



Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica

Página principal: www.riit.com.mx

Actividad biológica de tres plantas medicinales y su uso potencial como ingrediente en alimentos funcionales

Biological activity of three medicinal plants and their potential use as ingredient in functional foods

Sumaya-Martínez, M.T.¹, Rubio-García, A. B.^{1*}, Ávila-Villarreal, G.M.², Romero-Chávez, M.M.³, Jiménez-Ruiz, E.I.¹

¹ Programa de Maestría en Ciencias Biológico Agropecuarias; Universidad Autónoma de Nayarit; Carretera Tepic-Compostela km 9, C.P. 63780, Xalisco, Nayarit, México.

² Centro Nayarita de Innovación y Transferencia de Tecnología A.C. “Unidad Especializada en I+D+i en Calidad de Alimentos y Productos Naturales”, Universidad Autónoma de Nayarit; Ciudad del conocimiento, C.P. 63173 Tepic, Nayarit, México.

³ Unidad de Tecnología de Alimentos, Secretaría de Investigación y Posgrado; Universidad Autónoma de Nayarit; Ciudad de la Cultura S/N, C.P. 63000 Tepic, Nayarit, México.

teresa.sumaya@uan.edu.mx; ana.rubio@uan.edu.mx*; gaby.avila@uan.edu.mx; maromerochavez@gmail.com; jiru80@gmail.com

Innovación tecnológica: Revisión de la actividad biológica de tres plantas medicinales de origen mexicano y su uso potencial como ingrediente en alimentos funcionales.

Área de aplicación industrial: Ciencias de la salud y tecnología alimentaria.

Recibido: 29 noviembre 2022

Aceptado: 10 marzo 2023

Abstract

The use of traditional plants as therapeutics is a common practice in the Mexican population. The interest in the research, development and industrialization of food products obtained from medicinal plants increases with the growing trend towards the consumption of functional natural products. In this context, in the present work a bibliographic review was carried out on three plants widely used in traditional Mexican medicine (*Tagetes erecta*, *Brickellia cavanillesii* and *Cosmos sulphureus*), with the aim of analyzing their possible use in the food industry. A functional food is any food that in a natural or processed form, contains additional components that promote health. Innovation trends in functional products indicate a consumer preference for the incorporation of natural plants and minimally processed products, however the biotechnological processes used in

the separation and purification of plant-derived bioactive compounds to be incorporated in nutraceutical products are very expensive and not very profitable. Currently, the incorporation of some part of the plant structure either in full or in the form of hydrosoluble extracts in a food product has greater viability and adds functionality to the food. The main biological activities reported for *T. erecta* were, anticancer, antiinflammatory, antiepileptic, antioxidant, antimicrobial, hepatoprotective, hypoglycemic, antifungal activity, among others. Additionally, the *T. erecta* flower has been successfully incorporated into balanced food for birds and gastronomic dishes. Therefore, the incorporation of *T. erecta* in food products such as cookies, tortillas and healthy snacks is viable. Regarding *B. cavanillesii*, antihypertensive, hypoglycemic, anticancer, anxiolytic and antibacterial activity has been reported. The most recognized biological activity of *B. cavanillesii* is the hypoglycemic activity of aqueous extracts, which could be added in functional drinks. On the other hand, for *C. sulphureus* anticancer, antioxidant, hepatoprotective, hypoglycemic, antimicrobial activity has been demonstrated. This plant is considered as an edible plant, which has been mainly integrated into gastronomy and Asian diet. For incorporation of *T. erecta* and *C. sulphureus* flowers into functional foods, it is important to consider that these plants do not contain pesticides, heavy metals, hydrocarbons, pathogens, etc.

key words: Biological activity, medicinal plants, functional foods.

Resumen

El uso de plantas tradicionales como terapéuticos es una práctica común en la población mexicana. El interés en la investigación, desarrollo e industrialización de productos alimenticios a partir de plantas medicinales aumenta con la tendencia del creciente consumo de productos funcionales naturales. En este contexto en el presente trabajo se realiza una revisión bibliográfica de la actividad biológica de tres plantas ampliamente utilizadas en la medicina tradicional mexicana (*Tagetes erecta*, *Brickellia cavanillesii* y *Cosmos sulphureus*), para su posible uso en la industria alimentaria. Un alimento funcional es cualquier alimento que, en forma natural o procesada, además de sus componentes nutritivos contiene componentes adicionales que favorecen a la salud. La tendencia en la innovación de productos funcionales indica una preferencia por parte del consumidor en la incorporación de plantas naturales y productos mínimamente procesados. Los procesos biotecnológicos de separación y purificación de compuestos bioactivos de plantas para ser incorporados en productos nutraceuticos resultan muy caros y poco rentables. Tiene una mayor viabilidad el incorporar en un producto alimenticio alguna parte de la estructura de estas plantas de manera íntegra o en forma de extractos hidrosolubles y con ello agregarle funcionalidad al alimento. Las principales actividades biológicas reportadas para *T. erecta* fueron: actividad anticancerígena, antiinflamatoria, antiepiléptica, antioxidante, antimicrobiana, hepatoprotectora, hipoglucemiante, antifúngica, entre otras. La flor de *T. erecta* ya se ha incorporado exitosamente en alimento balanceado para aves y en platillos gastronómicos. Por lo cual resulta viable su incorporación en productos alimenticios como galletas, tortillas, snacks saludables, etc. Para *B. cavanillesii* se ha reportado actividad antihipertensiva, hipoglucemiante, anticancerígena,

ansiolítica y antibacteriana. La actividad biológica más reconocida de *B. cavanillesii* es la actividad hipoglucemiante de extractos acuosos, los cuales pudieran ser agregados en bebidas funcionales. Para *C. sulphureus* se ha reportado actividad anticancerígena, antioxidante, hepatoprotectora, hipoglucemiante, antimicrobiana, entre otras. Se considera como una planta comestible, la cual ha sido integrada principalmente a la dieta y gastronomía asiática. Es muy importante considerar para la incorporación de las flores de *T. erecta* y de *C. sulphureus* en alimentos funcionales que éstas no contengan contaminación ambiental de plaguicidas, metales pesados, hidrocarburos, patógenos, etc.

Palabras clave: Actividad biológica, plantas medicinales, alimentos funcionales.

I. Introducción

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define a la medicina tradicional como “La suma total de los conocimientos, habilidades y prácticas basadas en las teorías, creencias y experiencias propias de diferentes culturas, sean explicables o no, utilizadas tanto en mantener la salud, como la prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades físicas y mentales” [1]. México posee más de 7,000 especies de plantas de las cuales 4,000 de ellas presentan atributos medicinales empleados en la medicina tradicional y convencional. En contraste, solamente un 5% han sido sujetas a estudio para tratamientos terapéuticos [2].

El estudio y caracterización de las plantas ha exigido diseñar modelos de estudio para el tratamiento de distintos padecimientos, teniendo mayor interés por las enfermedades cardiovasculares, el cáncer y la diabetes, las cuales actualmente se consideran como las principales causas de muerte en el mundo [3]. Se ha identificado que la promoción de tales padecimientos se debe en la mayoría de los casos a un desbalance en el sistema de oxidoreducción a nivel celular, donde existe una gran producción de radicales libres, promoviendo la formación de especies reactivas de oxígeno (EROs), integradas principalmente por radicales hidroxilos OH, y superóxido O_2^{\cdot} . Cuando el sistema antioxidante endógeno y el consumo de

antioxidantes exógenos no son suficientes para neutralizar las EROs dentro del cuerpo humano se produce el fenómeno conocido como estrés oxidativo. Dicho fenómeno afecta la estructura molecular de carbohidratos, lípidos, proteínas y la estructura del ADN, promoviendo mutaciones o alteraciones en el ciclo celular [4].

La ingesta de diferentes nutrientes en la dieta contribuye a mejorar el sistema antioxidante endógeno, tales sustancias biológicamente activas pueden ser carotenoides, vitaminas, minerales, compuestos fenólicos, entre otros. Por ejemplo, los flavonoides son pigmentos naturales presentes en los vegetales que protegen al organismo del daño producido por agentes oxidantes como los rayos ultravioletas, contaminantes ambientales y sustancias químicas presentes en los alimentos o en remedios herbolarios [5,6].

Un alimento funcional es cualquier alimento que, en forma natural o procesada, además de sus componentes nutritivos contiene componentes adicionales llamados compuestos bioactivos, que favorecen a la salud, en tal medida que resulta relevante para el estado de bienestar o la reducción de riesgo de una enfermedad. Los alimentos funcionales representan un enfoque terapéutico importante para prevenir o atenuar estas enfermedades relacionadas a la

dieta ya que reducen la inflamación o influyen favorablemente sobre el sistema inmune. Estos alimentos funcionales contienen polifenoles, diversas sustancias antioxidantes o ácidos grasos omega entre los más importantes, así como microorganismos beneficiosos a la biota intestinal [7].

La innovación de alimentos funcionales de alto valor agregado está dirigida por las necesidades del consumidor de productos diferenciados. Los alimentos funcionales son una forma mediante la cual la industria intenta extender los beneficios de los alimentos naturales, nutritivos y con ventajas para la salud. En un mercado competitivo y saturado de ideas, imágenes y productos que prometen fomentar la salud del consumidor, se requieren de ideas creativas e innovadoras que satisfagan las necesidades del mercado [8, 9].

Es importante no confundir un alimento funcional con un nutraceutico. Los nutraceuticos son producidos a partir de procesos biotecnológicos de separación, ultrafiltración y purificación, a fin de obtener nutrientes o compuestos bioactivos que se comercializan en cápsulas, comprimidos o sobres para disolver. En estos productos las sustancias bioactivas están en una mayor cantidad que la que se obtendría del alimento del que procede. Mientras que un alimento funcional ha de ser tomado como parte de la dieta del individuo, de forma habitual y continuada para llegar a aportar a la salud los efectos prometidos [10].

De acuerdo a las principales tendencias de innovación de alimentos de Innova Market Insights para el año 2022, está el desarrollo de productos basados en plantas ya que el consumidor las considera más saludables y mejores para el planeta. Además, los consumidores valoran cada vez más la funcionalidad, frescura y autenticidad de la comida naturalmente funcional [11].

En México hay numerosos alimentos que se pueden considerar como funcionales y que provienen de plantas nativas o de microorganismos que reducen el riesgo de alguna enfermedad crónica o metabólica más allá de su contenido nutricional. Entre estos alimentos están los nopales, las tunas en todos sus colores, la chía, las pitahayas, el amaranto, la cianobacteria espirulina. Todos estos se consumen desde épocas prehispánicas y contienen compuestos bioactivos como fibra soluble, ácidos grasos benéficos, pigmentos como betalainas, que proporcionan a esos alimentos propiedades prebióticas, antioxidantes, hipoglucemiantes, entre otras [12].

La actividad biológica de *Tagetes erecta*, *Brickellia cavanillesii* y *Cosmos sulphureus*, pueden dar ventajas competitivas al alimento funcional en el cual es adicionado, le darían mayor valor agregado y ampliarían los nichos de mercado donde puede ser comercializado este producto. De ahí la importancia de realizar una revisión bibliográfica de las actividades biológicas más importantes de estas tres plantas ampliamente utilizadas en la medicina tradicional mexicana y de consumo ancestral.

II. *Tagetes erecta*

Perteneciente a la familia de Asteraceae, este género está integrado por más de 50 especies distribuidas por el mundo, de la cual *T. erecta*, endémica de México y Guatemala, es comúnmente conocida como flor de cempasúchil, cempoal, tagete, zempoala o flor de muerto [13]. Se encuentra de forma silvestre en los estados de Chiapas, Morelos, Puebla, San Luís Potosí, Sinaloa, Tamaulipas, Tlaxcala, Hidalgo, Jalisco, Nayarit, Veracruz, Querétaro, Zacatecas, Michoacán y Yucatán, extendiéndose hasta centro y Suramérica, donde recibe el nombre de clavel amarillo o caléndula [14] (Figura 1).



Figura 1. Fotografía de *T. erecta*, vista de haz y envés. Proporcionada por el equipo de investigación “Validación científica preliminar de plantas medicinales nativas del estado de Nayarit.

Desde tiempos remotos distintas culturas han incluido esta especie dentro de sus plantas medicinales, usándola contra fiebres, reumatismo, ataques epilépticos y enfermedades de los ojos [15]. Incluso se sabe que las flores son usadas en infusiones

para tratar las hemorroides [16]. En México es utilizada como digestivo: en dolores de estómago, cólicos, antiparasitario, afecciones hepáticas y biliares. Además, se usa como hipoglucemiante, en enfermedades respiratorias como gripa, catarro o bronquitis, al igual, en problemas de anemia, disentería, alteraciones menstruales y nerviosas [17,18, 19].

El estudio de los constituyentes fitoquímicos de *T. erecta* la han validado como una planta medicinal a la vez de encontrar en ella funciones farmacológicas, destacando la actividad anticancerígena, antiinflamatoria, antioxidante, hepatoprotectora, hipoglucemiante, reductor de úlceras gástricas entre otras; estas actividades biológicas son producidas en su mayoría por metabolitos secundarios de tipo flavonoide y terpenoide (Tabla 1) [20, 21, 22].

Tabla 1. Actividad biológica reportada de *Tagetes erecta*.

Actividad	Función	Muestra analizada	Referencia
Anticancerígena	•Inhibición de proliferación e inductor apoptótico en células HeLa	Luteína aislada de pétalos.	[23]
	•Citotoxicidad e inhibición de elastasa y tirosina de extractos en cáncer de pulmón y dos líneas celulares de cáncer de colon; H460 y CaCO.	Extracto metanólico y en acetato de etilo de flores.	[24]
	•Inductor de apoptosis en cáncer gástrico inducido en ratas.	Aceite esencial de flores.	[25]
	•MTT en fibroblastos dérmicos en conejo.	Extracto metanólico de flores.	[26]
	•Citotoxicidad en carcinoma de laringe; HEp-2 y carcinoma Ehrlich; EAC.	Extracto acuoso	[27]
	•Citotoxicidad y actividad antitumoral <i>in vitro</i> e <i>in vivo</i> .	Extracto acuoso	[28]
Antiinflamatoria	•Reducción de la inflamación inducida con ácido acético en ratas	Fracción etérea cloroformo-metanol	[29]
	•Reducción de inflamación inducida por ácido acético y placa caliente	Extracto de hojas	[30]
Antiepiléptica	•Reducción del umbral de convulsiones en pacientes con epilepsia	Extracto etanólico de flores	[31]
Hipoglucemiante	•Efecto hipoglucemiante	Extractos etanólicos	[32]
	•Reducción de glucosa en sangre	Mezcla de extractos metanólicos de <i>T.</i>	[33]

Actividad	Función	Muestra analizada	Referencia
	•Efecto hipoglucemiante en ratas diabéticas	<i>erecta</i> y <i>Foeniculum vulgare</i> Mezcla de extractos hidroalcohólicos de <i>T.erecta</i> y <i>F. vulgare</i>	[34]
Cicatrizante	•Reducción del tiempo de epitelización de heridas por escisión y heridas por quemaduras en ratones	Geles de carbopol con extracto de <i>T. erecta</i> , y <i>Gymnema sylvestere</i>	[35]
	•Aumento de plaquetas, acortamiento de tiempos de sangrado y coagulación de heridas en ratas	Extracto de pétalos	[36]
	•Cicatrización de heridas en ratas	Extracto etanólico de hojas	[37]
Antifúngica	•Inhibición de crecimiento de <i>Pythium aphanidermatum</i>	Aceite esencial de hojas	[38]
Antioxidante	•Actividad antioxidante por DPPH', FRAP y actividad eliminadora de radical SO ₂	Extracto etanólico de flores	[39]
	•DPPH', ABTS ⁺ , FRAP,	Aceite volátil de plantas	[15]
	•DPPH' y FRAP	Extracto hídrico y metanólico de flores	[40]
	•Inhibición de lipoxigenasa y actividad quelante; mayor actividad en fracción de extracto	Extracto etanólico de flores	[26]
	•Actividad antioxidante por DPPH', ABTS ⁺ , e identificación de metabolitos bioactivos por GC-MS	Extracto metanólico de la flor	[41]
	•Efecto antioxidante en aceite de soya	Extracto metanólico de la flor	[42]
Anticoagulante	•Disminución de tiempos de coagulación por método de superficie de respuesta	Extracto de hoja	[43]
Hepatoprotectora	•Disminución de los niveles séricos y bilirrubina con recuperación significativa	Fracción de <i>T. erecta</i> en acetato de etilo	[44]
Antihiperlipidémico	•Disminución de colesterol total triglicéridos	Extracto metanólico	[45]
Antidepresiva	•Inhibición significativa del periodo de inmovilidad en prueba de natación forzada en ratones	Extracto hidrometanólico de flores	[22]
Diurética	•Aumento del volumen de excreción de orina, Na ⁺ y reducción de Ca ²⁺ en ratas normotensas e hipotensas	Extracto hidrometanólico	[46]
Antibacteriana	•Actividad antibacteriana en <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Staphylococcus epiderminis</i> , <i>Escherichia coli</i> y <i>Klebsiella</i>	Extractos etanólicos de hojas y flores	[47]

Uno de los usos potenciales de esta planta se ha enfocado en la extracción de xantofilas,

particularmente la luteína, igualmente es de gran interés económico la incorporación de la

flor de *Tagetes erecta* en la dieta de aves por medio de alimentos balanceados, con el objetivo de no solo mejorar la coloración en carne y huevo, sino también la nutrición de dichos animales [48, 49]. Además, desde un punto de vista gastronómico y nutricional, *T. erecta* es de gran importancia por ser una planta aceptada como comestible y fuente de compuestos bioactivos [40]. Por lo cual resulta viable su incorporación en productos alimenticios como galletas, tortillas, snacks saludables, etc., para proporcionarles parte de la funcionalidad que es dada por su actividad biológica.

III. *Brickellia cavanillesii*

Especie perteneciente a la familia Compositae, originaria de México y suroeste de los Estados Unidos, encontrada en climas cálidos y semicálidos, asociada al bosque tropical caducifolio entre los 1000 y 1130 msnm. Dicha planta alcanza hasta dos metros de altura, con tallos ásperos y rojizos, sus hojas son grisáceas con sabor amargo, presenta agrupación de flores amarillas colgantes que dan frutos pequeños. *B. cavanillesii* es conocida como atanasia amarga, hierba amargosa, hierba del becerro, hierba del perro, orégano de cerro, gobernadora de Puebla, la prodigiosa, hamula de Monterrey, “zacatechichi”, “xacatexixi”, “techichic”, entre otros. *B. cavanillesii* ha sido usada desde hace tiempo en la medicina tradicional, pues se asocia al tratamiento de

úlceras y dispepsia, neuropatías, bilis, infecciones intestinales, vómito, amibiasis y sarna. Generalmente se consume en té, solo o en combinación con otras plantas como ajenojo, boldo o hierbabuena [50, 51, 52]. Esta planta particularmente es usada en el tratamiento de diabetes, el primer reporte se incluye en el libro Los Remedios, donde es descrita como reguladora de niveles de glucosa en sangre [53] (Figura 2).



Figura 2. *Brickellia cavanillesii* [54].

A través del tiempo, la validación farmacológica de esta especie se ha logrado por medio de diversas investigaciones, de modo que actualmente está incluida entre las 38 plantas en México con propiedades antidiabéticas, al presentar principios activos hipoglucemiantes y antihiperoglucemiantes [55]. Aunado a esto, como se puede observar en la Tabla 2, se han realizado varios estudios referentes a diversas actividades biológicas.

Tabla 2. Actividad biológica reportada de *Brickellia cavanillesii*.

Actividad	Función	Muestra analizada	Referencia
Antihipertensiva	•Vasorelajante en aortas de ratas	Extracto metanólico de partes aéreas	[56]
Hipoglucemiante	•Efecto hipoglucemiante por descenso de la expresión de GUT 2	Extracto liofilizado	[57]
	•Controlador de niveles de glucosa en ayuno e inhibición de α -glucosidasas <i>in vitro</i>	Extracto acuoso	[55]
	Efecto hipoglucemiante	Partes aéreas	[58]

Actividad	Función	Muestra analizada	Referencia
Anticancerígena	•Inhibición de la proliferación celular de carcinoma humano en hígado (HepG2)	12 compuestos aislados de extracto liofilizado	[57]
Ansiolítica	•Efecto ansiolítico en modelo de ratones	Extracto metanólico	[59]
Antibacteriana	•Inhibición de cuatro tipos de bacterias Gram negativo	Polvo de hojas en agua destilada	[60]

Referente a su caracterización fitoquímica, en partes aéreas se han logrado el aislamiento y caracterización de flavonoides como brickellin, atanasin y pendulin [52]. Estudios en especies del mismo género han evidenciado en aceite esencial la presencia de metabolitos terpenicos, tal es el caso de *Brickellia veronicaefolia*, la cual exhibió una composición del 86% dada por benzoatos y terpenoides [57].

De acuerdo a lo anterior, la actividad biológica más reconocida de *B. cavanillesii* es la actividad hipoglucemiante en extractos acuosos, los cuales pudieran ser agregados en bebidas funcionales en una proporción que tuviera características organolépticas agradables para el consumidor, quizás en una combinación con otros productos naturales como los nopales y la tuna, cuyas propiedades hipoglucemiantes también han sido reconocidas [61].

IV. *Cosmos sulphureus*

Esta especie pertenece a la familia Compositae, su nombre común es mirasol, girasol amarillo, flor de San Miguel o flor de Xochipal. Es una planta comestible y ornamental endémica de México, la cual ha logrado extenderse hasta América del Sur y el norte de Tailandia, en climas cálidos, semicálidos y templados de bosques tropicales de encino y pastizales, a una altura de entre 800 y 1900 msnm. Su ciclo es anual

con floración en los meses de octubre a diciembre, puede llegar a medir hasta dos metros de alto, posee tallos erectos y ramificados con pelos multicelulares y hojas muy recortadas con hendiduras e inflorescencias de unos 6.5 cm de ancho, formadas por pequeñas flores sésiles de color anaranjado intenso o anaranjado amarillento. Estos pigmentos desde tiempos ancestrales han sido utilizados como colorantes principalmente de lana [62, 63, 64, 65, 66] (Figura 3).



Figura 3. Fotografía de *C. sulphureus* en habitat natural, vista de haz y envés.
Toma propia, Cerro de San Juan; Tepic, Nayarit, noviembre, 2021

En la medicina tradicional es utilizada para tratamiento contra la malaria y se considera un hepatoprotector [67, 68], además se han reportado diversas actividades biológicas descritas en la Tabla 3.

Tabla 3. Actividad biológica reportada en *Cosmos sulphureus*.

Actividad	Función	Muestra analizada	Referencia
Anticancerígena	•Inhibición de proliferación de células cancerosas del sistema gástrico	Extracto etanólico de flores	[69]
Antioxidante	•Actividad antioxidante; FRAP y ORAC	Extracto etanólico de flores	[69]
	•Porcentaje de inhibición de DPPH•	Extractos polares	[70]
	•Actividad antioxidante ORAC	Extracto etanólico	[71]
	•Actividad antioxidante	Extracto acuoso	[72]
	•Actividad antioxidante al DPPH•	Extractos acuosos y metanólicos	[73]
Hepatoprotectora	•Reducción de los niveles AST y APL; mejorando función hepática	Extracto hidrometanólico	[68]
Antimicrobiana	•Inhibición en 13 bacterias patógenas	Extracto acuoso de hojas	[72]
Antiparasitaria	•Propiedades antihelméticas frente a <i>O. ochengi</i>	Extracto metanólico de raíces	[74]
Otras	•Permeabilidad de membrana en fármacos	Extracto acuoso de hojas	[72]

Se han identificado en *C. sulphureus* metabolitos secundarios como compuestos fenólicos, flavonoides y taninos, entre ellos moléculas de tipo flavonoide con actividad inmunoprotectora tales como kampferol, ácido gálico, quercetina y aceites esenciales; sin presencia significativa de alcaloides, saponinas, glicosidos o antraquinonas. Así mismo, se ha reportado el aislamiento de pigmentos a partir de este cultivo, lo cual resulta relativamente sencillo y económicamente viable [75, 76, 77].

Por otra parte, en el sector agrícola se han realizado diversos estudios con *C. sulphureus* donde se han encontrado actividades biológicas, tales como: fitorremediadoras de suelo, mosquitocidas, nematocidas y mejoradoras de cultivos [78, 79, 80, 81]. Otro estudio reporta la incorporación de un gen de tipo flavonoide (chalcona 3-hidroxilasa) de *C. sulphureus* en árboles de manzana, logrando aumentar niveles de 3-hidroxifloridzina y con ello reducir el daño en cáscara, esta función fue asociada al poder antioxidante efectuado por la adición del flavonoide [82].

C. sulphureus presenta un alto valor nutricional y funcional, en forma de vitaminas A, C, riboflavina, niacina, minerales como calcio, fósforo, hierro y potasio [83]. Se considera como una planta comestible, la cual ha sido integrada principalmente a la dieta y gastronomía asiática, así mismo, las flores comestibles contribuyen al mejoramiento de la estética de los alimentos [69, 84].

La incorporación de las flores de *Cosmos sulphureus* a un alimento puede proporcionarle además de propiedades nutritivas alguna actividad funcional beneficiando la salud de quien las consume. Debido a que los extractos hidrofílicos de esta flor presentan un importante contenido de compuestos fenólicos, principalmente ácidos fenólicos (gálico, protoacético, ρ -hidroxibenzoico, clorogénico, vanílico, caféico, ρ -cumárico, sirínico y ferúlico) y flavonoides, que muestran una elevada capacidad antioxidante en pruebas *in vitro* y en células [69].

Con respecto a la normatividad que rige el consumo de flores, la Unión Europea es la más avanzada al respecto, todavía se tiene en

controversia si las flores pueden ser comercializadas como alimento. La Unión Europea ofrece la alternativa de demostrar que se trata de un alimento tradicional que ya se consumía antes de la entrada en vigor del reglamento europeo 258/1997. En países como México la reglamentación sobre esto es nula, sin embargo, en la constitución, en específico el “Reglamento de control sanitario de productos y servicios”, se considera a las flores como un derivado de las frutas y hortalizas, y por tanto se regula su consumo como éstas [85,86].

Por último, es muy importante considerar para la incorporación de las flores de *Tagetes erecta* y de *Cosmos sulphureus* en alimentos funcionales que éstas no contengan contaminación ambiental tales como plaguicidas, metales pesados, hidrocarburos, patógenos, etc. [87].

V. Conclusión

Las tendencias en el mercado de productos funcionales indican un creciente interés en la incorporación de plantas naturales y productos mínimamente procesados. Los compuestos bioactivos que contiene un alimento funcional pueden ser agregados a través de la incorporación de una parte o de algún extracto de plantas de uso tradicional, cuya actividad biológica ya ha sido validada a través de diversos estudios, tal es el caso de *Tagetes erecta*, *Brickellia cavanillesii* y *Cosmos sulphureus* usadas comúnmente en la medicina tradicional mexicana. Las principales actividades biológicas mencionadas para estas 3 plantas en esta revisión fueron la actividad anticancerígena, antiinflamatoria, antioxidante, antimicrobiana, hepatoprotectora, hipoglucemiante, entre otras. Las 3 plantas se han consumido desde tiempos ancestrales sin presentar toxicidad. Es así, como se abre la posibilidad de ser incorporados como ingredientes de alto valor agregado en

alimentos y bebidas, tanto por su valor nutricional como funcional. El proceso de innovación, desarrollo e industrialización de alimentos funcionales que puedan incorporar alguna parte de estas plantas de forma íntegra o como extractos hidrosolubles, requerirá adaptarlos a las necesidades y gustos del consumidor.

VI. Referencias

[1] Jiménez-Silva, A. A. (2017). Medicina tradicional. *Boletín CONAMED*, 13, 30-35.

<https://www.studocu.com/es-mx/document/universidad-del-soconusco/metodologia-de-la-investigacion/medicina-tradicional/32265635>

[2] Loraine, S., & Mendoza-Espinoza, J. A. (2010). Las plantas medicinales en la lucha contra el cáncer, relevancia para México. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 41(4),18-27.

https://www.redalyc.org/pdf/579/Resumenes/Abstract_57916060003_2.pdf

[3] Wang, X., Ouyang, Y., Liu, J., Zhu, M., Zhao, G., Bao, W., & Hu, F. B. (2014). Fruit and vegetable consumption and mortality from all causes, cardiovascular disease, and cancer: systematic review and dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *Bmj*, 349. <https://doi.org/10.1136/bmj.g4490>

[4] Sánchez-Valle, V., & Méndez-Sánchez, N. (2013). Estrés oxidativo, antioxidantes y enfermedad. *Médica Sur*, 20(3), 161-168. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumenI.cgi?IDARTICULO=79284>

[5] Olivares, L. D., Cabrera, G. B., & Martínez, M. T. S. (2010). Importancia de los antioxidantes dietarios en la disminución del estrés oxidativo. *Investigación y ciencia*, 18(50), 10-15.

<https://www.redalyc.org/pdf/674/67415744003.pdf>

[6] Mercado, G. M., Laura, A., Medrano, A. W., Díaz, J. A. L., & Parrilla, E. Á. (2013). Compuestos polifenólicos y capacidad antioxidante de especias típicas consumidas en México. *Nutrición hospitalaria*, 28(1), 36-46.

https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112013000100005

[7] Barberá Mateos, J. M., & de Sanidad, C. D. M. C. (2011). Alimentos funcionales: aproximación a una nueva alimentación.

<https://www.sennutricion.org/es/2007/01/01/alimentos-funcionales-aproximacin-a-una-nueva-alimentacin>

[8] Sumaya-Martínez, M. T., Diéguez, T. S., Cansino, N. D. S. C., García, E. A., & Sampedro, J. G. (2010). Innovación de productos de alto valor agregado a partir de la tuna mexicana. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 27, 435-441.

<https://www.redalyc.org/pdf/141/14114743013.pdf>

[9] Sumaya-Martínez, M. T., Sánchez Herrera, L. M., Torres García, G., & García Paredes, D. (2012). Red de valor del mango y sus desechos con base en las propiedades nutricionales y funcionales. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 30, 826-833.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14123097005>

[10] Cruzado, M., & Cedrón, J. C. (2012). Nutraceuticos, alimentos funcionales y su producción. *Revista de Química*, 26(1-2), 33-36.

<https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/quimica/article/view/7307>

[11] Garcia, G. (2002). 10 tendencias para la industria de alimentos y bebidas para el 2022. Enero, <https://thefoodtech.com/tendencias-de-consumo/10-tendencias-para-la-industria-de-alimentos-y-bebidas-para-el-2022/>

[12] Sosa, V. [2013]. Alimentos Funcionales, *Ciencia Hoy*, Junio, <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/ct-menu-item-27/17-ciencia-hoy/1135-alimentos-funcionales>

[13] Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2009). *Tagetes erecta*. Recuperado de [20 de abril de 2020].

<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/asteraceae/tagetes-erecta/fichas/ficha.htm>

[14] Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana (2009). Cempasúchil o flor de muerto, *Tagetes erecta* L. - Compositae Recuperado de [18 de abril de 2020].

<http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/apmtm/termino.php?l=3yt=tagetes-erecta>

[15] Hemali, P., & Sumitra, C. (2014). Evaluation of antioxidant efficacy of different fractions of *Tagetes erecta* L. Flowers. *Journal of pharmacy biological sciences*, 9(5), 28-37.

<https://www.semanticscholar.org/paper/Evaluation-of-antioxidant-efficacy-of-different-of-Hemali-Sumitra/4b6b283c0ee00411abe04e172965a0e9bb809e05>

[16] Sing, Y., Gupta, A., & Kannoja, P. (2020). *Tagetes erecta* (Marigold)-a review on its phytochemical and medicinal properties. *Current medical and drug research* 4(1), 1-6.

<http://globalscitechocoean.com/ReportFile/8eca609ffd344150a38a1df0c02efa32.pdf>

[17] Meurer, M., de Oliveira, B. M., Cury, B. J., Jerônimo, D. T., Venzon, L., França, T. C., ... & da Silva, L. (2022). Extract of *Tagetes erecta* L., a medicinal plant rich in lutein, promotes gastric healing and reduces ulcer recurrence in rodents. *Journal of Ethnopharmacology*, 293, 115258. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2022.115258>

[18] Shetty, L. J., Sakr, F. M., Al-Obaidy, K., Patel, M. J., & Shareef, H. (2015). A brief review on medicinal plant *Tagetes erecta* Linn. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 5(3), 091-095.

https://japsonline.com/abstract.php?article_id=1686&sts=2

[19]. Mudumbi, J. B. N., Daso, A. P., Okonkwo, O. J., Ntwampe, S. K. O., Matsha, T. E., Mekuto, L., ... & Sibali, L. L. (2019). Propensity of *Tagetes erecta* L., a medicinal plant commonly used in diabetes management, to accumulate perfluoroalkyl substances. *Toxics*, 7(1), 18. <https://www.mdpi.com/2305-6304/7/1/18>

[20] Karwani, G., & Siddhraj, S. S. (2015). *Tagetes erecta* plant: Review with significant pharmacological activities. *World Journal of Pharmaceutical Sciences*, 3(6), 1180-1183. <https://wjpsonline.com/index.php/wjps/article/view/tagetes-erecta-plant-pharmacological-activities>

[21] Khulbe, A. (2015). A review on *Tagetes Erecta*. *World Journal of Pharmaceutical Sciences*, 3(3), 645-649.

<https://wjpsonline.com/index.php/wjps/article/view/review-tagetes-erecta>

[22] Khulbe, A., Pandey, S., & Sah, S. P. (2013). Antidepressant-like action of the hydromethanolic flower extract of *Tagetes erecta* L. in mice and its possible mechanism of action. *Journal Indian journal of pharmacology*, 45(4), 386.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3757609/>

[23] Gansukh, E., Mya, K. K., Jung, M., Keum, Y.-S., Kim, D. H., & Saini, R. K. (2019). Lutein derived from marigold (*Tagetes erecta*) petals triggers ROS generation and activates Bax and caspase-3 mediated apoptosis of human cervical carcinoma (HeLa) cells. *Food and Chemical Toxicology*, 127, 11-18.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fct.2019.02.037>

[24] Vallisuta, O., Nukoolkarn, V., Mitrevej, A., Sarisuta, N., Leelapornpisid, P., Phrutivorapongkul, A., & Sinchaipanid, N. (2014). In vitro studies on the cytotoxicity, and elastase and tyrosinase inhibitory activities of marigold (*Tagetes erecta* L.) flower extracts. *Experimental and therapeutic medicine*, 7(1), 246-250.

<https://doi.org/10.3892/etm.2013.1373>

[25] Cui, G., Wei, F., Wei, M., Xie, L., Lin, Z., & Feng, X. (2021). Modulatory effect of *Tagetes erecta* flowers essential oils via Nrf2/HO-1/NF-κB/p65 axis mediated suppression of N-methyl-N'nitro-N-nitroguanidine (MNNG) induced gastric cancer in rats. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 476(3), 1541-1554.

<https://doi.org/10.1007/s11010-020-04005-0>

[26] Burlec, A. F., Pecio, L., Kozachok, S., Mircea, C., Corciovă, A., Vereștiuc, L. & Hăncianu, M. (2021). Phytochemical profile, antioxidant activity, and cytotoxicity

assessment of *Tagetes erecta* L. Flowers. *Molecules*, 26(5), 1201. <https://doi.org/doi.org/10.3390/molecules26051201>

[27] Barhoi, D., Upadhaya, P., Barbhuiya, S. N., Giri, A., & Giri, S. (2021). Extract of *Tagetes Erecta* could be used as a potential drug candidate against cancer: A study on the anticancer efficacy of medicinal plants involving *in vitro* and *in vivo* Approach. *Research Square*, 1-35. <https://doi.org/doi.org/10.21203/rs.3.rs-684006/v1>

[28] Barhoi, D., Upadhaya, P., Barbhuiya, S. N., Giri, A., & Giri, S. (2022). Extracts of *Tagetes erecta* exhibit potential cytotoxic and antitumor activity that could be employed as a promising therapeutic agent against cancer: A study involving *in vitro* and *in vivo* approach. *Phytomedicine Plus*, 2(1), 100187.

<https://doi.org/10.1016/j.phyplu.2021.100187>

[29] Shinde, M., Kanase, K., Shilimkar, V., Undale, V., & Bhosale, A. (2009). Antinociceptive and anti-inflammatory effects of solvent extracts of *Tagetes erecta* Linn (Asteraceae). *Journal Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 8(4), 325-329.

<https://doi.org/DOI:10.4314/tjpr.v8i4.45224>

[30] Chatterjee, S., Prakash, T., Kotrsha, D., Rao, N. R., & Goli, D. (2011). Comparative efficacy of *Tagetes erecta* and *Centella asiatica* extracts on wound healing in albino rats. *Journal Chinese Medicine*, 2(4), 138-142.

<https://doi.org/doi:10.4236/cm.2011.24023>

[31] Shetty, L. J., Harikiran, H., & Fernandes, J. (2009). Pharmacological evaluation of ethanolic extract of flowers of *Tagetes erecta*

on epilepsy. *Journal of Pharmacy Research*, 2(6), 1035-1038.

<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20103127099>

[32] Rahman, M. M., Dhar, P. S., Anika, F., Ahmed, L., Islam, M. R., Sultana, N. A., ... & Rauf, A. (2022). Exploring the plant-derived bioactive substances as antidiabetic agent: an extensive review. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 152, 113217.

<https://doi.org/10.1016/j.biopha.2022.113217>

[33] Rodda, R., Avvari, S. K., Chidrawar, R., & Reddy, T. R. (2013). Pharmacological screening of synergistic antidiabetic efficacy of *Tagetes erecta* and *Foeniculum vulgare*. *International Journal of Phytopharmacy*, 4, 223-229.

https://www.researchgate.net/profile/Vijay-Chidrawar/publication/260655704_Pharmacological_screening_of_synergistic_antidiabetic_efficacy_of_Tagetes_erecta_and_Foeniculum_vulgare/links/5eac33cb299bf18b958acdab/Pharmacological-screening-of-synergistic-antidiabetic-efficacy-of-Tagetes-erecta-and-Foeniculum-vulgare.pdf

[34] Basha, S. G., Ahamed, M. F., & Farnaaz, S. (2017). Evaluation of *Foeniculum vulgare* and *Tagetes erecta* for synergic anti diabetic activity in Streptozotocin Induced Diabetic Rats. *World Journal of Pharmaceutical Research*, 6(8), 1401-1428.

https://www.researchgate.net/profile/Gousebasha-Shaik/publication/319079452_EVALUATION_OF_FOENICULUM_VULGARE_AND_TAGETES_ERECTA_FOR_SYNERGIC_ANTI_DIABETIC_ACTIVITY_IN_STREPTOZOTOCIN_INDUCED_DIABETIC_RATS/links/5ad4fa440f7e9b285936abaa/EVALUATION-OF-FOENICULUM-

VULGARE-AND-TAGETES-ERECTA-FOR-SYNERGIC-ANTI-DIABETIC-ACTIVITY-IN-STREPTOZOTOCIN-INDUCED-DIABETIC-RATS.pdf? sg%5B0%5D=started_experiment_milestone&origin=journalDetail

[35] Kiranmai, M., Kazim, S., & Ibrahim, M. (2011). Combined wound healing activity of *Gymnema sylvestre* and *Tagetes erecta* Linn. *International Journal of Pharmaceutical Applications*, 2(2), 135-140. <https://bipublication.com/files/IJPAv2i2201103.pdf>

[36] Oguwike, F., Onubueze, D., & Ughachukwu, P. (2013). Evaluation of activities of marigold extract on wound healing of albino wister rat. *IOSR Journal of Dental Medical Sciences*, 8(5), 67-70. <http://www.iosrjournals.org/iosr-jdms/papers/Vol8-issue5/P0856770.pdf>

[37] Parwanto, M., Tjahyadi, D., & Jaya, E. (2021). Efficacy of *Tagetes erecta* Linn. leaf extract cream on rat dermal wound healing. *International Journal of Pharmaceutical Research*, 13(1), 364-374. <http://www.ijpronline.com/ViewArticleDetail.aspx?ID=18090>

[38] Kishore, N., & Dwivedi, R. S. (1991). Fungitoxicity of the essential oil of *Tagetes erecta* l. against *Pythium aphanidermatum* Fitz. the damping-off pathogen. *Flavour and fragrance journal*, 6(4), 291-294. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/ffj.2730060409>

[39] Chivde, B. V., Biradar, K. V., Shiramane, R. S., & Manoj, K. V. (2011). In vitro antioxidant activity studies of the flowers of *Tagetes erecta* L. (Compositae). *International Journal of Pharma and Bio Sciences*, 2(3), 223-229. [https://www.researchgate.net/publication/286987248 In-](https://www.researchgate.net/publication/286987248_In-)

Vitro antioxidant activity studies on the f lowers of Tagetes erecta L Compositae

[40] Moliner, C., Barros, L., Dias, M. I., López, V., Langa, E., Ferreira, I. C. F. R., & Gómez-Rincón, C. (2018). Edible flowers of *Tagetes erecta* L. as functional ingredients: phenolic composition, antioxidant and protective effects on *Caenorhabditis elegans*. *Nutrients*, 10(12), 2002. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/nu10122002>

[41] Perez, P. L., Huayhua, L. L. A., Landeo, O. T., & Areche, F. O. (2021). Capacidad antioxidante y metabolitos bioactivos in vitro del aceite esencial de *Tagetes erecta* y *Tagetes patula*. *TecnoHumanismo*, 1(1), 170-180. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8178974>

[42] Huang, X., Gao, W., Yun, X., Qing, Z., & Zeng, J. (2022). Effect of natural antioxidants from marigolds (*Tagetes erecta* L.) on the oxidative stability of soybean oil. *Molecules*, 27(9), 2865. <https://doi.org/10.3390/molecules27092865>

[43] Dasgupta, N., Ranjan, S., Shree, M., Saleh, M. A., & Ramalingam, C. (2016). Blood coagulating effect of marigold (*Tagetes erecta* L.) leaf and its bioactive compounds. *Oriental Pharmacy and Experimental Medicine*, 16(1), 67-75. <https://doi.org/10.1007/s13596-015-0200-z>

[44] Giri, R. K., Bose, A., & Mishra, S. K. (2011). Hepatoprotective activity of *Tagetes erecta* against carbon tetrachloride-induced hepatic damage in rats. *Acta Poloniae Pharmaceutica Drug Research*, 68(6), 999-1003. https://ptfarm.pl/pub/File/Acta_Poloniae/2011/6/999.pdf

[45] Rodda, R., Sreeja, K., Sindhuri, T., & Kumar, S. (2011). Antihyperlipidemic effect

of *Tagetes erecta* in cholesterol fed hyperlipidemic rats. *Der Pharmacia Lettre*, 3(5), 266-270.
<https://www.scholarsresearchlibrary.com/articles/antihyperlipidemic-effect-of-tagetes-erecta-in-cholesterol-fedhyperlipidemic-rats.pdf>

[46] Zanovello, M., Bolda Mariano, L. N., Cechinel-Zanchett, C. C., Boeing, T., Tazinaffo, G., Mota da Silva, L., & de Souza, P. (2021). *Tagetes erecta* L. flowers, a medicinal plant traditionally used to promote diuresis, induced diuretic and natriuretic effects in normotensive and hypertensive rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 279, 114393.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jep.2021.114393>

[47] Camacho-Campos, C., Pérez-Hernández, Y., Valdivia-Ávila, A., Ramírez-Pérez, H. L., & Gómez-Brisuela, L. (2019). Propiedades fitoquímicas y antibacterianas de extractos de *Tagetes erecta* L. (Asteraceae). *Revista Cubana de Química*, 31, 53-64.

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_artextypid=S2224-54212019000100053ynrm=iso

[48] Romero-Almanza, L. F. (2015). Efectos de la inclusión de luteína en un sistema de alimentación de gallinas ponedoras de huevo marrón Universidad de La Salle, Bogotá. Bogotá.
https://ciencia.lasalle.edu.co/maest_agrociencias/6

[49] Paredes, M., & Quispe, K. (2022). Efectos de la flor de marigold (*Tagetes erecta*) y el rizoma de cúrcuma (*Curcuma longa*) como fuentes de carotenoides sobre el rendimiento productivo y las características de carcasa de pollos doble propósito en la fase de finalización. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 33(2).
<http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v33i2.22590>

[50] Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana (2009). Prodigiosa, *Brickellia cavanillesii* DC - Compositae. Recuperado de [18 de abril de 2020].
<http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/apmtm/termino.php?l=3yt=prodigiosa-bc>

[51] Pérez-Vásquez, A., García-Nolck, C., Linares, E., Bye, R., & Mata, R. (2014). Antidiabetic activity and chemical composition of essential oil from *Brickellia cavanillesii*. *Planta Medica*, 80(10), PD58.
<https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/abstract/10.1055/s-0034-1382479>

[52] Escandón-Rivera, S., González-Andrade, M., Bye, R., Linares, E., Navarrete, A. s., & Mata, R. (2012). α -Glucosidase inhibitors from *Brickellia cavanillesii*. *Journal of Natural Products*, 75(5), 968-974.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22587572/>

[53] Moore, M., & Kamp, M. (1990). Los Remedios: Traditional Herbal Remedies of the Southwest. Museum of New Mexico Press.
<https://books.google.com.mx/books?id=Sb6pBQAAQBAJ>

[54] <https://hierbasdemexico.com.mx/blog/2021/09/15/prodigiosa/>

[55] Mata, R., Cristians, S., Escandón-Rivera, S., Juárez-Reyes, K., & Rivero-Cruz, I. (2013). Mexican Antidiabetic Herbs: Valuable Sources of Inhibitors of α -Glucosidases. *Journal of Natural Products*, 76(3), 468-483.
<https://doi.org/10.1021/np300869g>

[56] Aguirre-Crespo, F., Castillo-Espana, P., Villalobos-Molina, R., López-Guerrero, J. J., & Estrada-Soto, S. (2005). Vasorelaxant effect of Mexican medicinal plants on isolated rat aorta. *Pharmaceutical biology*,

43(6), 540-546.
<https://doi.org/10.1080/13880200500220839>

[57] Eshiet, E. R., Zhu, J., & Smith, E. (2014). Lyophilized tea extracts of *Brickellia cavanillesii* (Asteraceae): in vitro characterization of biological activity. *Journal of food science*, 79(7), T1454-T1461. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12519>, <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icap/article/view/8274>

[58] Pérez, A. H., Montiel, R. G. C., Palestina, C. U. L., Fuentes, A. D. H., & Maldonado, A. J. (2022). Plantas medicinales de la familia Asteraceae con actividad hipoglucemiante en México. Una revisión. *Boletín de Ciencias Agropecuarias del ICAP*, 8(16), 14-17. <https://doi.org/10.29057/icap.v8i16.8274>

[59] Ávila-Villarreal, G., González-Trujano, M. E., Carballo-Villalobos, A. I., Aguilar-Guadarrama, B., García-Jiménez, S., Giles-Rivas, D. E., & Estrada-Soto, S. (2016). Anxiolytic-like effects and toxicological studies of *Brickellia cavanillesii* (Cass.) A. Gray in experimental mice models. *Journal of Ethnopharmacology*, 192, 90-98. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jep.2016.07.006>

[60] De Alba-Montero, I., Ruiz-Torres, C. A., Portales-Pérez, D. P., Martínez-Gutierrez, F., Echeverría, F., Compeán-Jasso, M. E., . . . Ruiz, F. (2020). Atmospheric Corrosion, Antibacterial Properties, and Toxicity of Silver Nanoparticles Synthesized by Two Different Routes. *Bioinorganic Chemistry and Applications*, 2020, 8891069.

<https://doi.org/10.1155/2020/8891069>

[61] Dalila, M., Soltane, R., Chrouda, A., Dhahri, A., Pashameah, R. A., & Almulla, N. (2021). Antidiabetic Activity of *Opuntia* spp. *Opuntia* spp.: *Chemistry, Bioactivity and Industrial Applications*, 483-489.

https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-78444-7_22

[62] Departamento de Botánica, Instituto de biología (2019). *Cosmos sulphureus* Cav., ejemplar de: Herbario Nacional de México (MEXU), Plantas Vasculares. En Portal de Datos Abiertos UNAM (en línea), México, Universidad Nacional Autónoma de México. [10 de abril de 2020]. <https://datosabiertos.unam.mx/IBUNAM:MEXU:1361000>

[63] Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana (2009). Andan cabezón, *Cosmos sulphureus* Cav. - Compositae Recuperado de [18 de abril de 2020] <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/apmtm/termino.php?l=3yt=cosmos-sulphureus>

[64] Shimokoriyama, M., & Hattori, S. (1953). Anthochlor Pigments of *Cosmos sulphureus*, *Coreopsis lanceolata* and *C. saxicola*. *Journal of the American Chemical Society*, 75(8), 1900-1904. <https://doi.org/10.1021/ja01104a036>

[65] Kale, S., Naik, S., & Deodhar, S. (2006). Utilization of *Cosmos sulphureus* Cav. flower dye on wool using mordant combinations. *Research Article*, 5(1), 3-14. https://www.academia.edu/87479459/Utilization_of_Cosmos_sulphureus_Cav_flower_dye_on_wool_using_mordant_combinations

[66] Garcia-Bucio, M. A., Maynez-Rojas, M. Á., Casanova-González, E., Cárcamo-Vega, J. J., Ruvalcaba-Sil, J. L., & Mitrani, A. (2019). Raman and surface-enhanced Raman spectroscopy for the analysis of Mexican yellow dyestuff. *Raman Spectroscopy*, 50(10), 1546-1554. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/jrs.5729>

- [67] Botsaris, A. S. (2007). Plants used traditionally to treat malaria in Brazil: the archives of Flora Medicinal. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 3(1), 1-8. <https://ethnobiomed.biomedcentral.com/articles/10.1186/1746-4269-3-18>
- [68] Saleem, M., Ali, H. A., Akhtar, M. F., Saleem, U., Saleem, A., & Irshad, I. (2017). Chemical characterisation and hepatoprotective potential of *Cosmos sulphureus* Cav. and *Cosmos bipinnatus* Cav. *Natural product research*, 33(6), 897-900. <https://doi.org/10.1080/14786419.2017.1413557>
- [69] Kaisoon, O., Konczak, I., & Siriamornpun, S. (2012). Potential health enhancing properties of edible flowers from Thailand. *Food Research International*, 46(2), 563-571. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.06.016>
- [70] Jadav, K., & Gowda, K. (2017). Preliminary phytochemical analysis and *in vitro* antioxidant activity of *Araucaria columnaris* bark peel and *Cosmos sulphureus* flowers. *International Journal of Current Pharmaceutical Research*, 9, 96-99. <https://innovareacademics.in/journals/index.php/ijcpr/article/view/20967/11942>
- [71] Chensom, S., Okumura, H., & Mishima, T. (2019). Primary screening of antioxidant activity, total polyphenol content, carotenoid content, and nutritional composition of 13 edible flowers from Japan. *Preventive nutrition and food science*, 24(2), 171. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31328122/>
- [72] Malaka, R., Hema, J. A., Muthukumarasamy, N. P., Sambandam, A., Subramanian, S., & Sevanan, M. (2015). Green synthesis of silver nanoparticles using *Cosmos sulphureus* and evaluation of their antimicrobial and antioxidant properties. *Nano Biomedicine and Engineering*, 7(4), 160-168. [http://www.nanobe.org/Assets/userfiles/sys_eb538c1c-65ff-4e82-8e6a-a1ef01127fed/files/7\(4\)_p160-168.pdf](http://www.nanobe.org/Assets/userfiles/sys_eb538c1c-65ff-4e82-8e6a-a1ef01127fed/files/7(4)_p160-168.pdf)
- [73] Andrushchenko, O., Vergun, O., & Rakhmetov, D. (2022). Antioxidant capacity of *Cosmos sulphureus* plants grown in the temperate climate. *Plant Introduction*, 93(94), 37-45. <https://doi.org/10.46341/PI2021021>
- [74] Megnigieu, E. M., Nyemb, N. J., Ngwasiri, N. N., Fanta, A. S. Y., Nveikoueing, F., Kouam, S. F., & Ndjonka, D. (2020). *In vitro* Anthelmintic Activities of Extracts and Fractions of *Cosmos sulphureus* Cav, Against *Onchocerca ochengi*. *Journal of Diseases Medicinal Plants*, 6(1), 22-30. <https://www.sciencepublishinggroup.com/journal/paperinfo?journalid=320&doi=10.11648/j.jdmp.20200601.14>
- [75] Andrushchenko, O., & Levon, V. (2021). The content of flavonoids in *Cosmos sulphureus*. *Plant Introduction*, 89(90), 83-88. <https://doi.org/10.46341/PI2021003>
- [76] Ortega-Medrano, R. J., Ceja-Torres, L. F., Vázquez-Sánchez, M., Martínez-Ávila, G. C. G., & Medina-Medrano, J. R. (2023). Characterization of *Cosmos sulphureus* Cav. (Asteraceae): Phytochemical Screening, Antioxidant Activity and Chromatography Analysis. *Plants*, 12(4), 896. <https://doi.org/10.3390/plants120408961934578X19876219>.
- [77] Iwashina, T., Amamiya, K., Kamo, T., Kitajima, J., Mizuno, T., Uehara, A., & Koizuka, N. (2019). 2'-Hydroxylated 3-Deoxyanthocyanin from the Flowers of *Cosmos sulphureus* Cultivars. *Natural Product Communications*, 14(9). <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1934578X19876219>

- [78] Zhou, G., Guo, J., Yang, J., & Yang, J. (2018). Effect of fertilizers on Cd accumulation and subcellular distribution of two cosmos species (*Cosmos sulphureus* and *Cosmos bipinnata*). *International Journal of Phytoremediation*, 20(9), 930-938. <https://doi.org/10.1080/15226514.2018.1448362>
- [79] Aftab, N., Saleem, K., Khan, A. H. A., Butt, T. A., Mirza, C. R., Hussain, J. & Iqbal, M. (2021). *Cosmos sulphureus* Cav. is more tolerant to lead than copper and chromium in hydroponics system. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 18(8), 2325-2334. <https://doi.org/10.1007/s13762-020-02981-w>
- [80] Respatie, D., Prapto, Y., Purwantoro, A., & Trisyono, Y. A. (2019). The potential of *Cosmos sulphureus* flower extract as a bioherbicide for *Cyperus rotundus*. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 20(12). <https://smujo.id/biodiv/article/view/4580>
- [81] Respatie, D. W., Yudono, P., Purwantoro, A., & Trisyono, Y. A. (2021, February). Effect spraying volume of *Cosmos sulphureus* Cav. flower extract on weed dominance and soybean yield. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 662, No. 1, p. 012017). IOP Publishing. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/662/1/012017/meta>
- [82] Hutabarat, O. S., Flachowsky, H., Regos, I., Miosic, S., Kaufmann, C., Faramarzi, S., & Richter, K. (2016). Transgenic apple plants overexpressing the chalcone 3-hydroxylase gene of *Cosmos sulphureus* show increased levels of 3-hydroxyphloridzin and reduced susceptibility to apple scab and fire blight. *Planta*, 243(5), 1213-1224. doi: <https://doi.org/10.1007/s00425-016-2475-9>
- [83] de Moraes, J. S., Sant'Ana, A. S., Dantas, A. M., Silva, B. S., Lima, M. S., Borges, G. C., & Magnani, M. (2020). Antioxidant activity and bioaccessibility of phenolic compounds in white, red, blue, purple, yellow and orange edible flowers through a simulated intestinal barrier. *Food Research International*, 131, 109046. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109046>
- [84] Saleh, I., Trisnaningsih, U., Dwirayani, D. D., Syahadat, R. M., & Atmaja, I. S. W. (2020). Analisis preferensi konsumen terhadap dua spesies kenikir; *Cosmos caudatus* dan *Cosmos sulphureus*. MAHATANI: Jurnal Agribisnis (Agribusiness and Agricultural Economics Journal), 3(1), 195-204. <https://journal.uniga.ac.id/index.php/MJA/article/view/916/751>
- [85] Torrado D. Indulto a las flores comestibles. Diario El País. Edición digital 31 de Agosto del 2010. http://elpais.com/diario/2010/08/31/catalunya/1283216841_850215.html
- [86] Lara-Cortés, E., Osorio-Díaz, P., Jiménez-Aparicio, A., & Bautista-Baños, S. (2013). Contenido nutricional, propiedades funcionales y conservación de flores comestibles: Revisión. *Archivos latinoamericanos de nutrición*, 63(3), 197-208. http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0004-06222013000300002&script=sci_arttext
- [87] Albán, M. S., Echavarría, A. P., & Domínguez, L. D. (2018). Composición nutricional y propiedades funcionales de flores comestibles| Nutritional composition and functional properties of edible flowers. *Saber*, 30, 498-507. <https://core.ac.uk/download/pdf/235926612.pdf>