales
Familia	Malvaceae
Subfamilia	Malvoideae
Género	Hibiscus
Especie	Hibiscus Sabdariffa

Fuente: Elaboración propia, 2025.

2.2 Importancia: Productividad comercial

China es el mayor productor a nivel mundial de *Hibiscus Sabdariffa*, seguido por Sudán, Uganda, Indonesia, Malasia, posicionando a México en el séptimo lugar, teniendo al estado de Guerrero como el principal productor, esta herbácea se cultiva en regiones cálidas, húmedas y secas, y se cultivan más de 18 mil hectáreas con un rendimiento promedio de 430 kg/h. En los estados de Guerrero, Michoacán y Oaxaca se cultiva 94% de la superficie cosechada a nivel nacional y se obtiene el 91% de la producción. Actualmente, más del 98% de la producción proviene de variedades criollas, las cuales se siembran en el ciclo agrícola de primavera-verano. Sin embargo, la demanda nacional de cálices excede la producción del país, por tal motivo se importa desde otros países, como China (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, 2024).

De acuerdo con la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, México tuvo una producción de casi 7 mil toneladas de jamaica en el año 2016 y de 7 mil seiscientas toneladas en 2017. El estado de Guerrero es el principal productor con 76%, destacando por su aporte los municipios de Tecoaapa, Ayutla, Juan R. Escudero y San Marcos. Es importante mencionar que la producción puede ser mayor en el mismo espacio de cultivo, por la baja eficiencia de producción, pues mientras países como China (2,000 kg/ha) o India (1,500 kg/ha) tienen una producción alta, en México (290 kg/ha) la eficiencia es baja, debido a que la mayoría del cultivo se realiza de forma artesanal y sin tecnificación (SIAP, 2019).

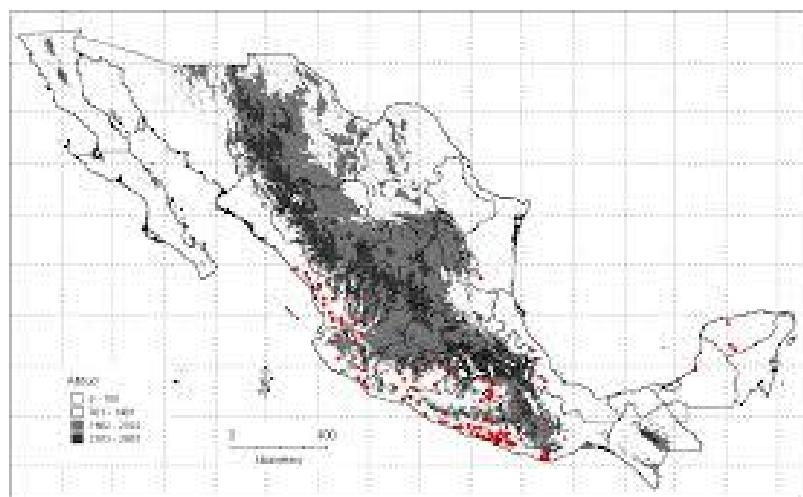


Figura 6. Zonas actuales de cultivo en México (Esquivel-Marín *et al.*, 2024)

Las diferencias que se presentan, puede ser debido al tipo de suelo, la zona de cultivo, condiciones, cosecha, almacenaje, variedad, entre otros factores (Aguirre, 2022).

Tabla 4. Composición proximal, contenido de compuestos bioactivos y actividad antioxidante de la jamaica.

Datos expresados en g por cada 100 en base seca	
Humedad	11.29
Cenizas	8.11
Proteína	10.99
Lípidos	0.82
Carbohidratos totales	34.81
Fibra dietética soluble	8.76
Polisacáridos no amiláceos de la fibra dietética insoluble	23.44
Lignina Klason de la fibra dietética soluble	3.64
Fibra dietética total	35.85
Datos expresados en mg equivalentes de ácido gálico g-1 en base seca	

Polifenoles extraíbles	38.29
Polifenoles hidrolizables	11.6
Tanino condensados	3.3
Datos expresados en mM equivalente trolox g-1 en base seca	
Actividad antirradical	438.08
Actividad quelante	217.98

Fuente: Fosado *et al.*, 2021.

La jamaica se cultiva para obtener cálices frescos para ser deshidratados, que se utilizan principalmente para la preparación de bebidas frescas e infusiones, las cuales se han reportado que tienen diversos efectos benéficos a la salud debido a su importante contenido de vitaminas como tiamina (B1), riboflavina (B2), niacina (B3) y vitamina C (ácido ascórbico), minerales como potasio, calcio, hierro, magnesio y oligoelementos. Por otro lado se ha reconocido una gran cantidad de compuestos bioactivos/metabolitos secundarios como: ácidos fenólicos (ácido cafeico, ácido clorogénico) flavonoides (quercetina, quercetina-3-glucósido, quercetina-3-rutinósido, quercetina-3-sambubiosido, kaempferol 3-O-rutinósido, kaempferol 3-p-cumaril glucósido, miricetina 3-arabinogalactosa), antocianinas (delphinidin-3-sambubiosido, delphinidin-3-glucósido, cianidina-3,5-diglucósido, cianidina-3-sambubiosido) ácidos orgánicos y sus derivados (ácido gálico, ácido cítrico, ácido hidroxicítrico, ácido hibístico, ácido málico, ácido tartárico, ácido ascórbico) (Montalvo González *et al.*, 2022).

En un estudio realizado por Borrás-Linares *et al.*, (2015) determinan el contenido de compuestos fenólicos totales, flavonoides, antocianinas, delfinidinas, cianidinas y la capacidad antioxidante de 25 extractos de variedades de jamaica cosechada en México, obteniendo rangos de 21 a 104 mg EAG/g para el contenido total de polifenoles totales, flavonoides de 417 a 1703 mg EQ/100 g, antocianinas de 0 a 4246 mg/100 g, delfinidinas de

0 a 3495 mg/100 g, cianidinas de 0 a 873 mg/100 g y capacidad antioxidante de 35 a 106 $\mu\text{mol ET/g}$.

2.4 Beneficios de su consumo

La jamaica es un ingrediente versátil y nutritivo que ofrece múltiples beneficios en la industria alimentaria, tales como: antioxidantes, fuente de vitaminas y minerales, y baja en calorías para la aplicación en la industria alimentaria: bebidas, productos de confitería, alimentos funcionales y colorantes naturales. A continuación se presenta una tabla de los múltiples beneficios de la jamaica en la aplicación de alimentos.

Tabla 5. Beneficios de la jamaica encontrados por diferentes investigadores en el área de alimentación.

Autor	Beneficios
Badui (1997)	Los azúcares y el metabisulfito ayudan a conservar el concentrado de jamaica que impide el desarrollo de diversas bacterias, hongos y levaduras.
Almana (2001)	Para la elaboración de productos de repostería y panificación, la flor de jamaica se incluyó como ingrediente debido a su alto contenido de fibra, calcio y hierro al agregar polvo de jamaica en pastel de chocolate.
Hasler (2002)	La jamaica y sus extractos se han considerado como ingredientes importantes para desarrollar alimentos funcionales, los cuales se distinguen por tener uno o más componentes biológicamente activos.
González <i>et al.</i> (2009) D'Heureux y Badrie (2004)	Estudiaron que el desarrollo de microorganismos se puede reducir en un medio ácido producido por ácidos orgánicos que contiene la jamaica. Identificaron que un bajo pH reduce las posibilidades de un ataque bacteriano, regula el crecimiento de microorganismos aerobios mesófilos y mejora el efecto de los conservadores.
Ashaye y Adeleke (2009)	Evaluaron las características fisicoquímicas y la aprobación de la mermelada de jamaica, al elaborarlas tanto con su variedad roja, como roja oscura, utilizando flores frescas y secas.
Cid <i>et al.</i> (2010)	Desarrollaron una bebida a base del extracto de jamaica variedad criolla roja y analizaron diversos edulcorantes no calóricos, para después compararlos con el azúcar de caña.

Meza (2012)	Reporta que los subproductos de los cálices de la jamaica se utilizan en América Latina para elaborar vinos, conservas, mermeladas, refrescos a nivel industrial y artesanal, repostería y muchos otros productos que varían en el proceso de preparación, dependiendo del país y los hábitos alimenticios de la población. Las semillas de la jamaica se pueden utilizar para elaborar aceite comestible con propiedades nutricionales considerables.
Marín y Mejía (2012)	Observaron que el poder tintóreo del colorante extraído de la jamaica sobre yogurt natural y crema ácida es menor en comparación con los colorantes artificiales que suelen utilizarse en la industria alimenticia.
SADER (2016)	En México, se elaboran bebidas como la tradicional agua de jamaica, dulces, diferentes tipos de salsas, mermeladas, concentrados, té y licor, además de ser una fuente potencial de colorantes y saborizantes alimenticios.
Puebla Dos22 (2016)	Casa Meratto en Puebla, creó un nuevo concepto en cuanto a bebidas alcohólicas en el año 2010; al desarrollar un tinto hecho a base de jamaica, el cual, hasta 2016, logró consolidarse como un proyecto viable y sustentable.
Jabeur <i>et al.</i> (2017)	Es una fuente de nutrientes y de pigmentos que se pueden utilizar como colorantes alimentarios naturales.
Rosales (2018)	La empresa nicaragüense Ecovida, en septiembre del 2018, se preparaba para el lanzamiento de su nuevo vinagre hecho a base de flor de jamaica.
Carlos (2018)	La ONG Greenpeace México, publicó una receta para preparar tacos utilizando la flor de jamaica.
Espinosa (2018)	El pigmento de la flor de jamaica se puede utilizar como colorante natural en diversos alimentos, para reemplazar colorante como el sintético rojo 40.
Gutiérrez <i>et al.</i> (2021)	Desarrollaron un vino con la fermentación de los extractos de cálices con características sensoriales aceptables y una mayor concentración de compuestos bioactivos.
Arslaner <i>et al.</i> (2021)	Midieron la combinación de mermelada de la flor en composiciones con minerales y metales pesados, y yogures batidos, encontrando que aumentaron significativamente las propiedades antioxidantes.

Fuente: Montaña-Arango *et al.*, 2024.

2.5 El valor oculto de los residuos de la jamaica

Existen pocos estudios científicos que hayan propuesto el residuo del agua de jamaica como una fuente de compuestos bioactivos. La fibra dietética es parte de los alimentos que nuestro cuerpo no puede digerir completamente, pero es esencial ya que ayuda a limpiar nuestro sistema digestivo.

El residuo de la jamaica fue propuesto como fuente de fibra dietaria antioxidante por primera vez resaltando que durante el proceso de elaboración de agua de jamaica se extraen parcialmente los compuestos bioactivos del cáliz, pero la mayoría se retienen en el residuo ya que tiene un contenido del 79%, pues solo los compuestos más afines al agua (hidrosolubles) y de bajo peso molecular se trasladan a la bebida.

Años después, Amaya-Cruz *et al.*, (2018) hicieron un análisis más a detalle del residuo del agua de jamaica, encontrando que retenía el 56% de las antocianinas presentes en el cáliz. Si bien se pierden algunos polifenoles libres, el residuo queda enriquecido con polifenoles ligados a la fibra dietaria, que aportan capacidad antioxidante, científicos que realizaron un análisis microscópico del residuo y encontraron que es más poroso que el cáliz antes de la decocción, lo que modifica sus propiedades tecnofuncionales, es decir, aquellas características que indican si un material tiene la capacidad de retener agua o aceite, o qué tan viscoso puede ser. Estos datos son muy importantes en la industria de alimentos, ya que nos ayudan a saber qué usos le podemos dar a un ingrediente. En estudios más recientes, Esparza-Merino *et al.*, (2019) demostraron que el residuo de jamaica es de particular interés para la extracción de pectina, un ingrediente alimentario que se utiliza comúnmente en la gelificación de alimentos como mermeladas, jaleas y frutas en conserva. Mientras que SernaTenorio *et al.*, (2024) realizaron un análisis químico profundo del residuo del agua de jamaica, encontrando que además de la fibra dietaria y los polifenoles libres, también se retenían entre 1.26 y 2.72 veces más compuestos antioxidantes unidos a la fibra, incluyendo polifenoles y ácidos orgánicos. El

residuo del agua de jamaica contiene una variedad de compuestos bioactivos que podrían ser útiles en la prevención y el tratamiento complementario de diversas enfermedades. Además de las antocianinas y los ácidos orgánicos, este residuo es rico en polifenoles, flavonoides, pectina, y otros.

2.5 Usos

Los cálices de esta planta, a pesar de su composición química y su contenido de compuestos responsables que le permitan obtener un su agradable aroma y su sabor amargo, se ha utilizado en la industria alimentaria principalmente para ser consumida de forma deshidratada, elaborando así productos o infusiones como: Té, suplementos, bebidas, dulces, helado, confitado, salsas, mermeladas, concentrados, colorante, vinos y licores; también se utiliza en productos de belleza, encapsulados, fármacos, aceites esenciales, entre otros.



Figura 7. Subproductos derivados de *Hibiscus Sabdariffa* (Díaz, 2025).

2.9 Aplicación de flores comestibles en la producción de alimentos procesados

México es un país con una rica tradición culinaria y una gran variedad de flores comestibles que representan una alternativa innovadora y natural para la diversificación de productos alimenticios procesados. Las flores comestibles representan una fuente importante de compuestos bioactivos, entre los que destacan flavonoides, carotenoides, antocianinas y compuestos fenólicos, los cuales poseen propiedades antioxidantes, antimicrobianas y antiinflamatorias. Estos componentes contribuyen significativamente a mejorar las características sensoriales, nutricionales y funcionales de diversos productos alimenticios, de los cuales hay mayor aplicación en bebidas, snacks, galletas, productos lácteos, panificación por mencionar algunos.

2.9.1 Galletas y Bisquet

El empleo de harinas elaboradas a partir de flores comestibles en la preparación de galletas constituye una práctica culinaria innovadora que contribuye al enriquecimiento nutricional, ofrece sabores distintivos y mejora el atractivo visual del producto. Estas harinas se obtienen mediante el secado y molienda de flores aptas para el consumo, y pueden emplearse tanto para complementar harinas de trigo convencionales como para servir de base en formulaciones especializadas. Las opciones populares para repostería incluyen: rosas, lavanda, violetas, *Hibiscus*, caléndulas, *Tagete Erecta* (BloomsyBox, 2024).

Según la *NORMA Oficial Mexicana* NMX-F-006-1983 de Galletas. -Es el producto elaborado con harinas de trigo, avena, centeno, harinas integrales, azúcares, grasa vegetal y/o aceites vegetales comestibles, agentes leudantes, sal yodada; adicionados o no de otros ingredientes

y aditivos alimenticios permitidos los que se someten a un proceso de amasado, moldeado y horneado.

No existe una *NORMA Oficial Mexicana* (NOM) que ofrezca una definición legal o técnica específica para la palabra "bisquet", la descripción del bisquet se encuentra en el ámbito culinario y cultural: Se describe comúnmente como un panecillo salado que requiere dos cocciones ("doblemente cocido"). Es un elemento básico y tradicional de la panadería mexicana, usualmente disfrutado con mermelada y mantequilla.

Tanto las galletas como los bisquets pertenecen al grupo de productos de panificación elaborados a base de harinas de cereales, principalmente de trigo, y se caracterizan por ser alimentos de consumo rápido, de fácil preparación y larga vida útil. Ambos productos comparten procesos básicos como el amasado, formado y horneado, aunque difieren en formulación, textura y contenido de grasa y humedad (Paredes-López & Harry, 2020).

El uso de harinas alternativas —como las obtenidas de flores comestibles— en estos productos puede mejorar su aporte de fibra, minerales y compuestos bioactivos, además de proporcionar colores y aromas naturales, características apreciadas en productos de panificación moderna (González *et al.*, 2021).

2.9.2 Producto lácteo: Requesón

Según la *NORMA Oficial Mexicana NOM-243-SSA1-2010, Producto y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba*; el requesón es el producto obtenido a partir del suero de leche entera, semidescremada o descremada pasteurizada de vaca, cabra u oveja, el cual es coagulado por calentamiento en medio ácido para favorecer la obtención de la

cuajada la que es salada, drenada, moldeada, empacada y etiquetada y posteriormente refrigerada para su conservación.

La preparación del requesón se caracteriza por ser un proceso simple que utiliza la acción del ácido y el calor para separar la cuajada del suero, culminando en un producto fresco y de textura granulosa, formada por grumos pequeños y grandes. Uno de sus beneficios más destacados es que permite combinarlo con otras comidas dulces o saladas, no se cura ni se madura como un queso duro y contiene proteínas.

3. Metodología

3.1 Tipo de investigación

El presente trabajo de investigación fue de tipo experimental de laboratorio, empleando un análisis mixto. Se realizaron formulaciones para el aprovechamiento de ciertos componentes y propiedades de las flores comestibles: Flor de Cempasúchil y Flor de Jamaica en productos procesados de consumo humano. Es cuantitativo ya que se emplearon técnicas para medir características bromatología, fisicoquímicas y funcionales, mientras que es cualitativo al evaluar el nivel de aceptabilidad mediante un análisis sensorial de los productos formulados,

3.2 Diseño experimental

Se realizó un diseño factorial 2^2 completamente aleatorizado, en donde los factores fueron Tipo de producto con harina de cempasúchil al 5% (Galletas y Bisquet) y % de cálices de jamaica en queso suave (0% y 4%), generando 4 combinaciones con sus repeticiones (2). Las variables dependientes fueron las relacionadas a propiedades bromatológicas, fisicoquímicas, funcionales y sensoriales. Los datos fueron analizados mediante Microsoft Excel, a través de ANOVA.

Tabla 6. Diseño experimental factorial 2³.

Variables independientes	-1	1	Variables dependientes
Tipo de producto con harina de cempasúchil al 5%	Galletas	Bisquet	Bromatológicas Fisicoquímicas Funcionales Sensoriales
% de cálices de jamaica en queso suave	0%	4%	

Fuente: Elaboración propia, 2025

3.4 Población

Se realizó una evaluación sensorial de 60 personas hombres y mujeres de 18 a 25 años (jueces sin experiencia) de la Facultad de Ciencia de la Nutrición y Alimentos, de la Universidad Ciencia y Artes de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, estado de Chiapas.

3.5 Muestra

La *Tagetes Erecta* fue recolectada después de los concursos de altares en la facultad de ingeniería ambiental, UNICACH sede Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. La materia prima fue previamente lavada antes de su uso para posteriormente someterla a proceso de secado.

La *Hibiscus Sabdariffa* fue adquirida de un puesto de chiles y semillas en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. La materia prima venía previamente semideshidratada.

La leche bronca fue adquirida con un ganadero de libre pastoreo en el municipio de Las Rosas, Chiapas, México.

3.6 Descripción del los proceso

3.6.1 *Tagetes Erecta* - Secado y obtención del polvo

Se escogen las flores de *Tagete Erecta* frescas y en buen estado para proceder a deshojarlas, lavar con agua purificada los pétalos y poner a escurrir en un colador. Se colocaron los pétalos limpios de la flor en un deshidratador por 2 horas, a 160°C. Una vez que los pétalos estén completamente secos, muévelos en un molinillo de café o en un procesador de alimentos hasta obtener un polvo fino asegurándose de que el equipo esté limpio y seco antes de moler los pétalos. Posteriormente se procede a tamizar el polvo para eliminar cualquier residuo grueso o partículas no deseadas. Al final se guarda el polvo de cempasúchil en un recipiente hermético en un lugar fresco y seco para mantener su frescura y calidad (Sierra, 2023).

3.6.2 Descripción del proceso de la galleta

En un bowl grande, se bate la mantequilla y el azúcar hasta que estén cremosos. En otro bowl, se mezcló la harina de trigo 71.97%, el polvo de hornear, la sal y 5% de polvo de *Tagetes Erecta* haciendo un infusión con agua, se incorporan todos los ingrediente hasta obtener una masa suave y homogénea para poder extender la masa, con ayuda de un cortador ir sacando las dimensiones de la galleta para colocarla en una charola de acero inoxidable. Se precalienta el horno a 180°C (350°F), horneando las galletas durante unos 10 a 12 minutos, o hasta que estén ligeramente doradas en los bordes. Transcurrido el tiempo se saca del horno, para dejar enfriar las galletas en la bandeja durante unos minutos para guardar en un recipiente hermético y evitar contaminación (K.A. Elizondo, 2018).

3.6.3 Descripción del proceso del Bisquet

En un bowl grande, se combina la harina 71.97%, el polvo de *Tagetes Erecta* 5%, el polvo para hornear, la sal y el azúcar para posteriormente incorporar la mantequilla fría, usando

guantes para mantener la inocuidad del producto mezclando con la mano la mantequilla con los ingredientes secos hasta que se formen grumos (como arena gruesa o migajas). Vertiendo poco a poco la leche hasta formar una masa suave pero no pegajosa. Extiende la masa sobre una superficie ligeramente enharinada, doblando la masa sobre sí misma unas 2 a 3 veces para dar capas, dándole forma cortando con molde circular o vaso. Se colocan en una charola de acero inoxidable para hornear por 12 a 15 minutos, o hasta que estén dorados por encima, finalizado el tiempo transcurrido se dejan enfriar y se guardan en un recipiente hermético para evitar contagio (K.A. Elizondo, 2018).

3.6.4 Obtención del extracto de jamaica

Se enjuaga la jamaica previamente para quitar residuos de tierra con agua purificada, para después pasarla a un colador y hacer la infusión en caliente con 15% de jamaica en 1 litro de agua, posteriormente pasados unos 20 minutos dejar reposar hasta enfriar, y así poder colarlo obteniendo el extracto de jamaica.

3.6.5 Obtención del queso

Se llevó a cabo el proceso de elaboración de requesón a partir de lactosuero (Manual de tecnología de productos lácteos, Mendoza 2022) sustituyendo el lactosuero por leche bronca y el ácido cítrico por extracto de jamaica. El cual consiste en calentar la leche con agitación constante hasta alcanzar los 90° Celsius, apagar el fuego y adicionar 1.46% de extracto de jamaica por cada litro de leche. Dejar reposar por 5 min o más para recoger el requesón con ayuda de un colador o manta cielo, depositar en un bowl de acero inoxidable y agregar sal (entre 5 y 10%).

Se hicieron dos tipos de queso, uno lleva solo extracto de jamaica, el otro lleva adicionado un 4% de cálices de jamaica, los cuales fueron utilizados para hacer el extracto.

Análisis químico

Para los productos ya mencionados, se realizó análisis químicos proximales (proteína, fibra cruda, grasa cruda, carbohidratos, humedad). Las determinaciones se realizaron con base a los métodos propuestos por AOAC 2022. Véase los anexos.

Pruebas Fisicoquímicas.

Para la caracterización de la materia prima; harina de cempasúchil se realizaron las siguientes pruebas fisicoquímicas con la finalidad de identificar sus propiedades al momento de su integración a la formulación. El índice de absorción de agua e índice de solubilidad de agua por el método Anderson (1969) con modificaciones. Así también se evaluó la capacidad de absorción de agua subjetiva y la distribución del tamaño de partícula por el método de Flores-Farias *et al.*, 2002 con modificaciones.

Para la segunda materia prima: Extracto de jamaica y los dos tipos de requesón, se emplearon las pruebas de pH empleando el método del potenciómetro y acidez titulable, Macías-Mejía, *et al.*, /Vol.4 (2019).

Pruebas para actividad funcional

Se hicieron pruebas para determinar la presencia de carotenoides y vitamina A (Santos & A. F. Esparza, 1995).

Pruebas sensoriales

Los productos elaborados fueron sometidos a pruebas sensoriales de aceptabilidad bajo dos metodologías: prueba de preferencia que determina el nivel de agrado y prueba de ordenamiento que determina aceptación general por parte del consumidor (ATRIBUTOS Y

ALIMENTO COMPLETO). Para la prueba de preferencia, se aplicó una escala hedónica de 5 puntos (1 = “no me gusta”, 5 = “me gusta mucho”), evaluando los atributos sensoriales de color, olor, sabor, textura y apariencia. En el caso de la prueba de ordenamiento, se utilizó una escala de 4 puntos, en la cual los panelistas organizaron las muestras de menor a mayor preferencia, de izquierda a derecha (Cordero, 2017).

Ambas pruebas fueron aplicadas a 60 panelistas no entrenados, estudiantes de la Licenciatura en Ciencia y Tecnología de Alimentos de la UNICACH, a quienes se les proporcionaron cuatro muestras codificadas con tres dígitos aleatorios, acompañadas de vasos con agua para el enjuague bucal entre cada evaluación.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Análisis químico proximales

a) Polvo de *Tagetes Erecta*, galletas y bisquet; y queso con jamaica.

Para obtener los resultados de los análisis químicos proximales (bromatológicos) se analizaron 5 tratamientos por duplicado obteniendo los porcentajes de humedad, ceniza, grasa, proteína, fibra y carbohidratos en cada uno de los productos.

Tabla 7. Resultado de análisis proximal de los productos: polvo de *Tagetes Erecta* y productos derivados, y queso con jamaica.

	Humedad	Ceniza	Grasa	Proteína	Fibra	CHO's
Polvo de Cempasúchil	5,47±0,15	8,49±0,24	13,51±0,19	5,35±0,00	17,04±0,18	50,12
Galleta c/flor cempasuchil	3,66±0,14	3,58±0,00	17,05±0,01	4,62±0,34	3,62±0,10	67,46
Bisquet c/flor cempasuchil	7,46±0,17	13,77±0,27	14,98±0,01	6,33±0,00	0,66±0,21	56,79
Queso c/cálices de jamaica	63,62±0,25	7,81±0,07	37,21±0,08	18,80±1,15	5,82±0,01	-33,28

Queso jamaica	extracto	59,06±0,01	5,51±0,01	40,71±0,10	22,89±0,77	5,16±0,02	-33,34
------------------	----------	------------	-----------	------------	------------	-----------	--------

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Los resultados obtenidos en el análisis proximal mostraron variaciones importantes entre los productos elaborados con flor de cempasúchil y aquellos formulados con jamaica. El contenido de humedad fue mayor en los quesos (63.62% y 59.06%) en comparación con los productos de panificación y polvo, lo cual es consistente con lo reportado por González *et al.*, (2020), quienes señalaron que los productos lácteos presentan un mayor porcentaje de agua debido a su naturaleza semisólida y a la presencia de suero retenido en la matriz proteica.

En cuanto a la ceniza, el polvo de *Tagetes Erecta* presentó un valor elevado (8.49%), indicando un alto contenido mineral, similar a lo mencionado por Hernández *et al.*, (2019), quienes encontraron concentraciones cercanas al 9% en harinas vegetales enriquecidas con flores comestibles. Los productos derivados, como el bisquet (13.77%) y el queso c/cálices de jamaica (7.81%), mostraron incrementos atribuibles a la adición de extractos florales ricos en minerales.

El contenido de grasa varió significativamente entre los productos, siendo más alto en el queso con extracto de jamaica (40.71%) y menor en el polvo de *Tagetes Erecta* (13.51%). Estos valores superan los reportados por Torres *et al.*, (2021), quienes documentaron contenidos grasos de entre 25 y 35 % en quesos frescos tradicionales, lo que sugiere que la adición de extractos vegetales podría influir en la retención de grasa o en la composición del producto final.

Respecto a la proteína, los mayores valores se observaron en el queso con extracto de jamaica (22.89%) y el queso c/cálices de jamaica (18.30%), en concordancia con Ramírez *et al.*,

(2022), quienes reportaron incrementos proteicos al incorporar compuestos vegetales ricos en aminoácidos a productos lácteos. En cambio, la galleta y el polvo de *Tagetes Erecta* presentaron valores inferiores (4.62 y 5.33%, respectivamente), propios de matrices con bajo contenido proteico vegetal.

El contenido de fibra fue más alto en el polvo de *Tagetes Erecta* (17.04%), lo cual coincide con lo informado por Martínez *et al.*, (2018), que destacan el elevado contenido de fibra insoluble de las flores comestibles. Por otro lado, los productos con jamaica mostraron valores menores (5.16 - 5.82%), posiblemente debido a la dilución de la fibra durante la extracción o el proceso de elaboración del queso.

Finalmente, los carbohidratos oscilaron entre 33.28 y 67.46%, siendo más altos en las galletas con flor de cempasúchil, lo que concuerda con los datos de Salazar y López (2020) para productos de panificación enriquecidos con extractos vegetales, en los que los carbohidratos constituyen la principal fuente energética.

En conjunto, estos resultados evidencian que la incorporación de flores comestibles y extractos naturales influye notablemente en la composición proximal de los alimentos, mejorando su aporte mineral y proteico, permitiendo desarrollar productos funcionales con características nutrimentales diferenciadas.

Propiedades fisicoquímicas

a) Polvo de *Tagetes Erecta*

a.1) Índice de solubilidad en agua e índice absorción

El análisis de las propiedades tecnofuncionales de polvo de *Tagetes Erecta* mostró un índice de solubilidad (ISA) de 4.50% y un índice de absorción de agua (IAA) de 4.78g de agua/g de muestra.

Tabla 8. Propiedades Tecnofuncionales de la *Tagetes Erecta*

Propiedad tecnofuncional	Resultado
Índice de solubilidad en agua (ISA)	4,50
Índice de absorción de agua(IAA)	4,78

Fuente: Elaboración propia, 2025

El valor de ISA obtenido es inferior al reportado para harinas de trigo (6 - 8 %) o de maíz (7 - 10 %), lo cual indica una menor cantidad de compuestos solubles y una estructura más estable frente a la hidratación (Ramírez *et al.*, 2020). Esta baja solubilidad sugiere que el polvo de *Tagetes Erecta* podría contribuir a la estabilidad estructural de mezclas en formulaciones compuestas, evitando la liberación excesiva de sólidos en agua y manteniendo la integridad del producto.

En contraste, el IAA de 4.78 g/g fue superior al de harinas convencionales como la de trigo (1.80–2.10 g/g) y la de arroz (2.50–3.00 g/g) (González *et al.*, 2021; Morales *et al.*, 2020). Este comportamiento se asocia con la alta capacidad de retención de agua de polvo de *Tagetes Erecta*, atribuida a su contenido de fibra dietética y compuestos fenólicos que facilitan la formación de enlaces con moléculas de agua (Morales *et al.*, 2020).

De manera general, los resultados indican que el polvo de *Tagetes Erecta* presenta baja solubilidad y alta absorción de agua, combinación que puede resultar beneficiosa en la

elaboración de galletas, bisquets y otros productos horneados, donde una mayor retención de humedad mejora la textura y la frescura del producto final.

a.2) Capacidad de absorción de agua subjetiva (CAAS)

El polvo de *Tagetes Erecta* presentó una capacidad de absorción de agua (CAA) de 51.29 %, lo cual indica una alta afinidad por el agua y una buena capacidad de hidratación. En comparación con otras harinas vegetales, el valor obtenido es superior al reportado por Morales *et al.*, (2020) para harinas de maíz (38 %) y arroz (42 %), y similar al observado por Ramírez *et al.*, (2020) en mezclas de harinas enriquecidas con fibra (50–52%). Estos resultados evidencian que el polvo de *Tagetes Erecta* tiene una mayor capacidad de retención de agua que las harinas convencionales, lo cual puede atribuirse a su alto contenido de fibra insoluble y compuestos estructurales derivados de la pared celular.

De acuerdo con González *et al.*, (2021), una mayor capacidad de absorción de agua en harinas alternativas mejora la textura y rendimiento en productos de panificación, ya que contribuye a mantener la humedad durante el horneado y almacenamiento. En este sentido, el valor obtenido para el polvo de *Tagetes Erecta* sugiere que su incorporación en productos como galletas o bisquets podría favorecer una textura más suave y una mejor estabilidad del producto final. Los resultados de capacidad de absorción de agua presentan buenas propiedades funcionales en comparación con otras harinas vegetales, destacando su potencial como ingrediente funcional o de enriquecimiento en productos de panificación, debido a su alta capacidad de hidratación y retención de humedad.

a.3) Tamaño de partícula.

Se realizó mediante tamizado utilizando dos mallas con aberturas nominales de 595 μm (malla No. 30) y 297 μm (malla No. 50). Del total de la muestra (50 g), se observó que el 20 % de la harina quedó retenido en la malla 30, mientras que el 80% fue retenido en la malla 50, lo que indica una mayor concentración de partículas finas.

Con base en los porcentajes retenidos y las aberturas de las mallas, se estimó un tamaño medio de partícula de aproximadamente 357 μm , calculado mediante una media ponderada de las fracciones retenidas. Este valor refleja que el polvo de cempasúchil presenta una granulometría media, lo que puede influir en sus propiedades funcionales, particularmente en la capacidad de absorción de agua y comportamiento durante el amasado y horneado.

Al comparar estos resultados con los reportados por otros autores, se observa que la harina de cempasúchil presenta un tamaño de partícula superior al de la harina de trigo refinada, cuyos valores promedio se encuentran entre 100 y 150 μm , debido al uso de moliendas más finas (Morales et al., 2020). Sin embargo, los valores obtenidos son similares a los reportados por González et al. (2021) en harinas alternativas elaboradas a partir de vegetales y leguminosas, cuyos tamaños medios varían entre 300 y 400 μm , dependiendo del tipo de molienda y contenido de fibra.

De acuerdo con Ramírez et al. (2020), un mayor tamaño de partícula puede aumentar la absorción de agua y modificar la textura en productos de panificación, debido a la menor compactación de las partículas y a una estructura más porosa. En este sentido, la harina de *Tagetes erecta* podría considerarse adecuada para la formulación de productos de panadería como galletas o bisquets, en los que un tamaño de partícula intermedio favorece la textura y la estabilidad del producto final

El tamaño medio de partícula obtenido ($\approx 357 \mu\text{m}$) posiciona a el polvo de cempasúchil dentro del rango de harinas de molienda media, con predominio de partículas finas ($80 \% < 297 \mu\text{m}$). Este nivel de granulometría contribuye potencialmente a mejorar las propiedades tecnofuncionales de la harina, como la retención de agua y la formación de estructuras aireadas en productos horneados.

b) Extracto de jamaica

b.1) pH

Los valores de pH se presentan en una gráfica de barras, los dos tipos de queso se mantuvieron estables entre réplicas, sin variaciones, esta estabilidad sugiere que la incorporación del extracto de jamaica no alteró de forma drástica el producto.

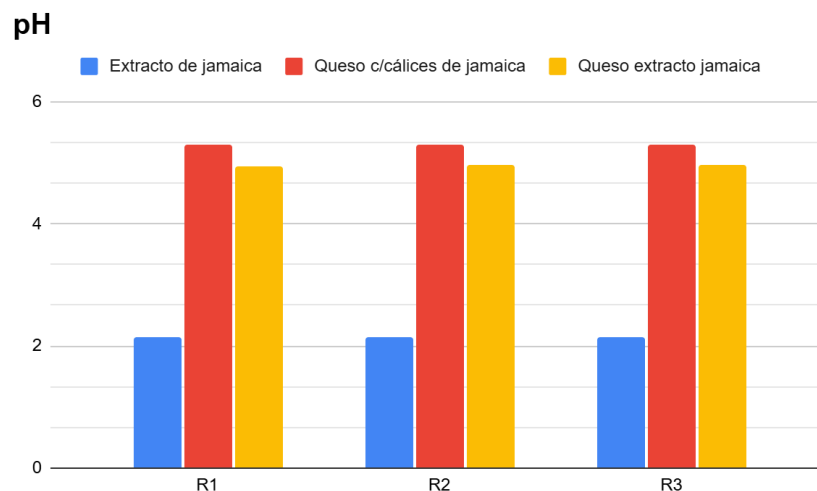


Figura 8. Valores de pH del extracto de jamaica y los dos tipos de quesos por triplicado (2025).

Estos resultados concuerdan con lo reportado por González *et al.*, (2020), quienes mencionan que la adición de extractos vegetales con compuestos fenólicos puede ocasionar una ligera disminución en el pH de los productos lácteos. De igual manera, Ramírez y López (2019)

observaron que el pH en los quesos frescos suele mantenerse entre 4.5 y 5.8, rango en el cual se encontraron los valores obtenidos en este estudio.

b.2) Acidez titulable.

Los valores de acidez titulable determinados se presentan en la figura 9 en una gráfica de barras. Se observó que el queso con extracto de jamaica presentó una acidez ligeramente mayor (0.06%) en comparación con el queso adicionado con cálices de jamaica (0.03%). Esta diferencia puede atribuirse a la presencia de compuestos orgánicos (principalmente ácidos hibiscico, cítrico y málico) presentes en el extracto, los cuales incrementan la acidez total del producto.

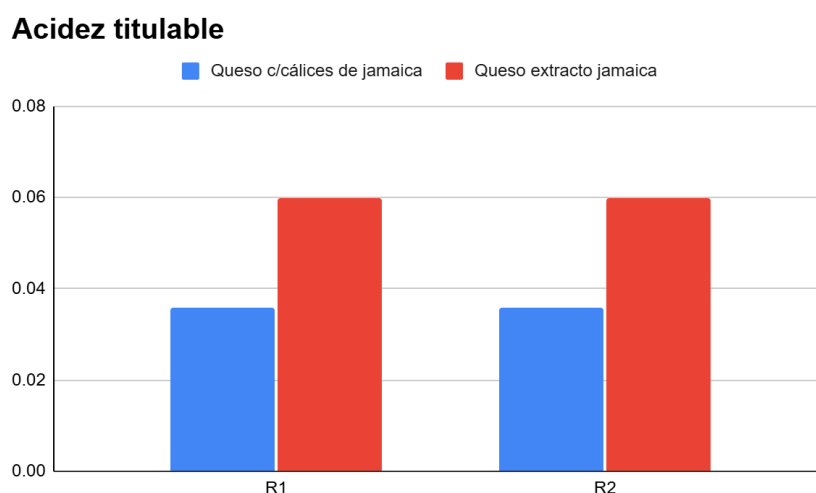


Figura 9. Valores de acidez titulable en queso con extracto de jamaica y queso adicionado con cálices de jamaica por duplicado (2025).

Estos resultados coinciden con los reportados por Galicia-Flores *et al.*, (2008), quienes identificaron en los extractos de *Hibiscus sabdariffa* una alta concentración de ácidos orgánicos que contribuyen a la disminución de pH y al incremento de la acidez titulable. Asimismo, Ramirezzy Lopez (2019) mencionan que los quesos frescos o requesones presentan

una acidez entre 0.1% y 0.8% de ácido láctico. Los valores obtenidos en este estudio se encuentran dentro del límite inferior de este rango, lo cual es característico de productos recién elaborados y con mínimo desarrollo ácido.

Actividad Funcional (*Tagetes Erecta*)

a.1) Fenoles

El valor de 96.5 µg EAG/g obtenido para el polvo de *Tagetes Erecta* una presencia moderada de compuestos fenólicos, atribuida principalmente a los flavonoides y carotenoides característicos de los pétalos de *Tagetes Erecta*. Estos compuestos son conocidos por su actividad antioxidante y propiedades funcionales. Al incorporar el polvo en la elaboración de galletas y bisquets, se observó una variación significativa en el contenido total de fenoles.

Las galletas mostraron el valor más alto (269.8 µg EAG/g), lo que sugiere que la interacción entre la matriz alimentaria y los compuestos fenólicos pudo favorecer la liberación o concentración de estos compuestos durante el proceso térmico del horneado.

En contraste, el bisquet presentó un contenido menor (55.0 µg EAG/g), posiblemente debido a diferencias en la formulación (mayor contenido de grasa), lo que podría haber reducido la disponibilidad o estabilidad de los compuestos fenólicos.

Estos resultados coinciden con lo reportado por González *et al.*, (2021), quienes observaron que el contenido de fenoles en productos horneados depende directamente de la proporción de harina vegetal empleada y de las condiciones de temperatura, ya que temperaturas elevadas pueden degradar parte de los compuestos fenólicos sensibles. Asimismo, Morales *et al.*, (2020) señalan que la adición de harinas de origen vegetal puede incrementar la actividad antioxidante de productos de panificación cuando la proporción de sustitución supera el 10–15%.

En este sentido, los valores obtenidos en la presente investigación demuestran que la incorporación de harina de cempasúchil en galletas genera un producto con mayor contenido fenólico y potencial antioxidante, mientras que en bisquets, el efecto es menor debido a la formulación y condiciones de horneado. El contenido de fenoles totales indica que el polvo de cempasúchil aporta compuestos bioactivos con propiedades antioxidantes, destacando especialmente en las galletas, donde se alcanzó el valor más alto (269.8 µg EAG/g).

a.2) Vitamina A

La determinación espectrofotométrica de vitamina A a 325 nm mostró concentraciones promedio de 8.26 ± 0.44 µg/mL para el Bisquet, 17.10 ± 0.00 µg/mL para el Polvo, y 9.75 ± 1.19 µg/mL para la Galleta. Los resultados evidencian que el polvo de *Tagetes Erecta* presentó el mayor contenido de vitamina A aparente, seguido de la galleta y finalmente el bisquet.

Tabla 9. Concentración de vitamina A (µg/mL) en las muestras analizadas a 325 nm.

Muestra	Absorbancia promedio	µg/mL de Vitamina A
Bisquet	1.423	8.26
Polvo	3.000	17.10
Galleta	1.710	9.75

Fuente: Elaboración propia, 2025

Estas diferencias se asocian principalmente al efecto del procesamiento térmico, dado que la vitamina A es sensible al calor, la luz y el oxígeno, factores que provocan su degradación durante el horneado. Diversos estudios recientes confirman que el contenido de vitamina A en

productos horneados fortificados puede disminuir hasta un 30 % dependiendo del tipo de grasa y la temperatura utilizada (Haile *et al.*, 2020; Aslam *et al.*, 2022).

Por otro lado, la eficiencia de extracción puede variar según la complejidad de la matriz. En productos como galletas y bizcochos, la presencia de almidones, proteínas y lípidos puede dificultar la recuperación total de la vitamina A. Además, el polvo de *Tagetes Erecta* contiene carotenoides como luteína y zeaxantina, compuestos con actividad provitamina A que contribuyen a las lecturas de absorbancia en 325 nm (Pineda-Ramírez *et al.*, 2023)

El contenido de vitamina A fue significativamente mayor en el polvo de cempasúchil (17.10 µg/mL) comparado con la galleta (9.75 µg/mL) y el bisquet (8.26 µg/mL). El procesamiento térmico y la naturaleza de la matriz influyen directamente en la retención del compuesto, mientras que la presencia de carotenoides en el polvo contribuye a su valor nutritivo.

a.3) Carotenoides

En la determinación de carotenoides totales, se obtuvieron valores promedio de 9.34 µg/mL para el bisquet, 11.67 µg/mL para el polvo de cempasúchil y 10.88 µg/mL para la galleta. El mayor contenido se observó en el polvo, lo que coincide con lo reportado por Pineda-Ramírez *et al.*, (2023), quienes señalaron que los pétalos secos de *Tagetes Erecta*. Presentan una alta concentración de luteína y zeaxantina, responsables del color anaranjado intenso y de la actividad provitamina A.

Tabla 10. Contenido de carotenoides en las muestras de bisquet, polvo y galletas de *Tagetes Erecta*.

Muestra	Vitamina A (µg/mL) ± DE	Carotenoides (µg/mL) ± DE
Bisquet	8.26 ± 0.44	9.34 ± 1.79
Polvo	17.10 ± 0.00	11.67 ± 1.38
Galleta	9.75 ± 1.19	10.88 ± 0.77

Fuente: Elaboración propia, 2025

La disminución observada en los productos horneados (galleta y bisquet) puede deberse a la degradación térmica de los carotenoides, ya que estos compuestos son sensibles a la oxidación y al calor. Estudios previos confirman que las pérdidas de carotenoides durante el horneado pueden alcanzar entre 20 % y 40 % dependiendo del tiempo y la temperatura (Aslam *et al.*, 2022; Li *et al.*, 2024).

En general, los resultados muestran que el polvo de cempasúchil conserva mejor los carotenoides que las matrices procesadas, lo que sugiere que su uso como ingrediente natural puede incrementar el valor funcional y antioxidante de productos de panificación.

Evaluación sensorial de productos derivados del polvo de cempasúchil y extracto de jamaica

El análisis de los resultados, mediante la media ponderada por frecuencia de respuesta, indicó que la muestra 354 (combinación de queso con trozos de jamaica y bisquet de cempasúchil) obtuvo el promedio general más alto (3.89), destacando en todos los atributos con valores cercanos o iguales a 4, lo que refleja un buen equilibrio sensorial y alta preferencia del consumidor.

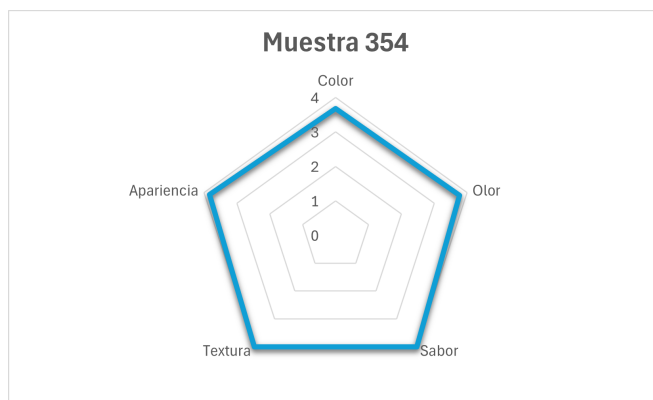


Figura 10. Gráfica Radial 354 (2025).

Le siguió la muestra 132 (combinación de queso con bisquet) con una media de 3.69, posicionándose como la segunda más aceptada.



Figura 11. Gráfica Radial 132 (2025).

Por otro lado, las muestras 023 (combinación de queso con trozos de jamaica y galleta de cempasúchil) y 235 (combinación de queso con galleta de cempasúchil) obtuvieron medias generales de 3.32 y 2.91, respectivamente, evidenciando un nivel de preferencia moderado a bajo, siendo el sabor y la textura los atributos con menor aceptación.

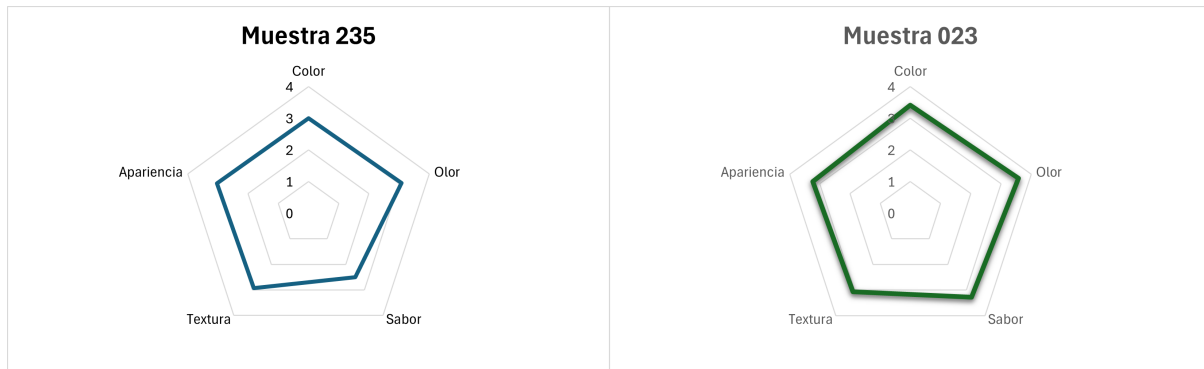


Figura 12. a) Gráfica Radial 235 y b) Gráfica Radial 023 (2025).

En conjunto, estos resultados demuestran que una proporción moderada de flor de cempasúchil y de queso con trozos de jamaica en la formulación favorece la aceptabilidad sensorial del producto, alcanzando un equilibrio adecuado entre los diferentes atributos evaluados.

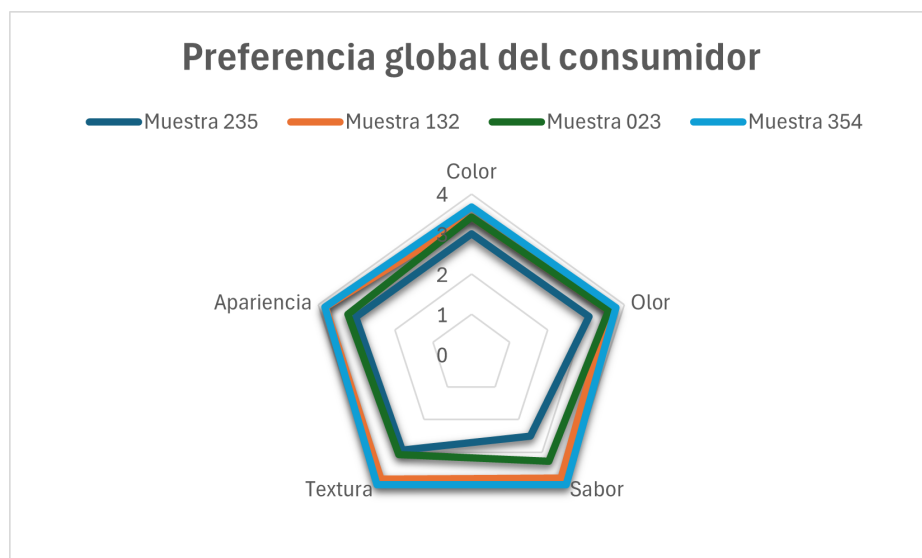


Figura 13. Gráfica global de atributos (2025).

Ordenamiento

En la Figura 14 se presentan los valores promedio obtenidos en la prueba sensorial de ordenamiento para las diferentes muestras evaluadas. Los resultados muestran que las

muestras 354 y 132 fueron las más preferidas por los panelistas, con promedios de 3.19 y 3.08, respectivamente. En contraste, las muestras 235 y 23 registraron los promedios más bajos, con valores de 1.95 y 1.82, lo que indica una menor preferencia sensorial.

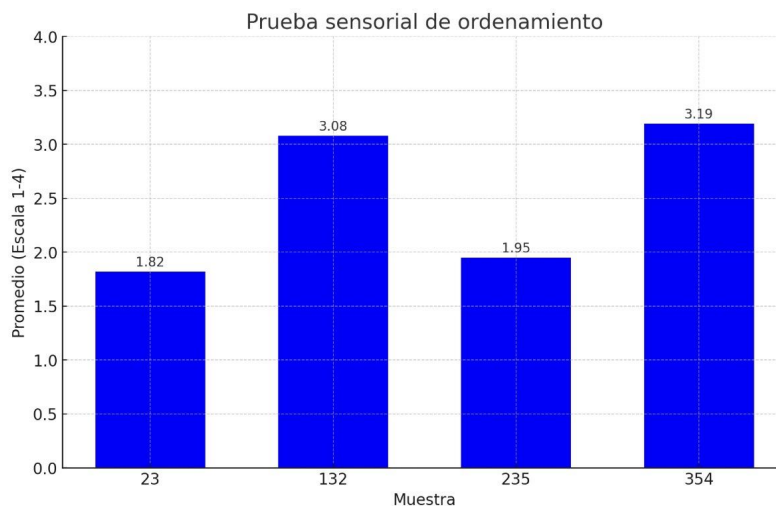


Figura 14. Gráfica de ordenamiento (2025)

De acuerdo con la escala utilizada, un valor promedio más alto refleja una mayor aceptación global del producto por parte de los jueces. En este sentido, las muestras 354 y 132 presentaron características más atractivas en atributos como color, olor, sabor, textura y apariencia general, mientras que las muestras 235 y 23 obtuvieron calificaciones menores en dichos parámetros.

Con base en los resultados obtenidos en la prueba sensorial de ordenamiento, se concluye que las muestras 354 y 132 fueron las más aceptadas por los panelistas, evidenciando una mayor preferencia sensorial en comparación con las demás formulaciones. Esto sugiere que las condiciones o ingredientes empleados en dichas muestras contribuyeron positivamente a sus características organolépticas (color, olor, sabor, textura y apariencia). Por el contrario, las muestras 235 y 23 presentaron una menor aceptación, lo cual indica la necesidad de ajustar su formulación para mejorar su percepción sensorial.

ANEXOS



Figura 15. Determinación de humedad y cenizas (2025).

Humedad: En cajas petri previamente encueradas y llevada a peso constante, se pesaron 5 g de muestra parcialmente distribuida, para posteriormente con ayuda de las pinzas para crisol pasarlas a la estufa de secado para dejar eliminar el agua de la muestra a una temperatura de 50 a 65° C durante 24 hrs hasta obtener nuevamente a peso constante. Pasado el tiempo retiramos la caja con la muestra deshidratada, la pasamos a un desecador para dejar enfriar y pesamos.

Cenizas: En crisoles rotulados y llevados a peso constante, se colocaron 5 g de muestra molida, posteriormente con ayuda de pinzas para crisoles fueron puestas sobre parrillas de calentamiento hasta que se dejara de liberar humo, se tomó la muestra carbonizada con ayuda de las pinzas para crisol y se llevaron a incinerar en la mufla a una temperatura de 550°C a 600°C, se mantuvo la muestra en la mufla hasta que la ceniza adquirió un color blanco posteriormente se llevaron las muestras a la estufa de secado por 15 min y después se pesaron las muestras con ayuda de unas pinzas para crisol .

Extracción de grasa cruda



Figura 16. Extracción de grasa por método de Soxhlet (2025).

Se colocaron matraces de balón esmerilados en la estufa de secado a una temperatura de 50 a 60°C por aproximadamente 6 a 8 horas para llevarlos a peso constante, se pesó 5 g de muestra dentro de un cartucho de celulosa con un tapón de algodón en la boquilla para impedir que se tire la muestra, para después colocar el cartucho con su contenido en la cámara o trampa del extracto, se añadió 2 a 3 sifonadas de hexano en la cámara o trampa del extractor, embonando el refrigerante y cerciorándose que las mangueras de agua estén conectadas correctamente, abriendo la llave de agua verificando que el agua fluya por el refrigerante y encender la fuente de calor, extrayendo por 12 a 16 horas la grease de la muestra, pasando a retirar el cartucho con muestra sin grasa de la trampa del extractor y colocar en la estufa de secado hasta evaporar del hexano, por último colocamos en la estufa de secado los matraces balón con muestra de grasa hasta obtener el peso constante, evaporando el solvente.

Determinación de Proteína cruda



Figura 17. Determinación de proteína cruda por método de Kjeldahl (2025).

Reactivos utilizados:

Catalizador Micro-kjeldahl, ácido sulfúrico, sosa-tiosulfato, ácido bórico, ácido clorhídrico.

Parte A. Digestión de la muestra.

Pesamos entre 50 y 100 mg de las muestras secas y libres de grasa en un matraz Micro-kjeldahl de 30 mL, agregando 2 gr de catalizador Micro-kjeldahl, 2 mL de ácido sulfúrico para después colocarlo en un digestor de 1 a 1.5 hrs (cuando la muestra se volvió transparente calculamos 1 hora más).

Parte B. Destilación de la muestra.

Transferimos la solución digerida al aparato de destilación, lavando el matraz Micro-kjeldahl de 5 a 6 veces con porciones de agua, agregando 10 mL de la solución Sosa-Tiosulfato, colocando una manguera corta para la salida del refrigerante, depositando 5 mL de ácido Bórico al 5% en una probeta de 100 mL y adicionar 3 gotas de indicador Micro-kjeldahl, colocando un matraz de 50 mL debajo de la salida del refrigerante procurando que la manguera conectada previamente quede sumergida en el ácido.

Parte C. Titulación

En el mismo matraz del destilado, titulamos con una bureta de ajuste automático de 50 ml del destilado con HCl 0.05 N ó 0.1 N hasta la aparición de un color ROSA.

Parte D. Valoración del HCl

Disolvemos aproximadamente 50 mg (0.05 g) de Bórax (Tetraborato de sodio) deshidratado en 50 ml de agua destilada, agregar de 2 a 3 gotas del indicador Micro-kjeldahl, titulando con el HCl.

Determinación de fibra cruda

Pesamos aproximadamente 1 g de muestra, transferir al vaso de Berzelius y adicione 30 ml de reactivo S-K, colocar el vaso de berzelius a ebullición lo más rápido posible agitar cada 5min aproximadamente, hervir aproximadamente por 30 min, filtrar en caliente a través de un embudo utilizando papel filtro a peso constante, lavar los residuos con agua caliente, lavar el residuo con acetona hasta que la muestra pierda color (decoloración), colocar a peso constante en papel filtro, pesar papel filtro más residuo.

Fisicoquímicas

Absorción de agua IAA E ISA

La determinación de los índices de absorción de agua (IAA) y de solubilidad en agua (ISA) fueron determinados por duplicado de acuerdo a los procedimientos descritos por Anderson *et al.*, (1969). A 1 g de muestra se le añade 10 ml de agua destilada en tubos para centrifugar y se agitaron orbital multipropósito (Agitador orbital multipropósito. Modelo CVP-2000P) durante 5 min. Posteriormente las muestras se centrifugan a 3887 rpm durante 40 min, usando una centrífuga marca FNBRLI (Centrifugadora 12 Tubos Laboratorio Plasma Fnbkli 82A Centrifuga Prp). El sobrenadante es decantado y evaporado hasta sequedad, a 110°C; el

residuo es pesado, expresado en porcentaje y se considera como ISA por medio de la siguiente ecuación: $Isa = \frac{\text{Peso de sobrenadante}}{\text{Peso de muestra seca}}$, el sedimento remanente en el tubo se pesó y se expresó como g de agua absorbida por g de muestra seca para obtener el IAA por medio de la siguiente ecuación: $IAA = \frac{\text{Peso de sedimento}}{\text{Peso de la muestra seca}}$ (g de H₂O/g de muestra) Los resultados se expresan como gramos de agua retenida por gramo de muestra para IAA e ISA en porcentaje. Modificados por Anderson *et al.*, (1969).

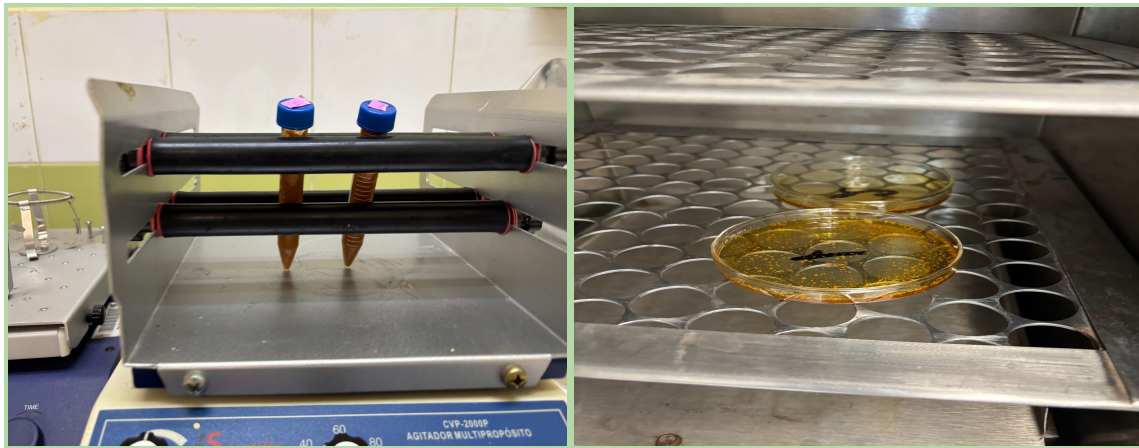


Figura 18. Absorción de agua IAA E ISA (2025).

Capacidad de absorción de agua subjetiva

Se pesaron 50 g de harina, adicionando agua de forma gradual, realizando un amasado manual suave hasta obtener una masa de buena consistencia. La cantidad de agua adicionada se registró como la capacidad de absorción de agua de la harina en ml de agua / 100 g de harina. Método de Flores-Farias *et al.*, 2002 con modificaciones.



Figura 18. Capacidad de absorción subjetiva (2025).

Índice de tamaño de partícula

Una muestra de 50 g de harina de *Tagetes Erecta* se coló en mallas de: Núm. 30 (59 mm), Núm. 50 (297 mm) y una charola. Después de someter a agitación manual durante 20 min, se separaron y pesaron las fracciones retenidas en las diferentes mallas.

pH (extracto de jamaica y los dos tipos de quesos)

El análisis se midió por el método potenciométrico de la NMX-F-009-1970, donde en un vaso precipitado se pesó 1 g de muestra, disolviendo en 10 ml de agua destilada hasta obtener una mezcla homogénea por triplicado utilizando el potenciómetro.

Acidez titulable (Queso con extracto de jamaica y queso adicionado con cálices de jamaica)

El análisis se realizó empleando la metodología de la NOM-243-SSA1-2010, utilizando 15 ml de muestra con 0.5 ml de indicador de fenolftaleína y se tituló con una solución de NaOH 0.1 N hasta la aparición de un color rosa permanente por lo menos 30 segundos, por duplicado.

Actividad funcional

Carotenoides

Las muestras son pesadas utilizando una balanza analítica (0.1 mg de precisión) tomando las cantidades para análisis, las muestras se transfirieron a un mortero para iniciar la extracción. Se agregan 3 g de celite y 25 ml de acetona y la mezcla se homogeniza/tritura con el pistilo hasta obtener una pasta, la suspensión que contiene los carotenoides extraídos es transferida a un embudo de vidrio sinterizado acoplado a un matraz kitasato de 250 ml para filtrar al vacío del extracto en éter de petróleo, el extracto que contiene los carotenoides (en acetona) se transfiere a un embudo de separación de 500 ml que contiene 40 ml de éter de petróleo, este paso se debe realizar para que los carotenoides solubilizados en acetona se transfieran al éter de petróleo. Para eliminar la acetona, se añade agua ultrapura lentamente para evitar la formación de emulsión, se observan dos fases: a) éter de petróleo + los carotenoides (1 y 2) y b) agua + acetona. (la fase B se elimina). Este procedimiento se repite hasta tres veces o más, el extracto de carotenoides en éter de petróleo se transfiere a un matraz aforado para su cuantificación. Es preferible usar un matraz de vidrio ámbar para prevenir la degradación de los carotenoides, el embudo de separación y el sulfato es lavado por lo menos 4 veces con éter de petróleo, y el volumen del matraz se completa con éter de petróleo. Se debe tener cuidado en no usar para el lavado un volumen de éter mayor al volumen del matraz, un embudo con un papel de filtro y 3 gramos de sulfato de sodio anhidro se coloca en el matraz. Todo el extracto de carotenoides del embudo de separación se pasa a través de la capa de sulfato y se recibe en el matraz.

Cuantificación Por Espectrofotometro

El contenido de carotenoides de los extractos se debe determinar por espectrofotometría, la lectura de la muestra se debe efectuar utilizando un espectrofotómetro a una longitud de onda

de 450 nm, utilizando éter de petróleo como blanco, para el cálculo del contenido total de carotenoides.

Fenoles

Reactivos a Utilizar:

Etanol 70% v/v, Reactivo FolinCiocalteu, Carbonato de sodio (Na_2CO_3) al 7.5 % (p/v), Ácido gálico (patrón).

Preparación de la muestra por maceración

Pesar en un matraz de 125 ml, 1.25 g de muestra y disolver en etanol 70% con volumen de 25 ml, el matraz preparado pasarlo al shaker e incubar por 90 min/ 60 °C/ 150 rpm, en oscuridad, Enfriar y filtrar, puede ser al vacío usando papel filtro. Protegido de la luz, reservar lo que se filtró. Proceder a preparar el analito para leer en el espectrofotómetro.

Cuantificación de fenoles

200 μL de stock o extracto), 200 μL del reactivo Folin1:1 (reaccionar por 5 min) en oscuridad, 200 μL de NaCO_3 al 7.5%. Completa con agua destilada hasta 1000 μL , (reaccionar por 30 min), temperatura ambiente en oscuridad, del tubo a la cubeta, leer a 765 nm.

REFERENCIAS

Más que sólo belleza y fragancia: flores comestibles. (s.f.). gob.mx.

<https://www.gob.mx/agricultura/articulos/mas-que-solo-belleza-y-fragancia-flores-comestibles>

Gallo, G. (s/f). Cempasúchil. Inecol.mx. Recuperado el 8 de abril de 2024, de <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/planta-del-mes/37-planta-del-mes/1211-cempasuchil>

(N.d.). Colposdigital.Mx:8080. Retrieved April 8, 2024, from http://colposdigital.mx:8080/jspui/bitstream/handlem/10521/3216/Sierra_Zurita_jsessionid=E3174D06D82EC21367AC05759A69E10A?sequence=1
en:<http://riaa.uaem.mx/xmlui/bitstream/handle/20.500.12055/987/LOAIGS03T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

BBC NEWS MUNDO: Día de Muertos: cuál es el origen y significado de la flor de cempasúchil, la reina de los altares en México. En: *BBC*, BBC News Mundo (2020)

DEL MEDIO AMBIENTE, S., [sin fecha]. Reporta Sedema incremento del 465% en producción de cempasúchil. Secretaría del Medio Ambiente [en línea]. [consulta: 30 abril 2024]. Disponible en: <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/reporta-sedema-incremento-del-465-en-produccion-de-cempasuchil>.

LA VIDA DEL CEMPASÚCHIL DESPUÉS DE LA MUERTE. El Universal [en línea], 2023. [consulta: 30 abril 2024]. Disponible en: <https://www.eluniversal.com.mx/estados/la-vida-del-empasuchil-despues-de-la-muerte/>.

ZAMARRIPA, P., 2021. 7 productos de belleza con flor de cempasúchil para una piel hermosa. Glamour [en línea]. [consulta: 30 abril 2024]. Disponible en: <https://www.glamour.mx/belleza/articulos/productos-de-belleza-con-flor-de-empasuchil/18260>.

MONTSERRAT, P., 2023. Cómo utilizar la flor de cempasúchil como comida. infobae [en línea]. [consulta: 30 abril 2024]. Disponible en: <https://www.infobae.com/mexico/2023/11/03/como-utilizar-la-flor-de-empasuchil-como-comida/>.

FERNÁNDEZ, D., 2022. ¿Cuáles son los diferentes usos de la flor de cempasúchil? El Sol de Toluca | Noticias Locales, Policiacas, sobre México, Edomex y el Mundo [en línea]. [consulta: 1 mayo 2024]. Disponible en: <https://www.elsoldetoluca.com.mx/doble-via/cuales-son-los-diferentes-usos-de-la-flor-de-empasuchil-9127132.html>.

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/225091/El_recurso_gen_tico_del_cempoalxochitl__tagetes_spp__de_mexico__diagnostico_.pdf. - Recuperado 2024-05-02. — Gob.mx

Gallo, G. (s/f). *Cempasúchil*. Inecol.mx. Recuperado el 7 de junio de 2024, de <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/planta-del-mes/37-planta-del-mes/1211-empasuchil>

Isabel, E. E. Y., Ernesto, L. H., & Edson, Á. Á. (s/f). *MORFOLOGÍA INTERNA DE LA RAÍZ Y TALLO DEL CEMPASÚCHIL (Tagetes erecta L.)*. Uaem.mx. Recuperado el 7 de junio de 2024,

Santillan, M. L. (2024, 31 de octubre). *Cempasúchitl, la olorosa y colorida flor que México heredó al mundo*. Ciencia UNAM. <https://ciencia.unam.mx/leer/1541/cempasuchitl-la-olorosa-y-colorida-flor-que-mexico-heredo-al-mundo-> de. <http://galeria.uaem.mx/sites/default/files/obras/texto/61.-%20Escalante%20Estrada%20Yolanda.pdf>

de Información Agroalimentaria y Pesquera, S. (s/f). *La flor de cempasúchil, un ícono de México*. gob.mx. Recuperado el 7 de junio de 2024, de <https://www.gob.mx/siap/articulos/la-flor-de-cempasuchil-un-icono-de-mexico?idiom=es>

FLOR DE CEMPASÚCHIL: CARACTERÍSTICAS, HÁBITAT, CULTIVO, USOS. (s/f). Agroregion.com. Recuperado el 7 de junio de 2024, de <https://agroregion.com/articulo?id=323>

villa roma, E. (2024, 31 de octubre). *El cempasúchil: historia, usos y simbolismo de la flor que guía a los difuntos en su regreso a casa*. El País México. <https://elpais.com/mexico/2024-11-01/el-cempasuchil-historia-usos-y-simbolismo-de-la-flor-que-guia-a-los-difuntos-en-su-regreso-a-casa.html>

García, G. (2021, noviembre 1). Cempasúchil, sus propiedades y aplicación en alimentos. THE FOOD TECH - Medio de noticias líder en la Industria de Alimentos y Bebidas; THE FOOD TECH.

<https://thefoodtech.com/nutricion-y-salud/cempasuchil-sus-propiedades-y-aplicacion-en-alimentos/>

Valencia, M. (2024, diciembre 17). Guía Completa del Cempasúchil: Siembra, Cuidado y Cultivo. Hydro Environment - Innovación Agrícola en un click; Hydro Environment – Innovación Agrícola en un click. <https://hydroenv.com.mx/id231/>

Gupta, R., & Vasudeva, N. (2022). *Tagetes erecta* Linn.: A review on its phytochemical and pharmacological aspects. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 3(12), 4202–4212. [https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.3\(12\).4202-12](https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.3(12).4202-12)

Delgado-Torre, M., García, F., & Sánchez, E. (20). Proximate constituent analysis and antioxidant activity of annual edible flowers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(7), 2106–2114.

Wen, Z., et al. (2022). Safety assessment of marigold flavonoids from *Tagetes erecta* inflorescence residue: Acute, subchronic toxicity and genotoxicity. *Journal of Ethnopharmacology*, ...

AccessibleGardens. (s. f.). Are Marigolds Edible? AccessibleGardens. Recuperado de Harikumar, K. B., Nimita, C. V., Preethi, K. C., Shankaranarayana, M. L., & Deshpande, J. (2008). Toxicity profile of lutein and lutein ester isolated from marigold flowers (*Tagetes erecta*). *International Journal of Toxicology*,

Refrescante y nutritivo sabor de la jamaica. (s.f.). gob.mx. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/refrescante-y-nutritivo-sabor-de-la-jamaica?idiom=es#:~:text=Su%20nombre%20científico%20es%20Hibiscus,longitud,%20alterna%20en%20el%20tallo.>

Flor de Jamaica. (s.f.). The University of Texas at El Paso - UTEP.
https://www.utep.edu/herbal-safety/hechos-herbarios/hojas-de-datos-a-base-de-hierbas/flor-de-jamaica.html#:~:text=Flor%20de%20Jamaica%20*%20Nombre%20Científico:%20Hibiscus,en%20inglés:%20Roselle,%20Sour%20tea,%20Red%20sorrel.

Flor de jamaica africana (Hibiscus sabdariffa). (s.f.). iNaturalist Mexico.
<https://mexico.inaturalist.org/taxa/163773-Hibiscus-sabdariffa>

(s.f.-b). <https://www.massscience.com/principales-usos-de-la-jamaica-hibiscus-sabdariffa-l/>

Puebla, R. A. (s/f). ¿De dónde proviene la flor de cempasúchil? gob.mx. Recuperado el 8 de junio de 2025, de <https://www.gob.mx/agricultura%7Cpuebla/articulos/de-donde-proviene-la-flor-de-cempasuc-hil-381999>

The Institute for Regional Conservation. (s.f.). The Institute for Regional Conservation.
<https://regionalconservation.org/ircs/database/plants/PlantPagePR.asp?TXCODE=Hibisabd>

Planta de Hibiscus sabdariffa: Cómo cultivarla y usarla para té | Blog Entre Semillas. (s.f.).
Blog Entre Semillas.
<https://entresemillas.com/blog/planta-de-hibiscus-sabdariffa-como-cultivarla-y-usarla-para-te/>

Flor de Jamaica | Características, tipos, cultivo, usos, hábitat | Arbusto. (s.f.). Flores.
<https://www.flores.ninja/flor-de-jamaica/>

Aguirre Moreira, S. D. (2022). “*USOS DE LA FLOR DE JAMAICA (Hibiscus sabdariffa), EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA*” [Tesis de licenciatura inédita]. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.

Esquivel-Marín et al., (2024). [PRODUCCIÓN DE JAMAICA (*Hibiscus sabdariffa* L.) EN MÉXICO: RETOS Y PROSPECTIVA ESTRATÉGICA]. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 27, Artículo 074.

García Pineda, D. M. (2023). *Producción y caracterización (físicoquímica, microbiológica, polifenoles totales y actividad antioxidante) de un vino de flor de jamaica (Hibiscus sabdariffa L)* [Tesis de licenciatura inédita]. BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA.

La flor de jamaica como producto estratégico para la salud humana en el contexto de México. (s.f.). SciELO - Scientific Electronic Library Online. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-57052024000200117

Variedades mejoradas de jamaica con altos rendimientos de cálices. (s.f.). gob.mx. <https://www.gob.mx/inifap/articulos/variedades-mejoradas-de-jamaica-con-altos-rendimientos-de-calices#:~:text=En%20México,%20esta%20herbácea%20se,el%2091%%20de%20la%20producción.>

Regalado Renteria, E., & Pérez Ramírez, I. F. (2024). Más allá de una bebida, revelando el valioso residuo del agua de jamaica. *Recursos Naturales y Sociedad*, 10 (2)(107-117), 11.

García Utrera, C. K. (2023). *EFFECTO DE LA ADICIÓN DEL SUBPRODUCTO DE LA DECOCCIÓN DE Hibiscus sabdariffa SOBRE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES DEL QUESO FRESCO* [Tesis de maestría inédita]. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.

Arámbula-Villa, G., et al. (2023). *Composición química y contenido de carotenoides en flores de Tagetes erecta L. cultivadas en México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(4), 823–834.

Gómez, E., & Salinas, R. (2020). *Evaluación fisicoquímica y antioxidante de extractos de cempasúchil (Tagetes erecta). Revista Científica Agroproductividad*, 13(5), 45–52.

Flores comestibles son fuentes funcionales - THE FOOD TECH - Medio de noticias líder en la Industria de Alimentos y Bebidas - The Food Tech. (s/f). Thefoodtech.com. Recuperado el 16 de octubre de 2025, de <https://thefoodtech.com/soluciones-y-tecnologia-alimentaria/flores-comestibles-son-fuentes-funcionales/>

Edible flowers for stunning cakes & cookies. (s/f). BloomsyBox. Recuperado el 1 de noviembre de 2025, de <https://www.bloomsybox.com/blog/posts/decorating-cakes-and-cookies-with-fresh-flowers>

SECRETARIA DE COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL. (n.d.). NORMA MEXICANA NMX-F-006-1983 “ALIMENTOS – GALLETAS. Microsoft Word - NMX-F-006-1983.doc.

<http://www.economia-nmx.gob.mx/normas/nmx/1983/nmx-f-006-1983.pdf>

Alvarado, M., & Méndez, J. (2020). Tecnología de panificación y pastelería artesanal. Universidad Autónoma de Querétaro.

González, L., Hernández, A., & Paredes, F. (2021). Uso de harinas alternativas en productos de panificación. *Ciencia y Tecnología de los Alimentos*, 33(1), 22-31.

Morales, J., López, M., & Herrera, E. (2020). Propiedades funcionales de harinas vegetales: absorción y solubilidad de agua. *Revista de Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 15(2), 58–65.

Ramírez, P., Salazar, M., & Díaz, C. (2020). Evaluación de propiedades fisicoquímicas en harinas compuestas para panificación. *Tecnología y Desarrollo Alimentario*, 27(3), 101–109.

López, M., Ramírez, P., & Díaz, C. (2020). Determinación de fenoles totales y capacidad antioxidante en alimentos vegetales. *Ciencia Alimentaria Latinoamericana*, 28(3), 120–130.

Morales, J., Herrera, E., & Torres, D. (2021). Comparación de propiedades funcionales en harinas vegetales tradicionales y alternativas. *Revista de Tecnología y Desarrollo Alimentario*, 17(4), 98–107.

SANTOS, A. & F. ESPARZA, 1995. Manual de prácticas de química y bioquímica de alimentos. 1ª ed. México. Universidad Autónoma de Chapingo. 49-50 p

Aslam, H., Khan, M. I., & Sharif, M. K. (2022). Stability of carotenoids and vitamin A during thermal processing of fortified bakery products. *Journal of Food Science and Technology*, 59(8), 3051–3058. <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05389-3>

- Li, Z., Zhao, L., & Xu, J. (2024). Effect of heat on carotenoid stability in fortified foods. *International Journal of Food Science & Technology*, 59(4), 1832–1842. <https://doi.org/10.1111/ijfs.1694>
- Pineda-Ramírez, M. L., Torres-Tello, M., & García-Mendoza, L. (2023). Characterization of carotenoids in *Tagetes erecta* L. and their provitamin A potential. *Food Chemistry Advances*, 2, 100168. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100168>
- Galicia-Flores, L. A., Salinas-Moreno, Y., Espinoza-García, B. M., & Sánchez-Feria, C. (2008). Caracterización fisicoquímica y actividad antioxidante de extractos de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 14(2), 155–160.
- Ramírez, M., & López, E. (2019). Propiedades físico-químicas de quesos frescos durante el almacenamiento. *Revista Mexicana de Ciencia de los Alimentos*, 7(3), 45-53.
- Kim, M.-Y., Park, H.-M., & Lee, J. (2020). Influence of thermal processing on free and bound forms of phenolic compounds and antioxidant capacity of rice (*Oryza sativa* L.) hulls. *PLoS ONE*, 15(4), e0231263. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231263>
- Tian, W., Fang, S., Du, M., Liu, J., & Chen, Y. (2021). Changes in phenolic profiles and antioxidant activities of wheat during baking. *Food Chemistry*, 364, 130394. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130394>
- Li, M., Liu, Q., Ma, Y., & Chen, Z. (2020). Effect of thermal processing on free and bound phenolics in cereal grains: A review. *Food Chemistry*, 315, 126-132. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126281>

Călinoiu, L. F., & Vodnar, D. C. (2019). Thermal processing for the release of phenolic compounds from wheat and oat bran. *Biomolecules*, 9(11), 780. <https://doi.org/10.3390/biom9110780>

Rahman, M. J., Nguyen, N. H., & Burritt, D. J. (2021). Valorization of heat-treated brewers' spent grain through phenolic release. *Frontiers in Nutrition*, 8, 657401. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.657401>

Melini, V., Melini, F., & Ruzzi, M. (2024). Bakery product enrichment with phenolic compounds as an unexplored strategy to improve quality and functionality. *Applied Sciences*, 14(3), 1545. <https://doi.org/10.3390/app14031545>

Saad, W. Z., Kamal, S. M. M., & Ismail, A. (2014). Effects of heat treatment on total phenolic content and antioxidant activities in *Pleurotus sajor-caju*. *International Food Research Journal*, 21(2), 759–764.

Santa Cruz Olivos, J. E., Gómez, M., & Morales, E. (2021). Phenolic acid content and in vitro antioxidant capacity of baked products enriched with plant extracts. *Journal of Food Science and Technology*, 58(9), 3324–3332. <https://doi.org/10.1007/s13197-021-04910-5>

El Hosry, L., El Kantar, S., & Kharroubi, S. (2025). Maillard reaction: Mechanism, influencing parameters and applications. *Foods*, 14(1), 47. <https://doi.org/10.3390/foods14010047>

Tang, Y., Chen, J., & Li, X. (2024). Balancing Maillard reaction product formation and antioxidant activity in baked foods. *Food Chemistry Advances*, 6, 100247. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2024.100247>