



EFECTO TÉRMICO DEL BLANQUEADO CULINARIO EN EL PERFIL FENÓLICO DE OCHO DIFERENTES QUELITES PRESENTES EN LA DIETA TRADICIONAL MEXICANA

THERMAL EFFECT OF CULINARY BLEACHING ON THE PHENOLIC PROFILE OF EIGHT DIFFERENT QUELITES PRESENT IN THE TRADITIONAL MEXICAN DIET

Kuri-García Aarón ^{1,2}, Vargas-Madriz Ángel Félix ¹, Mendoza-Juárez Anahí Wendolyne ², Díaz-Díaz Beatriz Eugenia ², Roldán-Padrón Octavio ¹, Chávez-Servín Jorge Luis ^{1*}

¹ Laboratorio de Biología Celular y Molecular, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro, México.

² Licenciatura en Gastronomía, Facultad de Filosofía, Universidad Autónoma de Querétaro, México.

* Autor de correspondencia, correo: jorge.chavez@uaq.mx

Resumen

Se conoce que el consumo de alimentos de origen vegetal es benéfico para la salud. Parte de los componentes con potencial bioactivo que ejercen efectos benéficos son diversos metabolitos de las plantas como los compuestos fenólicos. En México los quelites son usados en la cultura culinaria tradicional. Su preparación depende del tipo de platillo típico en la dieta tradicional mexicana, utilizándose generalmente en crudo o cocidos. El presente trabajo muestra el efecto del blanqueado culinario en el perfil fenólico [compuestos fenólicos totales (CFT), los flavonoides totales (FT) y los taninos condensados (TC)] de ocho diferentes especies de quelites nativas mexicanas. Se encontró en general una disminución en CFT y FT; y un aumento en TC por el blanqueado en todos los quelites analizados. A diferencia del promedio se observó que *Portulaca oleracea* aumentó la concentración de CFT y de FT debido al blanqueado. Se observó que *Porophyllum ruderale* contiene la mayor concentración de CFT y FT; y *Beta vulgaris* de TC de las ocho muestras analizadas en crudo. En general se observó en promedio una mayor concentración de compuesto fenólicos totales que flavonoides totales en las muestras crudas y hervidas. Al conocer los resultados presentados se puede dar recomendaciones al momento de seleccionar el tipo de preparación culinaria de los alimentos, si buscamos beneficios que brindan los compuestos fenólicos.

Palabras claves: Quelites, Perfil Fenólico, Cocina Tradicional, Blanqueado Culinario

Abstract

*It is known that the consumption of foods of plant origin is beneficial for health. Some of the components with bioactive potential that exert beneficial effects are various plant metabolites such as phenolic compounds. In Mexico, quelites are used in traditional culinary culture. Its preparation depends on the type of typical dish in the traditional Mexican diet, generally being used raw or cooked. The present work shows the effect of culinary bleaching on the phenolic profile [total phenolic compounds (CFT), total flavonoids (FT) and condensed tannins (TC)] of eight different species of native Mexican quelites. In general, a decrease was found in CFT and FT; and an increase in TC for the blanched in all the quelites analyzed. Unlike the average, it was observed that *Portulaca oleracea* increased the concentration of CFT and FT due to bleaching. *Porophyllum ruderale* was observed to contain the highest concentration of CFT and FT; and *Beta vulgaris* from TC of the eight samples analyzed in crude oil. In general, a higher concentration of total phenolic compounds than total flavonoids were observed on average in the raw and boiled samples. Knowing the results presented, recommendations can be given when selecting the type of culinary preparation of food, if we are looking for benefits provided by phenolic compounds.*

Key Words: Quelites, Phenolic Profile, Traditional Cuisine, Culinary Bleaching

1. Introducción

Varios estudios han demostrado que el consumo regular de alimentos de origen vegetal (AOV); que contienen componentes fisiológicamente bioactivos, en particular fenoles, es asociado con un menor riesgo de incidencia de enfermedades crónicas no transmisibles relacionadas al estrés oxidativo (Martínez-González et al., 2019; Valerino-Perea et al., 2019). Se sabe que el consumo de AOV puede representar alternativas en la nutrición humana para mejorar la salud, debido a la presencia de compuestos fitoquímicos que contienen (Santiago-Saenz, López-Palestina, et al., 2020). Se ha propuesto incrementar la diversidad dietética con el consumo de un mayor número de especies vegetales como una estrategia eficaz y sostenible para erradicar los problemas ocasionados por enfermedades crónicas, todo a través del aumento del consumo de plantas comestibles (Santiago-Saenz et al., 2018).

En las comunidades indígenas y rurales de diferentes países, el conocimiento sobre la preparación y el consumo de diversas plantas comestibles se encuentra entre las estrategias de supervivencia y adaptación a las condiciones ambientales y mejoras a la salud humana. En contraste, existen cambios en los patrones alimentarios de las últimas décadas que han desplazado el consumo de AOV por el de alimentos ultraprocesados. Se han realizado esfuerzos para evaluar las dietas tradicionales locales a través de la documentación del uso de plantas alimenticias con distribución local y regional, las cuales son desconocidas a nivel nacional e internacional (Valerino-Perea et al., 2019). Un valor adicional de las dietas tradicionales es el aporte de alimentos que tienen variedad de sabores, colores, aromas y formas de preparación con un bajo número de insumos adicionales. Por ejemplo, los alimentos tradicionales a menudo se consumen frescos (en crudo) o con un procesamiento térmico mínimo, como el blanqueado culinario. El blanqueado es una técnica culinaria que consiste en la cocción de los alimentos en agua hirviendo durante un periodo breve de tiempo (desde 30 seg hasta 5 min) que modifica la composición fisicoquímica de la planta y sus características organolépticas (Mateos-Maces et al., 2020).

Otros autores han observado que la capacidad antioxidante de seis hortalizas, se cocinaron hirviéndolos o al vapor durante 1 minuto o escaldados durante 20 s. Los resultados muestran que la mayor capacidad antioxidante

(DPPH) se observó después de hervir durante 1 min en el caso de la espinaca ($41.9 \pm 9.8\%$), papaya ($59.0 \pm 5.3\%$), kenikir ($54.9\% \pm 6.3\%$), y frijoles de una yarda de largo ($70.2 \pm 8.9\%$); cocer al vapor durante 1 min en el caso de la flor de turi ($60.2 \pm 3.6\%$); y escaldado durante 20 s en el caso de los brotes de frijol *mungo* ($49.2 \pm 3.6\%$) (Tsiompah et al., 2021). Por otro lado, en otro estudio reciente, se probaron diferentes técnicas de cocina caseras (hervir, cocer al vapor, sofreír y microondas) sobre los cambios de compuestos fenólicos específicos y propiedades antioxidantes (FRAP), en las hortalizas de hoja tradicionales consumidas habitualmente en África meridional, en donde se observó que sofreír el aumento la concentración de fenoles en hojas de col china, seguido de cocción al vapor. De manera similar, sofreír aumentó algunos fenoles simples en la solanácea, seguido de la cocción al vapor. Las técnicas de cocción al vapor y salteado aumentaron significativamente la actividad de FRAP; mientras que la ebullición redujo el contenido de taninos tanto en las verduras de hoja (Managa et al., 2020). Los compuestos fenólicos de las plantas se presentan de forma unida covalente; por lo tanto, se deben emplear métodos de procesamiento para liberarlos y potenciar la concentración. Por ejemplo, se ha demostrado que el tratamiento térmico puede liberar algunos compuestos fenólicos de bajo peso molecular y, por lo tanto, aumentar su concentración (Xu et al., 2007).

En México, hasta ahora se han registrado entre 2,168 a 4,000 especies de plantas consumibles en el país, con base en estudios etnobotánicos, pero el análisis proximal y de compuestos bioactivos están disponibles para menos de 30 especies (Mateos-Maces et al., 2020). Estas plantas comestibles se consideran “quelites” y se refieren a tallos jóvenes, retoños o plántulas de plantas comestibles que crecen silvestres o domesticadas. Los quelites han mostrado contenidos importantes de proteínas, nutrimentos inorgánicos y fibra, así como la presencia de ácidos fenólicos, los cuales se han relacionado con capacidad antioxidante y propiedades frente a patologías crónicas no transmisibles (Santiago-Saenz et al., 2018).

Además, es necesario resaltar que la relevancia del presente estudio es que, dado que ya existe información de la caracterización del perfil fenólico de algunos quelites en la literatura, no existe información comparable del efecto

térmico del blanqueado culinario en fenoles, flavonoides y taninos condensados en los quelites usados en la cocina tradicional mexicana, ya que cada reporte se llevó a cabo en diferentes condiciones y se expresan de forma distinta, lo que lo vuelve complicado para hacer comparaciones. Aunado a esto, el presente estudio busca identificar el quelite con el mejor perfil fenólico dependiendo del tipo de preparación para posteriormente buscar efectos en enfermedades crónico no transmisibles como el cáncer de colon como perspectiva del estudio.

Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto térmico del blanqueado culinario en la concentración de fenoles totales, flavonoides y taninos condensados en los ocho quelites principales de la cocina tradicional mexicana.

2. Materiales y Métodos

2.1 Diseño del estudio

El presente estudio se trata de un diseño transversal y experimental.

2.2 Obtención de la muestra

Se obtuvieron ocho muestras de diferentes hojas de quelites de un mercado tradicional en el centro de la ciudad de Querétaro, México. Los quelites que se utilizaron se describen a continuación: *Chenopodium berlandieri* (huazontle), *Porophyllum ruderale* (pápalo), *Beta vulgaris* (acelga), *Curcubita máxima* (flor de calabaza), *Chenopodium ambrosioides* (epazote), *Raphanus sativus* (hoja de rábano), *Portulaca oleracea* (verdolaga) y *Amaranthus hybridus* (quintonil). Los quelites fueron identificados por un especialista del Herbario Jerzy Rzedowski (Querétaro, MEX). Las muestras se dividieron en dos grupos, muestras crudas y muestras hervidas (blanqueadas). Para las muestras crudas, las hojas se secaron en un horno de aire forzado (Shel lab Fx 1375, North Carolina, USA.) a 40°C por aproximadamente 48 horas, hasta obtener un peso constante obteniendo una materia seca. Para las muestras hervidas, por otro lado, se realizaron de la siguiente manera: la materia seca correspondiente a cada uno de los quelites analizados se agregó en agua hirviendo a 120°C por 2 minutos hasta obtener un cambio de color y de textura, rápidamente se retiraron del agua hirviendo y se agregaron directo

al chorro de agua corriente para detener la reacción térmica. Posterior a ello, las hojas se secaron en un horno de aire forzado (Shel lab Fx 1375, North Carolina, USA.) a 40°C por aproximadamente 48 horas, hasta obtener un peso constante. Para ambos grupos se molió la materia seca en un molino eléctrico con un diámetro de criba de 0.5 mm (Thomas Wiley Model 4 Scientific, New Jersey, USA). El polvo molido se colectó en bolsas oscuras para protegerlas de la luz y temperatura en un ultracongelador (REVCO last II, Ohio, USA) a -80°C para su análisis posterior.

2.3 Preparación de los extractos

Se pesaron 200 mg de materia seca y molida, se extrajeron con 10 ml de agua durante 30 min con ayuda de un ultrasonificador (modelo BRANSON 5510) a 42 kHz +/- 6% a temperatura ambiente en ausencia de luz. Posteriormente el extracto se filtró a través de papel Whatman (0.20 µm), el sobrenadante obtenido se almacenó en frascos color ámbar a -80°C hasta su análisis.

2.4 Determinación de compuestos fenólicos totales

Los compuestos fenólicos totales se determinaron espectrofotométricamente de acuerdo con el método de Folin-Ciocalteu por triplicado. Se realizó la curva de calibración para fenoles totales utilizando ácido gálico como estándar en las concentraciones (peso/volumen) de 0, 1, 2, 4, 6, 8, 10, y 12 µl. Se tomó una alícuota del extracto (12.5 µl) y se llevó a un volumen de 50 µl de agua destilada. Posteriormente se mezcló con 32 µl del reactivo de Folin-Ciocalteu (1N), se le agregaron 156 µl de NaCO₃ al 20% y se dejó reposar en ausencia de luz durante 2 horas a temperatura ambiente. El control se preparó de manera similar reemplazando la cantidad de muestra con agua destilada. Después de 2 horas se midió la absorbancia de cada una de las muestras en un espectrofotómetro (Thermo, Multiskan Ascent) a una longitud de onda de 750 nm y los resultados fueron expresados en miligramos equivalentes de ácido gálico por 100 g de materia seca (mg EAG/100 g MS).

2.5 Determinación de flavonoides totales

Los flavonoides totales se determinaron por el método colorimétrico del cloruro de aluminio por triplicado. Se

realizó la curva de calibración utilizando catequina como estándar en las concentraciones [peso/volumen] de 100, 200, 300, 500, 700, 900, 1000 μ l. Se tomó una alícuota del extracto (31.25 μ l) y se añadieron 156 μ l de agua destilada, después se añadieron 9.4 μ l de NaNO_2 al 5% y se dejó reposar durante 6 min, posteriormente se agregó AlCl_3 al 10% y se dejó reposar por 5 min, después se añadió 63 μ l de NaOH (1M); Finalmente se agregó 35 μ l de agua destilada. El control se preparó de manera similar remplazando la cantidad de muestra con agua destilada. La curva y la muestra se leyeron a 510 nm y los resultados fueron expresados en miligramos equivalentes de catequina por 100 g de materia seca (mg EC/100 g MS).

2.6 Determinación de taninos condensados

Los taninos condensados se determinaron por el método de vainillina por triplicado. Se realizó una curva de calibración utilizando catequina como estándar en diferentes concentraciones: 0.2, 0.6, 0.8, 0.10, 0.12, 0.14, 0.16, 0.18, y 0.20 μ l. Para la determinación de la muestra se tomó una alícuota del extracto (40 μ l) y se agregó 200 μ l de la solución de vainillina 1% recién preparada y HCl

8% en metanol con relación de 1:1. El control fue metanol sustituyendo la cantidad de la muestra aunado con 200 μ l de la solución de vainillina 1% y HCl 8%. La curva como la muestra se leyeron a una longitud de onda de 492 nm y los resultados fueron expresados como miligramos equivalentes de catequina por 100 g de materia seca (mg EC/100g MS).


2.7 Análisis estadístico




Para las comparaciones entre los grupos crudo y hervido se utilizó la prueba t de student pareada. Para determinar diferencias estadísticas se consideró un valor de $p < 0.05$. El análisis estadístico comparativo se realizó utilizando el programa GraphPad Prism 5[®]. Los resultados se muestran como la media de $n=3$ determinaciones de cada una de las técnicas de los 8 quelites analizados \pm desviación estándar.



3. Resultados y Discusión


Las características botánicas, usos gastronómicos y como nutracéutico de los ocho quelites principales en la cocina tradicional mexicana se desglosan a continuación:


Tabla 1. Características, usos gastronómicos y valor nutracéutico de los ocho quelites presentes en la cocina tradición mexicana.

Nombre popular/ científico	Imagen (crudo / blanqueado)	Características	Principales usos Gastronómicos	Valor nutracéutico	Referencia
Huazontle / <i>Chenopodium berlandieri</i>		La planta mide de 40 cm a 2 m de alto. Su tallo es anguloso y con rayas longitudinales verde claro o amarillento, a veces rojizo. Las hojas son rómbico-ovadas a lanceoladas, enteras o irregularmente dentadas. Sus flores están agrupadas en glomérulos.	Huazontles rellenos de queso Oaxaca en salsa de chile pasilla, tortitas con romeritos, lasaña de huazontle, huazontles capeados.	El consumo de <i>Chenopodium berlandieri</i> mejora los niveles de hemoglobina, malondialdehído urinario y la excreción urinaria de arsénico en adolescentes expuestos al agua contaminada con metaloide.	[Santiago-Saenz, Monroy-Torres, et al., 2020].

<p>Pápalo / <i>Porophyllum guett</i></p>		<p>Son hierbas perennes de olor fuerte con hojas alternas u opuestas, simples, lineares a ovadas, márgenes enteros o gruesamente crenados, variadamente punteadas con glándulas pelúcidas.</p>	<p>Enchiladas, salsas, cremas, guacamole, quesadillas, ensaladas.</p>	<p>Los aceites esenciales de <i>Porophyllum guett</i>, administrado por vía oral, inhibe la inflamación inducida por LPS, incluida la migración celular. También se observó una inhibición significativa de la producción de gamma-interferón e IL-4.</p>	<p>[Souza et al., 2003].</p>
<p>Acelga / <i>Beta vulgaris</i></p>		<p>Es una planta herbácea bienal que alcanza hasta 2 m de alto. Es ramificada y frondosa, de color verde a púrpura-violáceo. Las hojas, generalmente de hasta de 12 x 6 cm, son pecioladas. El fruto es un pixidio dehiscente por un opérculo y con una única semilla.</p>	<p>Sopas, huevo, quiche, humus, albóndigas, canelones.</p>	<p>El extracto de <i>Beta vulgaris</i> mejora la protección antioxidante de las células endoteliales. Actuó sobre las especies reactivas de oxígeno, pero también por la activación de las defensas endógenas de la catalasa y las Superóxido dismutasa I y II.</p>	<p>[da Silva et al., 2020].</p>
<p>Flor de calabaza / <i>Curcubita maxima</i></p>		<p>Es una florescencia con forma de trompeta, con cáliz monosépalo. Posee pétalos de tonos brillantes que varían entre verde amarillo cuando está inmadura a amarillo anaranjado cuando está en su etapa algida de maduración.</p>	<p>Sopas, quesadillas, empanizadas rellenas de queso, dobladas con flor de calabaza, tamales y cremas.</p>	<p>Se agregaron extractos de <i>Curcubita maxima</i> en nanopartículas las cuales proporcionaron una fuerte actividad antimicrobiana contra cepas patógenas. Se probó el efecto de los extractos en las nanopartículas sintetizadas contra la línea celular de cáncer de piel A431 para determinar su toxicidad mediante MTT. Se observó la IC50 de $82.39 \pm 3.1 \mu\text{g/ml}$.</p>	<p>[Nayak et al., 2015].</p>

<p>Epazote / <i>Chenopodium ambrosioides</i></p>		<p>Es una planta de olor fuerte, erguida, glandulosa de 40 cm a 1 m de alto. Las hojas son pecioladas, oblongas a lanceoladas, de 3 a 10 cm de largo por 1 a 5 de ancho, gradualmente reducidas hacia la parte superior. Las plántulas son hipocótilo cilíndrico, de 8 a 20 mm, con o sin pelos; cotiledones sésiles, lineares, de 3.5 a 13 mm de largo y 0.5 a 1 mm de ancho.</p>	<p>Tés, pansadillas, frijoles negros, sopas, esquites, enchiladas, camarones en salsa de epazote.</p>	<p>El tratamiento artritis inducida por colágeno tipo II en ratones con 5 mg / kg de extracto crudo hidroalcohólico de <i>Chenopodium ambrosioides</i> redujo el porcentaje de neutrófilos, macrófagos, el número de células de la médula ósea, aumentó el número de linfocitos y la celularidad de los ganglios linfáticos inguinales. Este tratamiento inhibió la concentración sérica de IL-6 y TNF-α, lo que puede estar relacionado con la preservación de la densidad ósea y con el ligero engrosamiento de los tejidos periarticulares, con mínima fibrosis y proliferación de fibroblastos en las articulaciones.</p>	<p>(Pereira et al., 2018).</p>
<p>Hoja de rábano / <i>Raphanus sativus</i></p>		<p>Planta bienal con hojas basales de hasta 30 cm, pecioladas, en rosetas, lirado-pinnatisectas, con 2-3 pares de segmentos laterales y uno terminal de mayor tamaño, sub-orbicular; las superiores, de ovadas a oblogo-lanceoladas.</p>	<p>Moles, cremas, ensaladas, pesto, sopas.</p>	<p>El consumo diario durante 16 semanas de hoja de <i>Raphanus sativus</i> disminuyó significativamente la ganancia de peso corporal en los ratones de tipo salvaje y ApoE - / -. Condujo también a una disminución en el peso de la grasa</p>	<p>(Matsuyama et al., 2021).</p>

				<p>visceral y los niveles de triglicéridos en suero. Los autores mencionan que el consumo diario de dietas que contienen <i>Raphanus sativus</i> puede ayudar a prevenir dislipidemia al inhibir la absorción de grasas.</p>	
<p>Verdolaga / <i>Portulaca oleracea</i></p>		<p>Las hojas son alternas en conjuntos con el tallo. Puede alcanzar hasta 40 cm de altura, con flores amarillas.</p>	<p>Costilla en salsa verde, chuleta ahumada, salteadas, acompañadas de nopales y huevo.</p>	<p>El consumo de <i>Portulaca oleracea</i> (PO) puede inducir la activación y maduración de la vacuna de células dendríticas (CD), lo que se atribuye al aumento de la respuesta inmune antitumoral específica y al mecanismo de acción involucrado en la vía de señalización TLR4 / MyD88 / NF-κB. Además, se logró una inhibición notable del crecimiento tumoral induciendo apoptosis y mejorando las respuestas inmunes. Además, la vacuna de CD tratada con extracto PO pudo inhibir las metástasis pulmonares. Los resultados demostraron la viabilidad de PO como coadyuvante comestible de la vacuna DC para la terapia contra el cáncer de mama.</p>	<p>(Jia et al., 2021).</p>

<p>Quintonil / Amaranthus hybridus</p>		<p>Es una hierba anual con hojas acuminadas hacia el ápice con la punta obtusa, con tricomas delgados.</p>	<p>Moles, pipianes, enchiladas, ensaladas, sopas, al vapor, quesadillas, bistec en salsa de quintonil, tortas de quintonil rellenas.</p>	<p>El tratamiento en ratas diabéticas con Amaranthus hybridus reduce significativamente el daño oxidativo asociado a la hiperglucemia. Esto podría proporcionar una justificación para el uso de la planta para tratar la diabetes en la medicina popular.</p>	<p>[Balasubramanian et al.,</p>
--	---	--	--	--	---------------------------------

En la Tabla 1 se muestra el nombre popular y el científico de los ocho quelites analizados en el presente estudio con una imagen representativa del quelite crudo y blanqueado mostrando los cambios físicos con relación a las modificaciones organolépticas generadas por el efecto térmico, además de las características botánicas de las hojas, así como los usos gastronómicos más comunes en la cocina tradicional mexicana. Por último, se muestran los últimos estudios reportados en la literatura de los efectos como uso nutracéutico de los quelites en la salud.

Con respecto a los compuestos fitoquímicos de los quelites evaluados, varios autores han descrito su presencia en la mayoría de las hojas crudas. En el presente estudio, el énfasis es evaluar como estrategias dietéticas, el efecto en la concentración de estos compuestos fitoquímicos en los quelites crudas y después de un proceso térmico, como el blanqueado culinario.

Como se muestra en la Figura 1, en la sección a) los valores de los CFT en todos los quelites crudos y hervidos se observaron concentraciones de 640.5 ± 83.4 y 249.5 ± 25.0 mg EAG/g MS ($p < 0.0001$), respectivamente. De igual forma se observa en b) los

valores de los FT en todos los quelites crudos y hervidos valores de 463.3 ± 85.6 y 115.3 ± 30.0 mg EAG/g MS ($p = 0.0002$), respectivamente. Finalmente se observan en c) los valores de los TC en todos los quelites crudos y hervidos donde fueron de 0.20 ± 0.01 y 0.53 ± 0.08 mg EC/g MS ($p = 0.0001$), respectivamente.

Gunathilake y colaboradores (2018) observaron el efecto térmico en el contenido de fenoles y flavonoides de distintas plantas comestibles, para ello agregaron las muestras (100 g / 150 mL) y se cocinaron a fuego moderado durante 5 min. Ellos reportaron que las hojas de *D. zeylanica*, *S. grandiflora* y *P. edulis* mostraron un contenido total de polifenoles significativamente mayor ($p < 0.05$) en sus muestras crudas en comparación con sus muestras cocidas como fue en nuestro caso con todos los quelites menos en *Portulaca oleracea*. Esto puede indicar que la cocción generó pérdida de los compuestos fenoles en estos tipos de hojas. Sin embargo, mencionan que en las hojas de *C. auriculata* mostraron un contenido de polifenoles totales más de dos veces mayor en hojas hervidas en comparación con su forma cruda, así como en el presente estudio con *Portulaca oleracea* que aumentó un 26% en su forma hervida (Gunathilake et al., 2018).

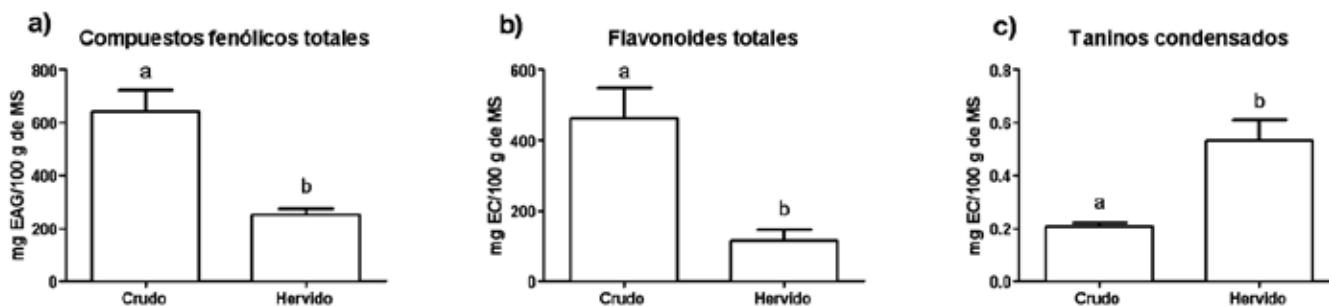


Figura 1. Promedio de las ocho muestras de quelites, a) compuestos fenólicos totales, b) flavonoides totales y c) taninos condensados, crudos y hervidos. Los resultados se muestran como la media de $n=3$ determinaciones de cada uno de los 8 quelites \pm desviación estándar. Se usó una prueba t de student pareada, se muestra la diferencia estadística significativa $p < 0.05$ con letras (a y b), EAG: equivalente de ácido gálico, EC: equivalente de catequina, MS: materia seca.

En la Tabla 2 se muestra la comparación y el delta de cambio de las ocho diferentes especies de quelites presentes en la dieta tradicional mexicana entre crudo y hervido de la concentración de CFT. Se observa que todos los quelites disminuyeron en un promedio del 58% su concentración debido al tratamiento térmico del blanqueado culinario menos *Portulaca oleracea* el cual fue el único quelite con un aumento (26%) en la concentración de CFT por el tratamiento térmico, esto podría deberse a la cantidad de fenoles complejos en la composición total de fenoles que puedan descomponerse por el efecto térmico a fenoles simples aumentando así, la concentración total de compuestos fenólicos, además de las características físicas de la materia vegetal de la plántula en comparación con las demás siendo ésta más gruesa y de menor tamaño (Tabla 1). Es importante mencionar que el grado de degradación de los polifenoles depende del tiempo de procesamiento, el calor y el tamaño de la porción de las hojas comestibles. Algunos investigadores han demostrado que los procesos térmicos de bajo grado no afectan el nivel de polifenoles en el tejido vegetal. Además, los tratamientos térmicos pueden inactivar las enzimas oxidativas que son responsables de la oxidación de los antioxidantes y, como resultado, pueden aumentar la actividad antioxidante [Ewald et al., 1999].

Así mismo, El aumento de fenoles totales en *Portulaca oleracea* concuerda con Turkmen y colaboradores (2005), en la medida en que la cocción podría aumentar el contenido de fenoles en algunas verduras como las judías verdes, el brócoli y la pimienta. Además, se informó que la base del aumento en el contenido de fenoles durante la cocción no

podría establecerse categóricamente. Sin embargo, podría atribuirse a la posible descomposición de los compuestos fenólicos complejos como los taninos presentes en las verduras durante el procesamiento térmico en polifenoles simples [Turkmen et al., 2005]. Por otro lado, Ferracane y colaboradores (2008) informaron que el aumento de polifenoles totales durante el procesamiento térmico podría deberse a la liberación de polifenoles de los complejos proteicos intracelulares, cambios en la estructura celular de la planta, modificaciones de la matriz o inactivación de las polifenoles-oxidasas. Además, los tratamientos térmicos podrían inactivar las polifenoles-oxidasas, evitando la oxidación y polimerización de los polifenoles [Ferracane et al., 2008]. Por otro lado, Managa y colaboradores en 2019 observaron que el blanqueado en un baño de agua a 95°C usando agua como vehículo, aumentó significativamente el contenido fenólico total en la col china en comparación con las hojas crudas. Sin embargo, con una concentración creciente de jugo de limón, se notó una tendencia a la baja en el contenido fenólico total. Cuando se utilizó jugo de limón al 10% como medio para blanquear, el contenido fenólico total se mantuvo en niveles similares a los de las hojas crudas. Los autores mencionan que los tratamientos de blanqueo térmico inactivan la actividad de la polifenol-oxidasas que utiliza los polifenoles como sustratos para la reacción de oscurecimiento.

Sin embargo, algunos investigadores han demostrado una disminución en los compuestos fenólicos totales debido a la degradación térmica y la lixiviación en el agua [Managa et al., 2019].

Tabla 2. Compuestos fenólicos totales (CFT), análisis de materia seca de hoja cruda y hervida de diferentes especies de quelites.

Quelite	Compuestos fenólicos totales (CFT) (mg EAG/g MS)					
	Crudo		Hervido		p	Δ%
<i>Chenopodium berlandieri</i>	595.5	± 13.2	246.9	± 6.5	0.0001*	-58.5
<i>Porophyllum guett</i>	1626.0	± 75.0	99.3	± 7.6	0.0005*	-93.9
<i>Beta vulgaris</i>	585.2	± 42.2	387.9	± 26.8	0.0021*	-33.7
<i>Curcubita maxima</i>	271.0	± 38.9	178.5	± 21.1	0.0571	-34.1
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	748.7	± 28.5	350.9	± 14.2	0.0014*	-53.1
<i>Raphanus sativus</i>	506.2	± 43.2	231.2	± 16.3	0.0050*	-54.3
<i>Portulaca orleracea</i>	330.6	± 16.3	417.4	± 45.1	0.0316*	+26.3
<i>Amaranthus hybridus</i>	460.3	± 68.3	83.9	± 11.8	0.0042*	-81.8

Los resultados se muestran como concentraciones promedio de n=3 determinaciones ± una desviación estándar. * t de student pareada, significa diferencia significativa (se muestra p) y Δ%: delta de cambio con base a la materia cruda, EAG: equivalentes de ácido gálico, MS: materia seca.

En la Tabla 3 se puede observar la comparación de la concentración de flavonoides totales entre hojas crudas y hervidas, en donde podemos observar que *Portulaca orleracea* en conjunto con *Curcubita máxima* tienen un aumento en la concentración de flavonoides por el efecto térmico del blanqueado. La verdolaga obtuvo un mayor aumento en la concentración de compuestos. Por otro lado, se observa en el resto de los quelites una disminución de las concentraciones totales de flavonoides por el efecto del blanqueado culinario, es similar entre toda la concentración de pérdida de compuestos el cual osciló entre 82 y 97%.

De igual forma, Gunathilake y colaboradores en 2008 evaluaron el contenido de flavonoides totales donde mencionan que éstos son compuestos termosensibles. Por tanto, la exposición al calor durante la cocción podría influir en gran medida en su concentración. Mostraron que el contenido total de flavonoides aumentó significativamente ($p < 0.05$) en comparación con todas las formas crudas después de la ebullición, excepto *P. edulis*. Los aumentos porcentuales del contenido de flavonoides en hojas hervidas de *O. zeylanica*, *C. auriculata*, *S. grandiflora*, *G. lactiferum* y *C. asiatica* fueron 163%, 140%, 160%, 197% y 120% respectivamente, en comparación con sus hojas crudas (Gunathilake et al., 2018). En nuestro caso solo *Curcubita máxima* y

Portulaca orleracea aumentaron su concentración debido al efecto térmico del blanqueado culinario. Este aumento en el contenido de flavonoides posterior a la ebullición puede estar relacionado con una mayor disponibilidad para la extracción y con una liberación más eficiente de fenoles y compuestos flavonoides, así como de proteínas intracelulares y estructuras de la pared celular alteradas (Wachtel-Galor et al., 2008).

Del mismo modo, Mazzeo y colaboradores en 2011 informaron del incremento en la concentración de los flavonoides, pero en brócoli y espinacas al momento de someterlos a un proceso térmico (Mazzeo et al., 2011). Se menciona que al igual que en los fenoles, el contenido de flavonoides en todas las hojas hervidas fue significativamente menor ($p < 0.05$) en comparación con su contenido crudo. Sin embargo, debido a la menor solubilidad en agua de los flavonoides en forma de glucósidos flavonoides y derivados acilados, menos de estos flavonoides se extraen de los tejidos vegetales mediante el proceso de cocción en comparación con los derivados glucurónidos altamente solubles. Por lo tanto, la mayoría de los glicósidos flavonoides y sus formas aciladas se retienen en el tejido durante el proceso de cocción. En consecuencia, la variación en las pérdidas y ganancias de flavonoides debido a los tratamientos de cocción en los tipos de hojas estudiadas podría deberse

a los tipos de cocción, la naturaleza de las hojas y las formas de los flavonoides presentes en las matrices de las plantas [Gunathilake et al., 2018].

Por otro lado, Cortez-García y colaboradores analizaron muestras de frutas endémicas mexicanas y mencionan que el contenido de FT encontrado para el xoconostle fresco fue de 1.19 mg EC / g de MS. Después de la cocción, los FT se mantuvieron sin cambios en el xoconostle hervido en comparación con la fruta fresca. Esta observación concuerda con hallazgos previos que informan de que el tratamiento térmico aumenta el nivel de flavonoides. Por ejemplo, Roy y colaboradores (2009), encontraron que el brócoli

cocido al vapor durante 5 y 10 minutos resultó en aumentos en FT en 2.5 y 3.5 veces, respectivamente. Tal aumento en el contenido de flavonoides se debe principalmente a una mayor liberación de fitoquímicos de la matriz, que se hace más accesible durante el procesamiento térmico debido a la alteración de las membranas celulares y las paredes celulares, liberando así fitoquímicos que aumentan la reserva de flavonoides [Roy et al., 2009]. No podemos comparar ambos efectos debido al tiempo de exposición al calor pero si podemos acercarnos de forma general al efecto térmico en materia vegetal para la liberación de moléculas complejas a simples.

Tabla 3. Flavonoides totales (FT), análisis de materia seca de hoja cruda y hervida de diferentes especies de quelites.

Quelite	Compuestos fenólicos totales (CFT) [mg EAG/g MS]					p	Δ%
	Crudo		Hervido				
<i>Chenopodium berlandieri</i>	410.4	± 33.6	71.1	± 11.8		0.0014*	-82.7
<i>Porophyllum guett</i>	1464.0	± 115.0	85.9	± 72.3		0.0020*	-94.1
<i>Beta vulgaris</i>	237.7	± 35.1	21.5	± 10.6		0.0068*	-90.9
<i>Curcubita maxima</i>	65.1	± 7.9	90.1	± 25.0		0.1490	+38.4
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	246.5	± 31.2	78.0	± 16.1		0.0054*	-68.4
<i>Raphanus sativus</i>	542.8	± 19.5	85.4	± 87.3		0.0087*	-84.3
<i>Portulaca orleracea</i>	213.7	± 54.1	477.1	± 42.2		0.0047*	+123.3
<i>Amaranthus hybridus</i>	526.2	± 61.1	13.7	± 7.1		0.0019*	-97.4

Los resultados se muestran como concentraciones promedio de n=3 determinaciones ± una desviación estándar. * t de student pareada, significa diferencia significativa [se muestra p] y Δ%: delta de cambio con base a la materia cruda, EAG: equivalentes de ácido gálico, MS: materia seca.

En la Tabla 4 se muestra, de igual forma que en las Tablas 2 y 3, pero con relación a los taninos condensados, en donde podemos observar al contrario que las tablas anteriores, un aumento en la concentración de taninos en la mayoría de los quelites. El más alto fue *Chenopodium ambrosioides* con un aumento aproximado de 430% y en menor proporción *Portulaca orleracea* con un aproximado de 20%. Todos estadísticamente diferentes con relación al aumento de la concentración de taninos condensados por el efecto del hervido culinario.

Hernández-Aguirre y colaboradores (2020), mencionan que los factores no nutricionales (NNF)

los taninos condensados, CFT y FT que tienen efectos negativos sobre la salud humana, pero por lo general, los NNF se eliminan al cocinar en donde observaron que la concentración se redujo los compuestos fenólicos totales [48%], taninos condensados [28%], flavonoides [65%] a diferencia de nuestros resultados que mostraron ser contrarios [Hernández-Aguirre et al., 2020]. Por otro lado, Luzardo-Ocampo y colaboradores (2019), mencionan que *Sorghum bicolor L. Moench* se ha utilizado escasamente como alimento humano debido a ciertos factores antinutricionales como los taninos que reducen su digestibilidad, aunque el grano es una fuente importante

de compuestos bioactivos como los compuestos fenólicos. La nixtamalización fue el procedimiento más eficaz para la reducción de taninos [74.3%]. El ácido gálico resultó ser el compuesto fenólico más bioaccesible [6359 µg / g]. Los fenólicos totales y los taninos condensados se correlacionaron con la capacidad antioxidante [ABTS /

DPPH; R²: 0.30–0.43, p < 0.05]. Estos resultados confirman el potencial de los procedimientos térmicos para modificar significativamente la bioaccesibilidad de los compuestos fitoquímicos, mejorando sus concentraciones y reduciendo la concentración de taninos, al tiempo que mejoran su capacidad antioxidante [Luzardo-Ocampo et al., 2019].

Tabla 4. Taninos condensados (TC), análisis de materia seca de hoja cruda y hervida de diferentes especies de quelites.

Quelite	Taninos condensados (TC) (mg EC/g MS)					p	Δ%
	Crudo		Hervido				
<i>Chenopodium berlandieri</i>	0.201	± 0.017	0.416	± 0.070	0.0241*	+106.4	
<i>Porophyllum guett</i>	0.174	± 0.032	0.611	± 0.001	0.0009*	+250.7	
<i>Beta vulgaris</i>	0.332	± 0.024	0.479	± 0.010	0.0015*	+44.1	
<i>Curcubita maxima</i>	0.102	± 0.014	0.197	± 0.007	0.0008*	+92.7	
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	0.280	± 0.031	1.492	± 0.068	0.0002*	+432.3	
<i>Raphanus sativus</i>	0.201	± 0.021	0.363	± 0.045	0.0185*	+80.3	
<i>Portulaca orleracea</i>	0.213	± 0.004	0.258	± 0.024	0.0348*	+21.2	
<i>Amaranthus hybridus</i>	0.143	± 0.014	0.425	± 0.086	0.0112*	197.4	

Los resultados se muestran como concentraciones promedio de n=3 determinaciones ± una desviación estándar. * t de student pareada, significa diferencia significativa [se muestra p] y Δ%: delta de cambio con base a la materia cruda, EC: equivalentes de catequina, MS: materia seca.

En general, se observa la diferencia entre todos los quelites de los tres grupos de fitoquímicos ya mencionados agrupados por crudos y hervidos. En donde podemos observar en las hojas crudas en los CFT y FT del quelite con mayor concentración fue *Porophyllum ruderale* con 1626 ± 75.01 mg EAG/g MS y 1464 ± 115.0 mg EAG/g MS respectivamente, en donde los demás quelites tenían concentraciones similares. Por el lado de los TC de hoja cruda se observó que la mayor concentración la obtuvo *Beta vulgaris* y *Chenopodium ambrosioides* con concentraciones de 0.3322 ± 0.02439 mg EC/g MS y 0.2803 ± 0.03125 mg EC/g MS respectivamente. Por otro lado, la concentración de los fitoquímicos hervidos como vimos anteriormente varía, dentro de los CFT y FT el quelite con mayor concentración se observó en *Portulaca orleracea* la cual superó las concentraciones en crudo en ambas pruebas con concentraciones de 417.4 ± 45.07 mg EAG/g MS y 477.1 ± 42.18 mg EAG/g MS respectivamente. Por último, en los TC de hojas hervidas se observó una mayor concentración de *Chenopodium ambrosioides* con 1.492 ± 0.06766 mg EC/g MS, siendo mayor que las concentraciones en crudo.

Es importante mencionar que es complicado comparar la concentración del perfil fenólico reportada en otros estudios debido a las diferencias dentro de las condiciones en las que se desarrolló la planta, así como las variaciones en la metodología y forma de expresión de resultados. Por ejemplo, las características ambientales influyen en los tipos de estrés bióticos y abióticos en los cuales se encuentra la planta y sintetiza en consecuencia diferentes metabolitos secundarios. Algunas variaciones ambientales son la altitud, la temporada del año, la calidad del suelo, la cantidad de radiación solar, la frecuencia de riego, la calidad del agua, plagas, entre otros. Además, el tipo de manipulación de la planta desde la cosecha hasta el almacenamiento. En resumen, los factores que afectan principalmente son los tiempos de cosecha, las condiciones climáticas y agronómicas, así como los lugares de cultivo. Asimismo, tipo de secado de las hojas es un punto importante el cual se debe considerar. No todos los estudios cuentan con tal información. Se conoce que el incremento en la temperatura incrementa el riesgo de perder compuestos de interés, por lo que el procesamiento

postcosecha como el tipo de secado es importante para evitar la degradación de diversos componentes con potencial bioactivo. Puede ser por liofilización o secado a temperaturas como 40°C por determinado tiempo (24 - 48 h aproximadamente) hasta obtener un peso constante. El molido de la muestra es otro aspecto a considerar en las metodologías de análisis debido a que el tamaño de partícula se relaciona con la superficie de contacto que tiene la muestra para interactuar con los medios extractantes y esto afecta la cantidad de compuestos que puedan ser extraídos de la materia vegetal. Otro punto importante es el solvente utilizado para la extracción. En el presente estudio se utilizó agua que se añadió a la materia seca. Shang y colaboradores (2005) reportaron el contenido de fenoles en 26 extractos de especias comunes de plantas con rangos de 0.04 a 14.38 g EAG /100 g MS). Ellos reportaron que de la muestra vegetal en polvo (2 g) los compuestos fenólicos fueron extraídos con 50 ml de metanol al 80% a temperatura ambiente (23 °C) durante 24 h (Shan et al., 2005). Por último, las técnicas difieren por reactivos y protocolos que complican la comparación de resultados, además de las unidades en las que se expresan, siendo necesario homologar las condiciones de análisis para obtener resultados comparables entre diferentes muestras vegetales (Kuri-García et al., 2017).

Conclusiones

En el presente estudio se demostró la importancia que tiene identificar las modificaciones culinarias que se producen dentro de la cocina mexicana para seleccionar de manera informada el tipo de preparación si se busca un efecto positivo en la salud. Se observó en promedio una disminución en los CFT y en los FT; y un aumento en los TC por el blanqueado culinario en todos los quelites analizados. Es importante conocer los resultados presentados para poder dar mejores recomendaciones al momento de seleccionar el tipo de preparación culinaria de los alimentos, si buscamos beneficios extras además de los que nos brindan los quelites de forma natural. Se propone analizar las propiedades organolépticas de los quelites estudiados para proponer un recetario de quelites endémicos mexicanos de la cocina tradicional mexicana en un futuro, además de que se necesita más información para la identificación de compuestos independientes para

conocer su comportamiento dentro del complejo del perfil fenólico en los procesos culinarios presentes en la cocina tradicional mexicana.

Agradecimientos

Agradecemos a la Licenciatura en Gastronomía de la Facultad de Filosofía y al Laboratorio de Biología Celular y Molecular de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Querétaro.

Referencias bibliográficas

- Balasubramanian, T., Karthikeyan, M., Muhammed Anees, K. P., Kadeeja, C. P., & Jaseela, K. (2017). Antidiabetic and Antioxidant Potentials of *Amaranthus hybridus* in Streptozotocin-Induced Diabetic Rats. *Journal of Dietary Supplements*, 14(4), 395-410. <https://doi.org/10.1080/19390211.2016.1265037>
- da Silva, L. G. S., Morelli, A. P., Pavan, I. C. B., Tavares, M. R., Pestana, N. F., Rostagno, M. A., Simabuco, F. M., & Bezerra, R. M. N. (2020). Protective effects of beet (*Beta vulgaris*) leaves extract against oxidative stress in endothelial cells in vitro. *Phytotherapy Research*, 34(6), 1385-1396. <https://doi.org/10.1002/ptr.6612>
- Ewald, C., Fjelkner-Modig, S., Johansson, K., Sjöholm, I., & Åkesson, B. (1999). Effect of processing on major flavonoids in processed onions, green beans, and peas. *Food Chemistry*, 64(2), 231-235. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(98\)00136-8](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00136-8)
- Ferracane, R., Pellegrini, N., Visconti, A., Graziani, G., Chiavaro, E., Miglio, C., & Fogliano, V. (2008). Effects of different cooking methods on antioxidant profile, antioxidant capacity, and physical characteristics of artichoke. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(18), 8601-8608. <https://doi.org/10.1021/jf800408w>
- Gunathilake, K., Ranaweera, K., & Rupasinghe, H. (2018). Effect of Different Cooking Methods on Polyphenols, Carotenoids and Antioxidant Activities of Selected Edible Leaves. *Antioxidants*, 7(9), 117. <https://doi.org/10.3390/antiox7090117>
- Hernandez-Aguirre, A. I., Téllez-Pérez, C., Martín-Azócar, A. S., & Cardador-Martínez, A. (2020). Effect of

- instant controlled pressure-drop (DIC), cooking and germination on non-nutritional factors of common vetch (*Vicia sativa* spp.). *Molecules*, 25(1). <https://doi.org/10.3390/molecules25010151>
- Jia, G., Shao, X., Zhao, R., Zhang, T., Zhou, X., Yang, Y., Li, T., Chen, Z., & Liu, Y. (2021). Portulaca oleracea L. polysaccharides enhance the immune efficacy of dendritic cell vaccine for breast cancer. *Food & Function*, 12(9). <https://doi.org/10.1039/d0fo02522d>
- Kuri-García, A., Chávez-Servín, J. L., & Guzmán-Maldonado, S. H. (2017). *Journal of Medicinal Plants Research Phenolic profile and antioxidant capacity of Cnidoscolus chayamansa and Cnidoscolus aconitifolius: A review*. 11(45), 713-727. <https://doi.org/10.5897/JMPR2017.6512>
- Luzardo-Ocampo, I., Ramírez-Jiménez, A. K., Cabrera-Ramírez, Á. H., Rodríguez-Castillo, N., Campos-Vega, R., Loarca-Piña, G., & Gaytán-Martínez, M. (2019). Impact of cooking and nixtamalization on the bioaccessibility and antioxidant capacity of phenolic compounds from two sorghum varieties. *Food Chemistry*, 309. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125684>
- Managa, M. G., Remize, F., Garcia, C., & Sivakumar, D. (2019). Effect of moist cooking blanching on colour, phenolic metabolites and glucosinolate content in Chinese cabbage (*Brassica rapa* L. Sub Sp. *Chinensis*). *Foods*, 8(9). <https://doi.org/10.3390/foods8090399>
- Managa, M. G., Shai, J., Thi Phan, A. D., Sultanbawa, Y., & Sivakumar, D. (2020). Impact of Household Cooking Techniques on African Nightshade and Chinese Cabbage on Phenolic Compounds, Antinutrients, in vitro Antioxidant, and β -Glucosidase Activity. *Frontiers in Nutrition*, 7. <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.580550>
- Martínez-González, M. A., Gea, A., & Ruiz-Canela, M. (2019). The Mediterranean Diet and Cardiovascular Health: A Critical Review. In *Circulation Research* (Vol. 124, Issue 5, pp. 779-798). Lippincott Williams and Wilkins. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.118.313348>
- Mateos-Maces, L., Chávez-Servía, J. L., Vera-Guzmán, A. M., Aquino-Bolaños, E. N., Alba-Jiménez, J. E., & Villagómez-González, B. B. (2020). Edible leafy plants from Mexico as sources of antioxidant compounds, and their nutritional, nutraceutical and antimicrobial potential: A review. In *Antioxidants* (Vol. 9, Issue 6, pp. 1-24). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/antiox9060541>
- Matsuyama, H., Tanaka, W., Miyoshi, N., Miyazaki, T., Michimoto, H., & Sakakibara, H. (2021). Beneficial effects of the consumption of sun-dried radishes (*Raphanus sativus* cv. YR-Hyuga-Risou) on dyslipidemia in apolipoprotein E-deficient mice. *Journal of Food Biochemistry*, 45(5). <https://doi.org/10.1111/jfbc.13727>
- Mazzeo, T., N'Dri, D., Chiavaro, E., Visconti, A., Fogliano, V., & Pellegrini, N. (2011). Effect of two cooking procedures on phytochemical compounds, total antioxidant capacity and colour of selected frozen vegetables. *Food Chemistry*, 128(3), 627-633. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.03.070>
- Nayak, D., Pradhan, S., Ashe, S., Rauta, P. R., & Nayak, B. (2015). Biologically synthesised silver nanoparticles from three diverse family of plant extracts and their anticancer activity against epidermoid A431 carcinoma. *Journal of Colloid and Interface Science*, 457, 329-338. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2015.07.012>
- Pereira, W. S., da Silva, G. P., Vigliano, M. V., Leal, N. R. F., Pinto, F. A., Fernandes, D. C., Santos, S. V. M., Martino, T., Nascimento, J. R., de Azevedo, A. P. S., Fonseca, E. N., Velozo, L. S. M., Souza Neto, L. R., Bastos, F. F., Portari, E. A., Sabino, K. C. C., Nascimento, F., & Coelho, M. G. P. (2018). Anti-arthritis properties of crude extract from *Chenopodium ambrosioides* L. leaves. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 70(8), 1078-1091. <https://doi.org/10.1111/jphp.12926>
- Roy, M. K., Juneja, L. R., Isobe, S., & Tsushida, T. (2009). Steam processed broccoli (*Brassica oleracea*) has higher antioxidant activity in chemical and cellular assay systems. *Food Chemistry*, 114(1), 263-269. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.09.050>
- Santiago-Saenz, Y. O., Hernández-Fuentes, A., Monroy-Torres, R., Cariño-Cortés, R., & Jiménez-Alvarado, R. (2018). Physicochemical, nutritional and antioxidant characterization of three vegetables (*Amaranthus hybridus* L., *Chenopodium berlandieri* L., *Portulaca oleracea* L.) as potential sources of phytochemicals and bioactive compounds. *Journal of Food*

- Measurement and Characterization*, 12(4), 2855-2864. <https://doi.org/10.1007/s11694-018-9900-7>
- Santiago-Saenz, Y. O., López-Palestina, C. U., Gutiérrez-Tlahque, J., Monroy-Torres, R., Pinedo-Espinoza, J. M., & Hernández-Fuentes, A. D. (2020). Nutritional and functional evaluation of three powder mixtures based on mexican quelites: Alternative ingredients to formulate food supplements. *Food Science and Technology*, 40(4), 1029-1037. <https://doi.org/10.1590/fst.28419>
- Santiago-Saenz, Y. O., Monroy-Torres, R., Rocha-Amador, D. O., & Hernández-Fuentes, A. D. (2020). Effect of a supplementation with two quelites on urinary excretion of arsenic in adolescents exposed to water contaminated with the metalloid in a community in the state of Guanajuato, Mexico. *Nutrients*, 12(1). <https://doi.org/10.3390/nu12010098>
- Shan, B., Cai, Y. Z., Sun, M., & Corke, H. (2005). Antioxidant capacity of 26 spice extracts and characterization of their phenolic constituents. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(20), 7749-7759. <https://doi.org/10.1021/jf051513y>
- Souza, M. C., Siani, A. C., Ramos, M. F. S., Menezes-De-Lima, O., & Henriques, M. G. M. O. (2003). Evaluation of anti-inflammatory activity of essential oils from two Asteraceae species. *Pharmazie*, 58(8), 582-586. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12967039/>
- Tsiompah, G., Murwani, R., & Maharani, N. (2021). Effects of Cooking Method on the Antioxidant Activity and Inhibition of Lipid Peroxidation of the Javanese Salad "Pecel" Vegetables and Its Peanut Sauce Dressing. *International Journal of Food Science*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/8814606>
- Turkmen, N., Sari, F., & Velioglu, Y. S. (2005). The effect of cooking methods on total phenolics and antioxidant activity of selected green vegetables. *Food Chemistry*, 93(4), 713-718. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.12.038>
- Valerino-Perea, S., Lara-Castor, L., Armstrong, M. E. G., & Papadaki, A. (2019). Definition of the traditional mexican diet and its role in health: A systematic review. *Nutrients*, 11(11). <https://doi.org/10.3390/nu11112803>
- Wachtel-Galor, S., Wong, K. W., & Benzie, I. F. F. (2008). The effect of cooking on Brassica vegetables. *Food Chemistry*, 110(3), 706-710. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.02.056>
- Xu, G., Ye, X., Chen, J., & Liu, D. (2007). Effect of heat treatment on the phenolic compounds and antioxidant capacity of citrus peel extract. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(2), 330-335. <https://doi.org/10.1021/jf062517l>

