

Los quelites y otros vegetales comestibles de México: ¿Qué sabemos sobre su potencial nutracéutico?

Yesenia Pacheco-Hernández*¹ , Nemesio Villa-Ruano**² 

¹Universidad Politécnica Metropolitana de Puebla, Popocatepetl s/n, Reserva Territorial Atlixcáyotl, Tres Cerritos, CP 72480, Puebla, México. ²CONAHCyT-Centro Universitario de Vinculación y Transferencia de Tecnología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Prolongación de la 24 Sur y Av. San Claudio Ciudad Universitaria, Col. Jardines de San Manuel, CP 72000, Puebla, México.

Email de autores para correspondencia: *yesenia.pacheco@metropoli.edu.mx

**nemesio.villa@correo.buap.mx

Recibido: 21 febrero 2024. **Aceptado:** 03 mayo 2024

RESUMEN

Los quelites de México y otros alimentos nativos de origen vegetal representan una fuente de moléculas bioactivas cuyo consumo genera beneficios para la salud de la población. En esta revisión de carácter divulgativa se describen a los principales compuestos con actividad nutracéutica encontrados en plantas comestibles consumidas dentro del territorio mexicano, así como otras emergentes aprovechadas en zonas serranas. En el texto se presentan y discuten las potencialidades de estos alimentos para ser insertados en el plato del bien comer local, así como los retos inherentes sobre su inclusión formal.

Palabras clave: Quelites mexicanos; nutracéuticos; retos; plato del bien comer.

ABSTRACT

The quelites from Mexico and other plant native foods represent an inexhaustible resource of bioactive molecules which generate benefits for the population health. This review focuses on describing the main compounds with nutraceutical activity found in native edible plants consumed in the Mexican territory as well as other emerging plant foods used in highland zones. Herein we discuss on the potential insertion of these foods in the local eat-well plate as well as the inherent challenges associated to their formal inclusion.

Keywords: Mexican quelites; nutraceuticals; challenges; eat-well plate.

INTRODUCCIÓN

El consumo de alimentos nativos es una práctica milenaria que contribuye de manera significativa a las ingestas diarias recomendadas de fibra alimentaria, minerales y nutraceuticos (sustancias dietéticas con potencial benéfico para los seres humanos), siendo simultáneamente un mecanismo de comercialización sustentable para los pueblos originarios. Los alimentos nativos son, por ende, parte importante de la soberanía alimentaria que requiere especial atención debido a las propiedades benéficas que ofrecen a la población local y nacional. Dichos recursos contienen un amplio abanico de fitoquímicos con actividad biológica probada cuya presencia generalmente pasa desapercibida. Sin embargo, la composición química es sin duda un beneficio adicional que se abordará en líneas siguientes. Por definición, los alimentos nativos son aquellos recursos dietéticos de origen animal, vegetal o fúngico de circulación restringida a un área geográfica específica. También son llamados alimentos tradicionales o endémicos que pueden ser de consumo fresco o a través de platillos preparados. Dentro de los alimentos nativos de origen vegetal más conocidos en México se encuentra el maíz (*Zea mays*), el cacao (*Theobroma cacao*), la vainilla (*Vanilla planifolia*), distintas especies de chile (*Capsicum* spp.), cultivares de aguacate (*Persea americana*), nopal y tuna (*Opuntia* spp.). Aún más limitado y quizá menos conocido es el consumo de hojas, tallos, inflorescencias o bayas de plantas comestibles locales también conocidas como “quelites”. Se

tiene registrado que al menos 500 quelites son consumidos en comunidades rurales con legado indígena dentro del territorio mexicano. En el estado de Puebla se calcula que los quelites constituyen entre el 18 % y el 38 % de las plantas comestibles en algunas poblaciones de la Sierra Norte y Nororiental y en conjunto, suman cerca de 80 especies con 15 de ellas introducidas [1]. En otros estados como Oaxaca, se efectúan eventos masivos como la “Feria de los Quelites” dentro del mercado orgánico Pochote Xochimilco, con la intención de divulgar el uso y preparación de estos recursos botánicos. En este sentido, es muy probable que la mayor parte de la población haya ingerido algún tipo de quelite sin estar plenamente consciente de sus aportes para la salud debido a su contenido nutraceutico [2].

Generalidades sobre los nutraceuticos

Los nutraceuticos son componentes bioactivos que comprenden elementos químicos (oligoelementos), moléculas de bajo peso, así como sustancias complejas con función biológica demostrada por el método científico y no son catalogadas como nutrientes esenciales (Figura 1) [3]. En otras palabras, su consumo podría traer beneficios a la salud sin que al ser restringidos ocurran efectos negativos inmediatos. Su origen puede ser muy variable, como es el caso de fuentes de origen vegetal o animal de hábitat terrestre o marino y son capaces de ejercer un efecto preventivo o correctivo en el desarrollo de ciertas patologías metabólicas como la obesidad, diabetes mellitus tipo 2 (DM2; niveles superiores a los

120 mg/dL de glucosa plasmática en ayuno), algunos tipos de cáncer, enfermedades neurodegenerativas, entre otras [3]. Adicionalmente, ejercen un efecto quimioprotector sobre enfermedades infecciosas debido a sus propiedades antimicrobianas [3].

El término nutraceutico fue acuñado por el Dr. Stephen De Felice y deriva de la unión de dos términos, «nutrición» y «farmacéutico» [3]. Aunque su presentación podría asociarse a un tipo de comercialización basada en tecnología farmacéutica, estas sustancias se adquieren comúnmente a través de los alimentos que ingerimos a diario. Ejemplos de alimentos ricos en nutraceuticos incluyen a los duraznos (*Prunus persica*), tomates rojos (*Solanum*

lycopersicum), guayabas (*Psidium guajava*), zarzamoras (*Rubus ulmifolius*) y el té verde (*Camellia sinensis*). Estos recursos alimentarios son una fuente rica de carotenoides (pigmentos amarillo-anaranjados), antocianinas (pigmentos rojos-azules), aminoácidos no proteinogénicos y pseudoalcaloides, que ejercen una actividad antioxidante e inductora de la termogénesis asociada a la pérdida de grasa corporal. El amplio espectro de actividades biológicas de estas sustancias se traduce en una mejora del peso corporal disminuyendo el riesgo de comorbilidades como la DM2 y dislipidemias. Un ejemplo más común es la capsaicina, la cual se acumula en distintas especies de chile (*Capsicum* spp.) [4].

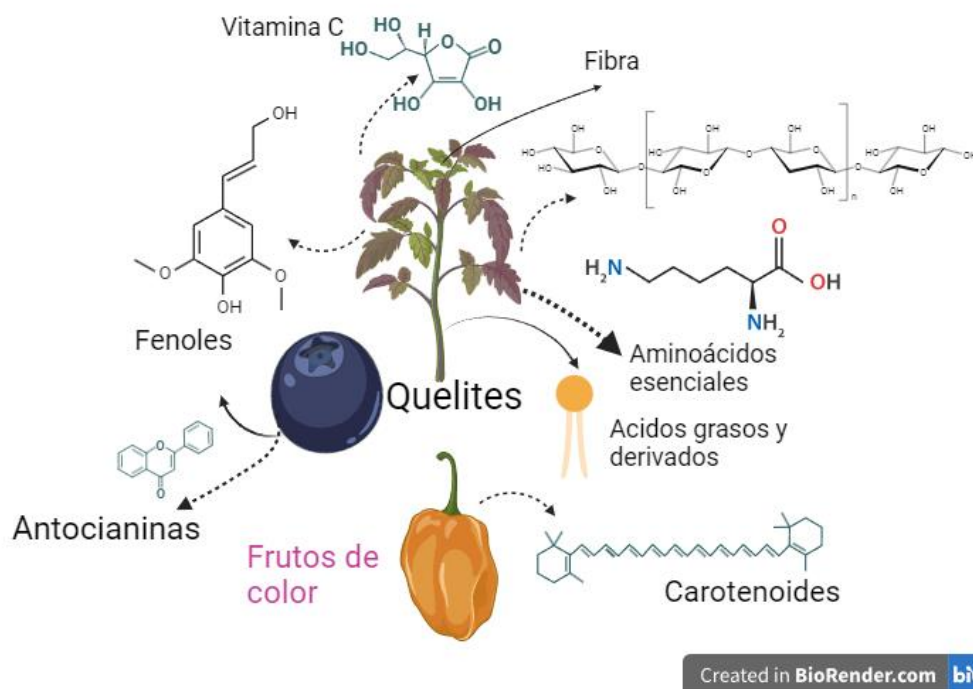


Figura 1. Familias de compuestos bioactivos catalogados como nutraceuticos provenientes de quelites y frutos nativos en México. Figura creada en BioRender.com.

Este alcaloide pungente ejerce beneficios a la salud en dosis moderadas, a diferencia de lo que comúnmente se cree [4]. La capsaicina estimula la secreción del moco estomacal, el cual funciona como una barrera química que protege al estómago del ácido clorhídrico producido por las células parietales [4]. El compuesto despliega una actividad antimicrobiana selectiva sobre bacterias patógenas asociadas al tracto gastrointestinal y contrariamente a lo que popularmente se cree, tiene la habilidad de prevenir úlceras estomacales en dosis reducidas [5]. Además, estimula la peristalsis del intestino grueso aumentando el número de evacuaciones [5]. Estos tipos de vegetales y otros más forman parte de nuestro acervo alimentario. Sin embargo, fuentes menos conocidas y limitadas a zonas geográficas particulares son visualizadas como una nueva e interesante área del conocimiento para ser explorada con especial ahínco. Debido a lo anterior, esta revisión tiene el objetivo de brindar al lector ejemplos de plantas nativas comestibles cuyo perfil químico y actividad biológica revelan propiedades nutraceuticas que motivarían su consumo, conservación e inclusión paulatina en los platos del bien comer locales supliendo a aquellos vegetales y frutas introducidas con uso equivalente.

Herbáceas usadas como guarnición en platillos tradicionales

Los quintoniles son especies del género *Amaranthus* ampliamente utilizadas en la cocina tradicional mexicana. Plántulas jóvenes

de *A. hybridus*, *A. cruentus* y *A. hypochondriacus* son más frecuentemente consumidas en forma de caldos acompañados con pollo o cerdo [1]. Estas plantas son fuente de betalaínas, al igual que las tunas o los cladodios de *Opuntia* spp. Más allá de la aplicación sus alcaloides betalainicos como colorantes en la industria alimentaria, estos metabolitos secundarios también muestran propiedades antiinflamatorias, antioxidantes, y previenen el cáncer de piel y pulmón en ratones, así como efectos positivos sobre el metabolismo energético, el sistema cardiovascular y la salud gastrointestinal en humanos. Además, carecen de toxicidad, acción mutagénica o reacciones alérgicas [6]. El huaparrón (*Phytolacca thyrsoiflora*) es una planta del mismo orden que los quintoniles y tiene un amplio consumo en las zonas serranas de Puebla, siendo las hojas y los frutos usados como verdura para acompañar frijoles y caldos. Los frutos del huaparrón acumulan grandes cantidades de betanina, un pigmento natural que reduce los niveles de glucosa plasmática en ratones y mejora sustancialmente el perfil lipídico [7]. En combinación con probióticos como *Lactobacillus nagelii*, es altamente efectiva para mejorar el metabolismo de la glucosa, aminorar la hiperinsulinemia y optimizar los niveles de leptina y adiponectina, hormonas involucradas en la quema de grasa [7]. Distintas especies de *Suaeda* spp. son conocidas popularmente como romeritos. Se trata de halófitas que se utilizan en platillos tradicionales de navidad y como verdura en moles típicos. Los romeritos aportan

concentraciones sustanciales de N, P, Mg, Ca y B. Los tres últimos elementos son cofactores esenciales para el metabolismo primario y son necesarios para la absorción de la vitamina D que es crucial en el mantenimiento de la estructura ósea [8]. Los romeritos muestran un buen contenido fenólico, actividad antioxidante y fibra dietética para consumo humano [8]. Muchas especies de lengua de vaca (*Rumex* spp.) son comúnmente empleadas para la preparación de huevos ahogados en los estados de Tlaxcala y Puebla. Estudios recientes sostienen que *Rumex obtusifolius* almacena altos niveles de K, Zn, Mg, quercetina, kaempferol, luteína, beta-criptoxantina, ácido linoleico y ácido linolénico con probada actividad nutracéutica [9]. Las hojas frescas contienen compuestos fenólicos y los extractos hidroalcohólicos tienen la capacidad de inhibir a la alfa-amilasa, alfa-glucosidasa y lipasa pancreática, enzimas que actúan a nivel intestinal modulando la absorción de azúcares simples y grasas neutras [9]. Las guías de erizo (*Sechium edule*) contienen proporciones elevadas de fibra, ácido fólico, K, Zn, Mg, quercetina y ácido linoleico. Los extractos hidroalcohólicos de estos órganos han mostrado una fuerte inhibición de la alfa-amilasa y la 3-hidroxi-3-metil-glutaril coenzima A reductasa (HMG-CoA reductasa) que regulan la hidrólisis de azúcares asimilables y colesterol, respectivamente [9]. Los mismos extractos presentaron una moderada capacidad inhibitoria sobre la proliferación de *Escherichia coli* y *Candida albicans*, dos patógenos oportunistas de la microbiota humana [9]. La

chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*), también conocida como espinaca maya es un arbusto nativo de Tabasco y la Península de Yucatán, es muy popular ya que sus hojas son cocinadas y preparadas como las espinacas. Es rica en vitamina C, caroteno, fibra, proteína y hierro, lo que la convierten en un superalimento verde. Debido a los glucósidos cianogénicos que contiene, se requiere un pretratamiento por hervor que no afecta sustancialmente su contenido nutracéutico. Adicionalmente, la chaya contiene ácido protocatéquico, ácido 4-hidroxibenzoico, ácido vanílico, ácido clorogénico, kaempferol, galato de epigallocatequina y procianidina B2, potentes antioxidantes que se han relacionado con una actividad antidiabética en distintos modelos animales [10]. Los chepiles o chepelines (*Crotalaria* spp.) son frecuentemente usados como aditivos en tamales típicos del sureste y suroeste de México. *Crotalaria longirostrata* es considerada una excelente fuente de Mo (puede proveer el 20 % o más de la ingesta diaria recomendada), que es necesario para llevar a cabo el proceso normal de replicación del material genético [11]. Las hojas de esta planta son una fuente de vitamina C si es administrada en forma de infusión [11]. Por otra parte, los extractos hidroalcohólicos de *Crotalaria pumila*, han mostrado una sobresaliente actividad antioxidante y la capacidad de inhibir a la lipasa pancreática, un blanco para el control de la obesidad [12]. *Xanthosoma sagittifolium* también conocida como oreja de elefante, es una excepcional fuente de proteína (aproximadamente 30 g por cada 100 de peso

seco). El consumo de sus polvos liofilizados redujo significativamente los niveles de triglicéridos y glucosa plasmática en ratones, causando un efecto estabilizador en los niveles de insulina en el mismo modelo murino [13]. El alache (*Anoda cristata*) es un quelite ampliamente usado en sopas regionales y arroz, acompañados de ajo, hierba buena y frijoles. Se cree que esta planta fue sustituida por otros alimentos como la papa y espinaca, siendo uno de los principales ingredientes consumidos en la época prehispánica [14]. A pesar de que este alimento ha sido gradualmente infravalorado, sus propiedades organolépticas lo convierten en un ingrediente completo para el consumo humano. La acacetina y diosmetina son dos flavonoides abundantes en esta planta con actividad anti-hiperglicémica en ratones normoglicémicos y diabéticos previamente tratados con estreptozotocina [15]. Otro quelite con un estatus similar al de *A. cristata* lo es *Cyclanthera dissecta* conocida localmente como chayotillo o cinco quelites en las zonas serranas del país. Hasta la fecha, las características químicas y biológicas de esta planta son completamente desconocidas. Por otro lado, los berros (*Nasturtium officinale*) son ingeridos como vegetales verdes en varias zonas con alta precipitación en México y contienen niveles elevados de glucosinolatos e isotiocinatos (gluconasturtina y glucotropaeolina) con actividad quimiopreventiva contra distintos tipos de cáncer [16]. Así mismo, contienen polifenoles, terpenoides (incluyendo carotenoides), vitaminas (B1, B2, B3, B6, E, C) y altas

concentraciones de hierro [16]. Las hojas de *Phaseolus coccineus* y cultivares de *P. vulgaris* son también consumidas como quelites en algunas regiones de México. En estas estructuras se han encontrado al menos 15 aminoácidos proteinogénicos y derivados químicos con actividad nutracéutica como el ácido gamma-aminobutírico, colina, O-fosfocolina, trigonelina e isómeros del ácido cafeoilquínico [17]. Estos compuestos han mostrado un fuerte efecto neuroprotector. Los habituales ejotes (vainas inmaduras de *Phaseolus vulgaris* y *P. coccineus*) muestran una significativa cantidad de fibra dietética así como una capacidad antioxidante sobresaliente [18]. De igual forma, al menos 16 aminoácidos libres han sido determinados en estos órganos comestibles, incluyendo a la lisina cuya abundancia en fuentes vegetales es menor comparada con fuentes animales [18]. Las estructuras químicas de algunos nutracéuticos presentes en herbáceas usadas como guarnición se presentan en la Figura 2.

Suculentas comestibles

Los nopales frescos (*Opuntia* spp.), son sin duda uno de los quelites más populares en México y una excelente opción terapéutica para la prevención y tratamiento de la DM2. Además de ser ricos en polisacáridos no asimilables (fibra soluble) que mejoran el tránsito intestinal y modulan la absorción de grasas neutras, los cladodios son ricos en alfa-, beta- y gamma-tocoferoles además de kaempferol, isorhamnetina, ácido clorogénico, ácido

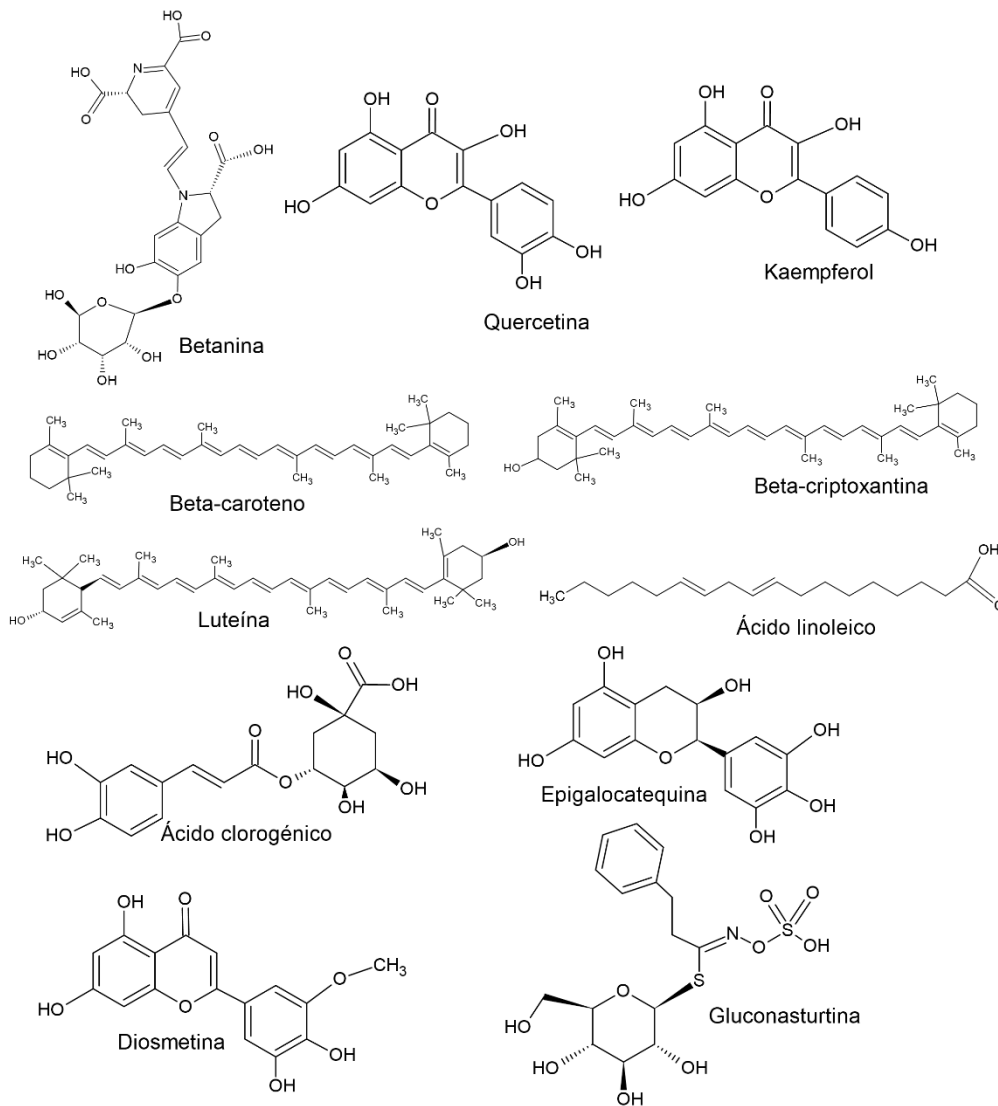


Figura 2. Estructura química de algunos nutraceuticos acumulados en quelites usados como guarnición. Figuras basadas en aquellas depositadas en la base PubChem del NCBI y redibujadas con el software ChemSketch ACD/labs versión 2023 1.2.

ferúlico y ácido *p*-cumárico con probada actividad antioxidante e hipoglicemiante siendo particularmente efectivos para evitar la absorción de azúcares simples durante las situaciones postprandial e interdigestiva [19]. A

pesar de que las verdolagas (*Portulaca oleracea*) se consideran un cultivo introducido, existe evidencia de su presencia y uso antes de la conquista española, por lo que se les concibe como un cultivo nativo de México. Las hojas y tallos contienen una variada cantidad de

fitoquímicos tales como lignanos, flavonoides, amidas y sus glucósidos, así como alcaloides de tipo oleraceinas [20]. Esta lista de compuestos está ligada con acciones nutraceuticas dentro de la que destacan propiedades neuroprotectivas, antimicrobianas, antidiabéticas, antioxidantes, antiinflamatorias, anti-ulcerogénicas y anticancerígenas. Adicionalmente, se han determinado propiedades inhibitorias sobre la acetilcolinesterasa, enzima involucrada en el desarrollo de Alzheimer y Parkinson [20]. Los tallos verdes de *Begonia nelumbiifolia*, mejor conocidos como xocoyoles, representan un recurso perenne de fibra dietética, flavonoides y carotenoides como la rutina, el kaempferol, quercetina, luteína y el beta-caroteno que poseen propiedades benéficas como antioxidantes y provitaminas [21]. Los xocoyoles poseen además, altos niveles de vitamina C (relevantes por tratarse de tallos suculentos) y sus extractos han mostrado propiedades inhibitorias en enzimas que regulan la síntesis de colesterol (HMG-CoA reductasa) y carbohidratos asimilables (alfa-glucosidasa), además de tener bajo contenido de azúcares reductores. Estas características, hacen de los xocoyoles un alimento seguro para diabéticos. En el mismo contexto, *Begonia heracleifolia*, es otro tipo de xocoyol nativo de la región que contiene a las cucurbitacinas B y D, así como formas glucosiladas de estos triterpenoides bioactivos [22]. Las cucurbitacinas poseen propiedades antitumorales con un efecto antiproliferativo diferencial y altamente efectivo sobre melanomas y tumores renales y cerebrales,

además de un potente efecto antifúngico [23]. La oreja de león (*Peperomia maculosa*) y el nakashuillo (*Peperomia peltilimba*) son suculentas de la familia Piperaceae frecuentemente consumidas en municipios de la Sierra Nororiental de Puebla y en la Sierra Sur del estado de Oaxaca. Estudios profundos sobre *P. maculosa*, han revelado que es rica fuente de minerales como potasio, hierro, calcio, zinc, fibra dietética y vitamina C [24]. Adicionalmente, contiene niveles aceptables de carotenoides, quercetina y ácido clorogénico. De manera notable, la fracción de compuestos volátiles de esta planta, especialmente el decanal, un hidrocarburo oxigenado, es capaz de bloquear la actividad enzimática de la lipasa pancreática y la acumulación de triglicéridos plasmáticos durante la situación postprandial en ratones. Estas evidencias sugieren que el consumo de este quelite podría ser útil en el control de obesidad y comorbilidades asociadas como las dislipidemias y la DM2 [24]. Otras especies del género *Peperomia* de la Sierra Norte de Puebla como *P. peltilimba* y *P. donaguina*, permanecen sin una caracterización química o de actividad biológica a la fecha. Los malacates (*Hydrocotyle ranunculoides*) son usados en ensaladas y también son conocidos como sombrillitas de agua. Estas plantas acumulan oleanano triterpenos denominados como ranucósidos (en sus formas 1-6). Algunas de estas sustancias han mostrado un interesante efecto antitumoral [25]. Las estructuras químicas de algunos nutraceuticos presentes en suculentas comestibles se presentan en la Figura 3.

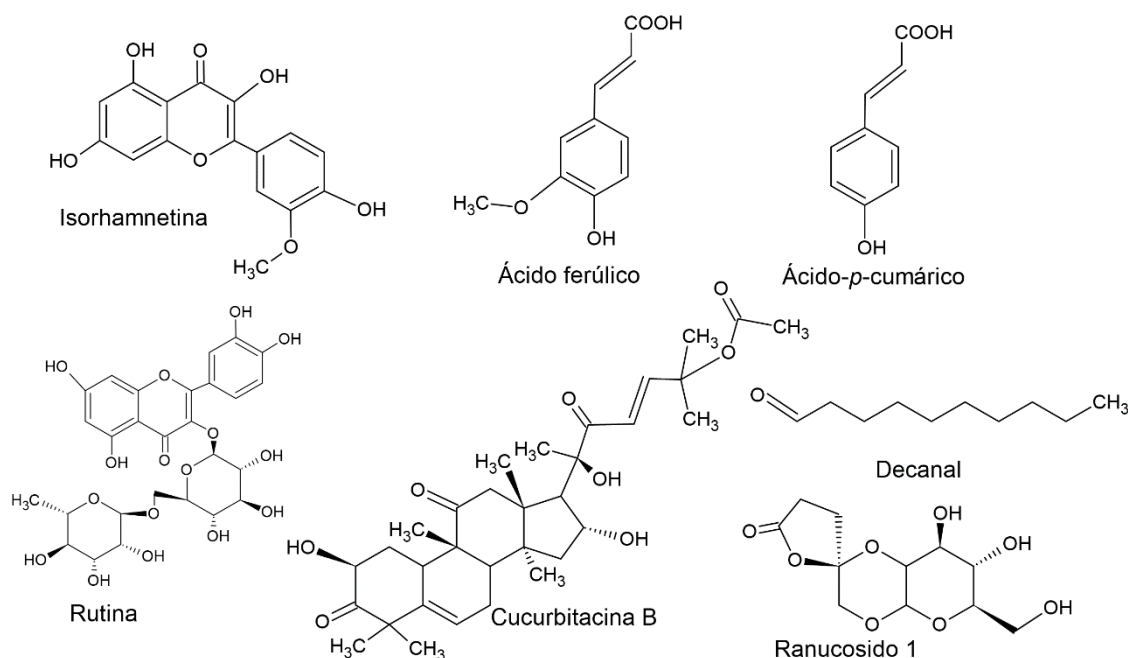


Figura 3. Estructura química de algunos nutraceuticos acumulados en suculentas comestibles. Figuras basadas en aquellas depositadas en la base PubChem del NCBI y redibujadas con el software ChemSketch ACD/labs versión 2023 1.2.

Condimentos herbáceos

Porophyllum ruderale también conocido como papaloquelite, es usado como condimento para preparar distintos platillos siendo imprescindible en la preparación de las tradicionales cemitas poblanas. Su aroma característico se debe a la mezcla de ciertos compuestos volátiles como el limoneno, mirceno, beta-ocimeno, beta-pineno, sabineno y beta-felandreno. Algunas de estas sustancias poseen actividad antioxidante y pueden ser útiles para el control de la leishmaniosis [26]. El papaloquelite es una fuente de fenoles como la epicatequina y el galato de epicatequina cuyo consumo está relacionado con la regulación de la hipertensión arterial y la prevención de enfermedades cardiovasculares [27]. Se ha

demostrado una clara incidencia de los polifenoles mayoritarios de esta planta como antiinflamatorios por su capacidad de regular los niveles de interleucina 8 (IL-8) y el factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α) [26]. El epazote (*Chenopodium ambrosioides*) es uno de los condimentos herbáceos mejor conocidos en México. Más allá de su empleo como antihelmíntico, muestra propiedades anti-anémicas, anti-reumáticas y antifúngicas asociada a la fracción de volátiles, siendo el ascaridol su componente principal [28]. El huazontle o quelite cenizo (*Chenopodium berlandieri*) pertenece a la misma familia botánica que el epazote. La carga de carotenoides y flavonoides totales, así como de P, K y Zn en este quelite se ha ligado a una

fuerte actividad antioxidante que podría traer beneficios potenciales para sus consumidores [29]. Un estudio reciente sugiere que la capacidad antioxidante de esta planta es superior a aquella reportada para algunos quintoniles y cultivares de verdolaga [29]. La hierba santa (*Piper auritum*) es frecuentemente usada como condimento en distintos platillos sobre todo en el sur de México y especialmente en el estado de Oaxaca. El aroma característico de esta planta se atribuye al safrol, un volátil fenólico ampliamente utilizado en la industria cosmética y cuyo isómero, el isosafrol, se ha sido etiquetado como posible cancerígeno [30]. Sin embargo, el análisis de distintas accesiones mediante metabolómica de resonancia magnética nuclear de protón (^1H NMR) revela que la composición de moléculas de bajo peso varía de acuerdo a la ubicación geográfica y que por sí misma, la hierba santa es fuente de aminoácidos libres como la leucina, isoleucina, treonina, valina, histidina, fenilalanina y triptófano. La hoja santa contiene nutraceuticos como la trigonelina, el mioinositol, la betaína y la colina [30]. Las hojas de la pimienta gorda (*Pimenta dioica*) son un condimento mandatorio para dar sabor a los caldos de gallina y moles tradicionales de las zonas tropicales y montañosas. Estos órganos contienen varios componentes aromáticos de carácter volátil, sin embargo, los más abundantes son el eugenol y el beta-mirceno [31]. Debido al contenido de estas dos sustancias, la pimienta gorda despliega un efecto antioxidante poderoso y regula las poblaciones de microorganismos dentro del

tracto gastrointestinal por sus propiedades antimicrobianas [31]. Una mención especial merece *Phyla scaberrima* cuyo sinónimo es *Lippia dulcis*. La planta es localmente conocida como “hierba dulce” o “stevia mexicana” y su compuesto edulcorante es un sesquiterpeno denominado hernandulcina [32]. Además de ser un compuesto potencialmente utilizable como edulcorante no calórico, posee actividad nutraceutica como reductor de los niveles de glucosa y lípidos plasmáticos, demostrada en modelo murino [33]. Las estructuras químicas de algunos nutraceuticos presentes en condimentos herbáceos se presentan en la Figura 4.

Inflorescencias comestibles

Al menos 10 especies de plantas endémicas de México contienen flores comestibles. No obstante, este número podría ser mucho mayor en lugares con alto grado de marginación aún no explorados [34]. Dentro de estas destacan las inflorescencias de la yuca (*Yucca* spp.), colorín (*Erythrina americana*), cempoalxóchitl (*Tagetes erecta*), nopal (*Opuntia ficus-indica*), cacalosúchil (*Plumeria rubra*), calabaza (*Cucurbita* spp.), cacahuaxóchitl (*Quararibea funebris*), dalia (*Dahlia* spp.), agave (*Agave* spp.) y la nochebuena (*Euphorbia pulcherrima*) [34]. Los órganos de estas plantas contienen diferentes tipos de productos naturales con potencial benéfico para la salud, como es el caso de fenoles simples o glicosilados, carotenoides, antocianinas, alcaloides e incluso aminoácidos limitantes como la lisina [34].

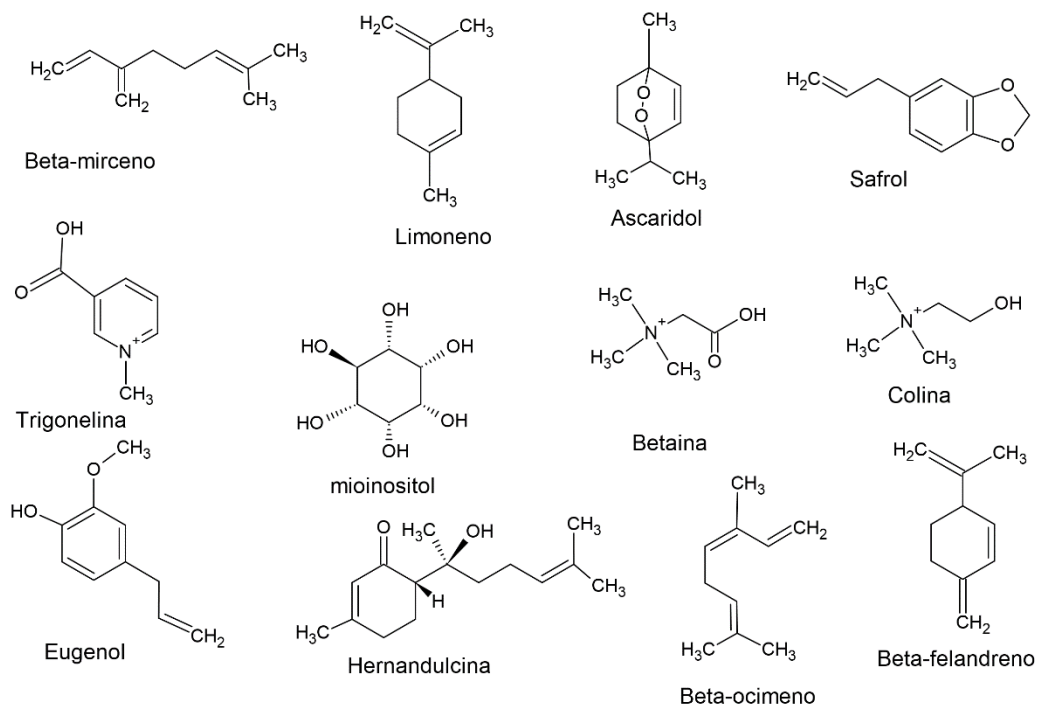


Figura 4. Estructura química de algunos nutraceuticos acumulados en condimentos herbáceos. Figuras basadas en aquellas depositadas en la base PubChem del NCBI y redibujadas con el software ChemSketch ACD/labs versión 2023 1.2.

Debido a estas características, su capacidad antioxidante es el principal aporte a la salud humana. El contenido de beta-caroteno, luteína y licopeno se encuentra asociado a las propiedades antioxidantes y quimioprotectoras de los pétalos comestibles de *Dhalia* spp., *Curcubita* spp. y *Tagetes erecta*. Es bien sabido que dietas con alto contenido de estas sustancias se correlacionan con una disminución en el riesgo de cáncer de pulmón, páncreas y mama [35]. Por otro lado, las inflorescencias del *Agave durangensis* y aquellas de *Opuntia ficus-indica* contienen derivados glicosilados de la quercetina, isorhamnetina, rhamnetina y el kaempferol

como el caso de la quercetina-3-O-glucósido, el kaempferol-3,7-O-diglucósido, la quercetina-3-O-[rhamnosil-(1-6)-galactósido], el kaempferol-3-O-[rhamnosil-(1-6)-glucósido], la isorhamnetina-3-O-robinobiósido, la isorhamnetina-3-O-galactósido, la isorhamnetina-3-O-rutinósido, la isorhamnetina-3-O-glucósido, isorhamnetina-7-O-rutinósido y la rhamnetina-3-O-rutinósido, compuestos antioxidantes que son fácilmente absorbidos en el tracto gastrointestinal debido a su alto grado de glicosilación [36, 37]. Las hojas de *Erythrina americana* contienen a los alcaloides alfa- y beta eritroidina, erisotrina-N-óxido, eritralina, 8-oxo- α -eritroidina, cristamidina,

erisodina y eritrinina [38]. Aunque algunas de estas sustancias pueden ejercer un efecto perjudicial en concentraciones elevadas, los procesos de cocción reducen los riesgos de intoxicación y en bajas dosis despliegan un efecto antiinflamatorio sistémico. Estas sustancias tienen la capacidad de inhibir la acetilcolinesterasa (blanco terapéutico para el control del Alzheimer y Parkinson) y la retrotranscriptasa del virus de inmunodeficiencia humana (VIH) [38]. Las inflorescencias de *Quararibea funebris* (árbol del funeral), se usan para preparar el tradicional “téjate oaxaqueño”. La fitoquímica de las inflorescencias revela la presencia de varios compuestos bioactivos como el beta-sitosterol y estigmasterol, que tienen la capacidad de reducir los niveles de colesterol plasmático, así como la 3-hidroxi-4,5-dimetil-2(5H)-furanona y la amino-4,5-dimetil-2(5H)-furanona etiquetados como saborizantes y aromatizantes naturales [39]. Los pétalos, carpelos y estambres de *Yucca elephantipes* contienen distintos fenoles sencillos como el ácido gálico, ácido protocatéquico, ácido gentísico, ácido 4-hidroxibenzóico, ácido vinílico, ácido clorogénico, ácido cafeico, ácido 4-coumárico, quercetina-3,4-diglucósido, ácido ferúlico, rutina, quercetina-3-galactósido, quercetina-3-glucósido, kaempferol-3-O-glucósido, ácido trans-cinámico, quercetina y kaempferol, con la capacidad de mejorar los niveles de glucosa y el perfil lipídico en modelo murino [40]. Las flores de *Plumeria rubra* contiene fulvoplumierina, plumierida, rubrinol, lupeol, ácido oleanólico, estigmasterol, taraxasteril

acetato, plumierida-p-E-cumarato, rubranonósido, rubrajalello, plumericina e isoplumericina que muestran actividades antibacteriales selectivas, antivirales, antiinflamatorias, antidiabéticas, hepato-protectivas y anticancerígenas [41]. Las flores de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima*) albergan pigmentos con actividad antioxidante y quimiopreventiva, principalmente derivados de cianidinas y pelargonidinas glucosiladas además de los ácidos gálico, clorogénico, sinrígico, vanílico, *p*-hidroxibenzóico, cafeico, ferúlico y *p*-cumárico [42]. Las estructuras químicas de algunos nutraceuticos presentes en flores comestibles se presentan en la Figura 5.

Frutos emergentes con actividad nutraceutica

Una especie de *Capsicum* poco conocida en México como el chile manzano (*Capsicum pubescens*), un fruto usado en varios platillos típicos de Michoacán, estado de México y las zonas serranas del estado de Puebla. A diferencia de otros chiles con alto contenido de antocianinas (chiles rojo-violeta), el chile manzano es una fuente de carotenos como la violaxantina y el beta-caroteno que son utilizados como precursores del retinol, una vitamina que contribuye a la salud visual y mejora el sistema inmunológico [43]. Dichos compuestos junto con al menos 5 carotenoides adicionales (*cis*-violaxantina, luteoxantina, anteraxantina, luteína and zeaxantina), confieren el color amarillo característico a estos frutos. Otra solanácea cosechada de manera

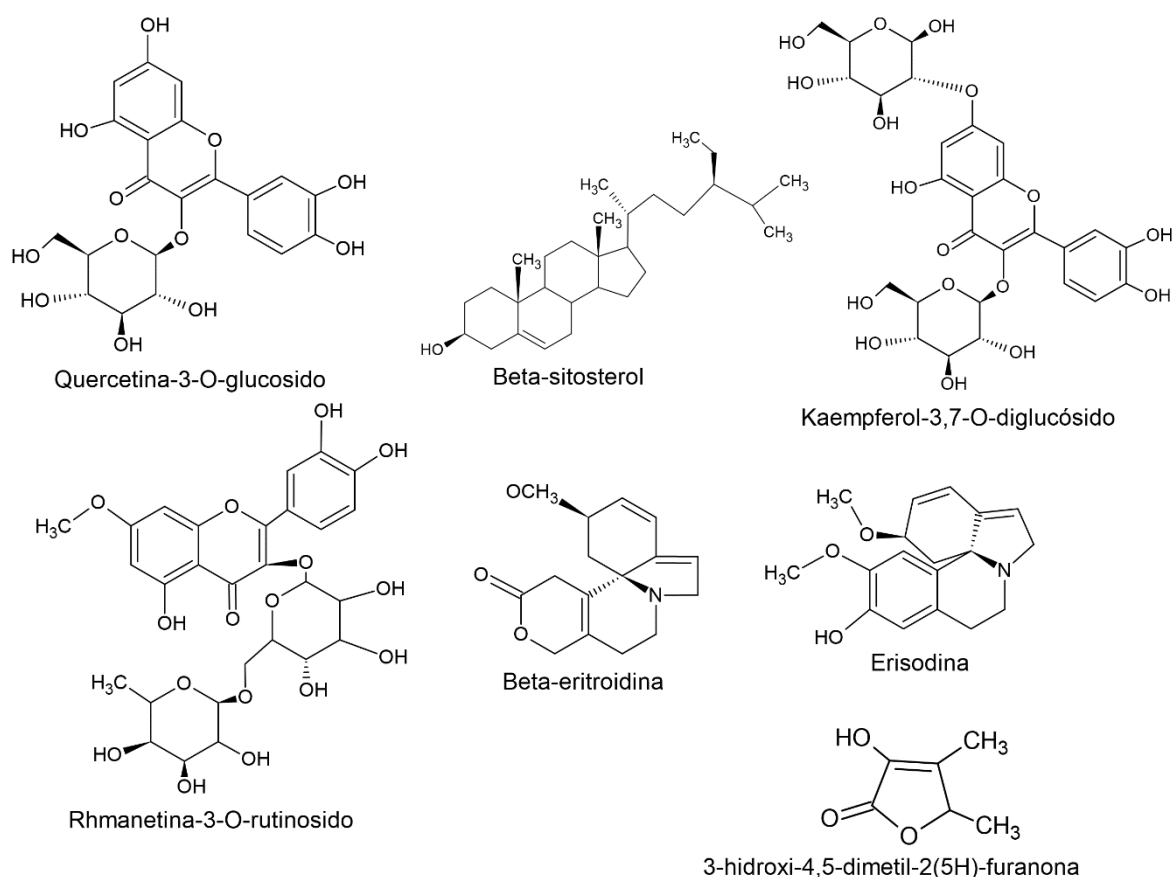


Figura 5. Estructura química de algunos nutraceuticos acumulados en flores comestibles. Figuras basadas en aquellas depositadas en la base PubChem del NCBI y redibujadas con el software ChemSketch ACD/labs versión 2023 1.2.

tradicional en la Sierra Nororiental de Puebla es el tomate de árbol (*Solanum betaceum*). Esta fruta es conocida como “berenjena” y comercializada en los tianguis de Teziutlán, Zaragoza y Tlatlauquitepec por productores locales. Posee una pulpa con alto contenido de fibra dietética, antocianinas y carotenos con actividad nutraceutica [44]. Dentro de sus nutraceuticos representativos destacan la delfinidina-3-O-rutinósido, la cianidina-3-O-rutinósido y la pelargonidina-3-O-rutinósido, así como la beta-criptoxantina y el beta-caroteno [45]. Un estudio muy reciente sobre el

contenido de antocianinas de los frutos rojos de *Rhamnus pompana*, localmente conocido como “tepeilite”, reveló que la pelargonidina-3-O-rutinósido es capaz de inhibir de manera mixta a la ornitina descarboxilasa, una enzima involucrada en el desarrollo de distintos tipos de cáncer [45]. De igual forma, disminuyó la viabilidad de las células de cáncer colorrectal DLD-1 y redujo la concentración de poliaminas en estas células, demostrando su potencial anticancerígeno bajo condiciones controladas. Otro estudio muy reciente, sostiene que las antocianinas altamente glicosiladas de los

frutos azules de *Solanum nigrescens*, mejor conocida como “hierbamora”, ejercen una inhibición de tipo no competitiva sobre la lipasa pancreática y reducen el contenido triglicéridos en ratones sometidos a una dieta hipercalórica [46]. En el mismo contexto, la fracción de antocianinas y la delfinidina-3-(*p*-cumaroil)-rutinósido-5-glucósido tuvieron un efecto antimicrobiano sobre *Helicobacter pylori* que es una bacteria asociada al desarrollo de cáncer gastroesofágico. Los principios activos actuaron como inhibidores competitivos de la ureasa, un factor de virulencia clave para la supervivencia de esta bacteria [46]. Una investigación similar sobre el efecto de la fracción de antocianinas de los frutos de *Conostegia xalapensis*, también conocida como “capulín del zorro” en algunas zonas tropicales de Oaxaca, reveló su potencial inhibitorio sobre *H. pylori* ATCC 43504 y J99. Dentro de las sustancias bioactivas se encontraron a la cianidina-3,5-diglucósido, la cianidina-3-O-glucósido y la cianidina-3-O-rutinósido [47]. Las estructuras químicas de algunos nutraceuticos presentes en frutos comestibles emergentes se presentan en la Figura 6.

Perspectivas sobre la inserción formal de los alimentos nativos de origen vegetal al plato del bien comer

Debido a los cambios generacionales, el consumo de alimentos tradicionales tiende a acotarse de manera significativa. Sin embargo, las propiedades benéficas de estos recursos son equiparables o incluso mejores que la de

algunos vegetales introducidos. La evidencia científica acumulada refuerza la postulación y posible inclusión de estos alimentos en el plato del bien comer nacional. Al mismo tiempo, podría facilitar la sustitución de alimentos introducidos con igual o menor impacto nutricional. Idealmente, las comunidades rurales en las cuales se producen y consumen estos alimentos, representan un parteaguas para la generación e implementación de pirámides nutricionales y nuevas tablas de equivalencia basadas en estos recursos. El diseño y ejecución de planes de trabajo, así como de programas sociales dirigidos al aprovechamiento y mantenimiento racional de estos alimentos, podrían convertir a muchas regiones rurales de México en “zonas azules” con alto grado de sustentabilidad ¿Cuáles pueden ser las posibles ventajas de estos alimentos? Además de sus beneficios a la salud, la inclusión formal de los alimentos nativos al plato de bien comer, promovería por un lado su conservación y revalorización y por otro, contribuiría a mejorar la economía familiar. ¿Cuáles son los retos del establecimiento un plato del bien comer local? Uno de los puntos críticos es la divulgación de la información. Por lo general, los habitantes infravaloran los recursos propios y tienden a sustituirlos por otros de contenido nutricional o nutraceutico bajo, como consecuencia de una globalización alimentaria creciente. Una divulgación integral es importante sobre todo para las nuevas generaciones cuyos miembros habitualmente desconocen las usanzas de los alimentos consumidos dentro del árbol genealógico. Posteriormente, la difusión a nivel

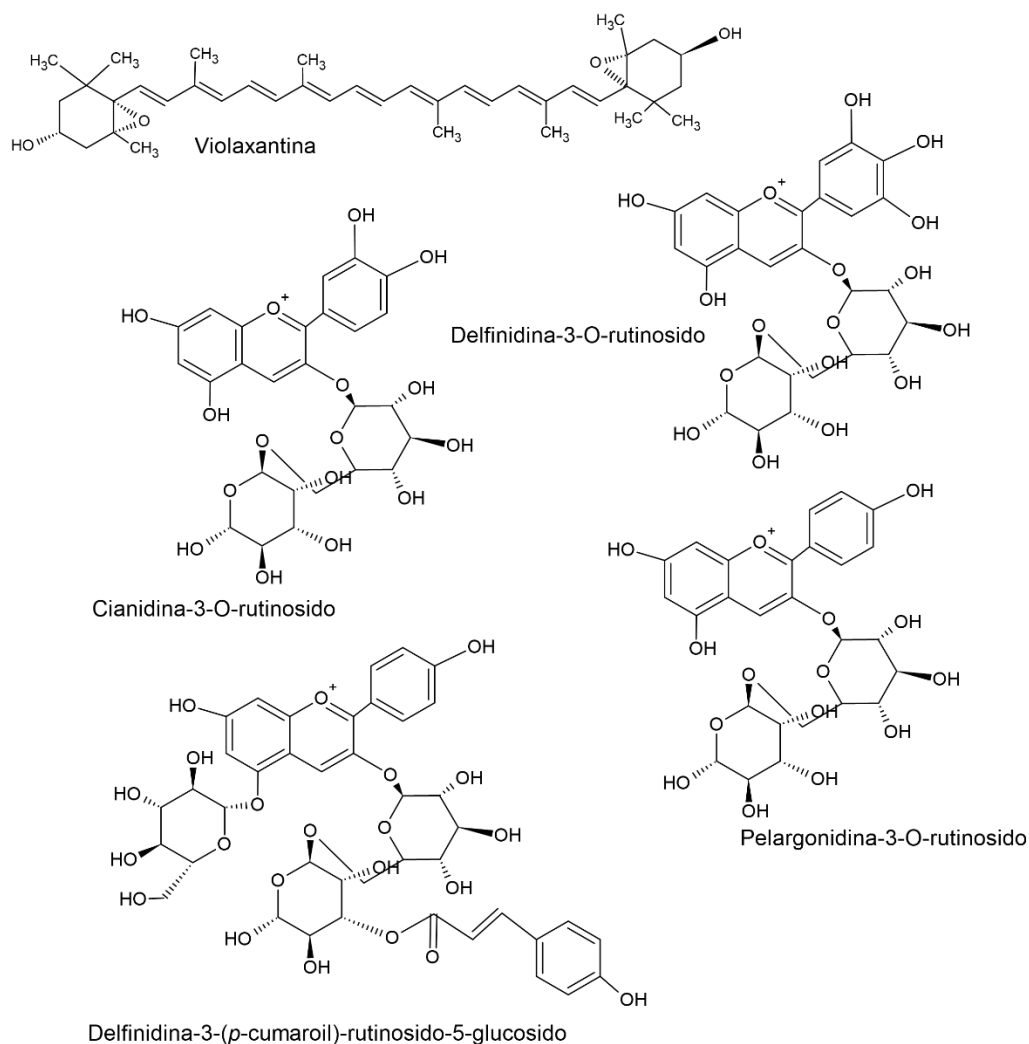


Figura 6. Estructura química de algunos nutraceuticos acumulados en frutos comestibles de zonas serranas. Figuras basadas en aquellas depositadas en la base PubChem del NCBI y redibujadas con el software ChemSketch ACD/labs versión 2023 1.2.

regional y nacional resulta imprescindible. Un factor clave para lograr este propósito es la concatenación de los sectores gubernamentales, instituciones de educación superior, así como contemplar el apoyo de emprendedores y medios de comunicación para el diseño de planes de trabajo conjunto. Esto con el objetivo de generar un círculo virtuoso que conlleve a la

elucidación y documentación formal sobre los beneficios de estos alimentos. De este modo, se generaría una labor de concientización integral en la población. La consumación de programas sociales como estrategia que facilite la información sobre las bondades, formas de preparación y contribución real de estos alimentos a las ingestas diarias recomendadas,

conduciría en el mejor de los casos a la solidificación de una cadena productiva sostenible con un claro beneficio social. Un ejemplo clásico de cómo un alimento tradicional puede convertirse en una superalimento de clase mundial es el arándano (*Vaccinium* spp.). Nativo de Norteamérica y cosechado por distintas tribus de esa región, el arándano y sus propiedades para la salud solo fueron conocidas por un grupo reducido de países del primer mundo hasta hace 20 años. Hoy día, el arándano es apreciado como panacea mundial para la prevención de enfermedades metabólicas de alta prevalencia como la obesidad y comorbilidades asociadas [48]. Es importante mencionar que existen cientos de suplementos alimenticios y dietas conteniendo este fruto y que su producción ha generado miles de empleos alrededor del mundo, contribuyendo así a la economía mundial [48]. Imaginemos las potencialidades de otras bayas o vegetales con propiedades nutraceuticas superiores a las de los arándanos y, lo mejor, que sean de origen mexicano.

CONCLUSIONES

Los quelites y frutos presentados en este escrito, contienen polifenoles sencillos, antocianinas, carotenoides, mensajeros bioquímicos, ácidos grasos y sus derivados, aminoácidos y sus derivados, así como fibra alimentaria y compuestos misceláneos con uso saborizante. La mayor parte de estas sustancias ostentan actividad nutraceutica respaldada por estudios científicos que demuestran su potencial

benéfico para la salud humana. Los alimentos de origen vegetal nativos de México tienen la posibilidad de ser incluidos formalmente como recursos nutricionales y nutraceuticos para formular un plato del bien comer nacional. Aunque no son tratados en esta revisión, las setas e insectos comestibles representan también un valioso recurso que debe ser contemplado ya que son en esencia fuentes alternativas para la obtención de moléculas bioactivas. La inserción gradual de estos elementos dependerá de un círculo virtuoso. Este círculo se basará en la fusión de las capacidades científicas, gubernamentales, divulgativas y empresariales, permitiendo el uso y aprovechamiento generalizado de los alimentos nativos por la población.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener algún conflicto de interés.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo del CONAHCyT a partir del proyecto 578 del programa investigadoras (es) por México. Brindan un especial agradecimiento a las comunidades de la Sierra Nororiental del estado de Puebla y de la Sierra Sur del estado de Oaxaca por compartir el conocimiento sobre sus alimentos nativos. En memoria de Ramiro Ruano Gómez, siempre te recordaremos querido tío.

REFERENCIAS

- [1]. Peña FB, Alfaro MAM, Contreras GV. Los quelites de la Sierra Norte de Puebla, México: inventario y formas de preparación. *Bol Soc Bot Mex* [Internet]. 1998;62:49-62. Available from: <https://doi.org/10.17129/botsci.1550>
- [2]. Zepeda-Gómez C, Balcázar-Quiñones A, White-Olascoaga L, Chávez-Mejía C. Los quelites: riqueza de especies y conocimiento tradicional en la comunidad otomí de San Pedro Arriba, Temoaya, Estado de México. *Polibotanica* [Internet] 2020;49:219-242. Available from: <https://doi.org/10.18387/polibotanica.49.14>
- [3] Rico D, Martín DAB. Nutracéuticos y alimentos funcionales aliados para la salud: la necesidad de un diseño “a medida”. *Nut Clin Med* [internet] 2023;17:103-118. Available from: <https://nutricionclinicaenmedicina.com/wp-content/uploads/2023/07/Volumen-XVII-Numero-2-2023.pdf>
- [4] Della Valle A, Dimmito MP, Zengin G, Pieretti S, Mollica A, Locatelli M, Cichelli A, *et al.* Exploring the nutraceutical potential of dried pepper *Capsicum annum* L. on market from Altino in Abruzzo region. *Antioxidants* [Internet] 2020;9:400. Available from: <https://doi.org/10.3390/antiox9050400>
- [5]. Ángel LA, Fajardo L. Efecto protector del consumo del ají en la frecuencia de trastornos funcionales del tubo digestivo. *Rev Colomb Gastroenterol* [internet]. 2005;20(4): 5-24. Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/3377/337729268003.pdf>
- [6]. Miguel MG. Betalains in some species of the Amaranthaceae family: a review. *Antioxidants* (Basel) [internet]. 2018;7(4):53. Available from: <https://doi.org/10.3390/antiox7040053>
- [7]. Rivera A, Becerra-Martinez E, Pacheco-Hernández Y, Landeta-Cortés G, Villa-Ruano N. Synergistic hypolipidemic and hypoglycemic effects of mixtures of *Lactobacillus nagelii*/betanin in a mouse model. *Trop J Pharm Res* [internet]. 2020;19(6):1269-1276. Available from: <http://dx.doi.org/10.4314/tjpr.v19i6.23>
- [8]. Román-Cortés NR, García-Mateos MR, Castillo-González AM, Sahagún-Castellanos J, Jiménez-Arellanes MA. Características nutricionales y nutraceuticas de hortalizas de uso ancestral en México. *Rev Fitotec Mex* [internet]. 2018;41(3):245 – 253. Available from: <https://doi.org/10.35196/rfm.2018.3.245-253>
- [9]. Pacheco-Hernández Y, Lozoya-Gloria E, Becerra-Martínez E, Villa-Ruano N. Nutraceutical potential of seven “Quelites” harvested in the Northern Highlands of Puebla-México. *Horticulturae* [internet]. 2023;9:18. Available from: <https://doi.org/10.3390/horticulturae9010018>
- [10]. Panghal A, Shaji AO, Nain K, Garg MK, Chhikara N. *Cnidioscolus aconitifolius*: Nutritional, phytochemical composition and health benefits – A review. *Bioact Comp Health Dis* [internet]. 2021;4(11):260-286. Available from: <https://doi.org/10.31989/bchd.v4i11.865>



- [11]. Jiménez-Aguilar, DM, Grusak MA. Evaluation of minerals, phytochemical compounds and antioxidant activity of Mexican, Central American, and African Green Leafy Vegetables. *Plant Foods Hum Nut* [internet]. 2015;70:357–364. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11130-015-0512-7>
- [12]. Villa-Ruano N, Zurita-Vásquez GG, Pacheco-Hernández Y, Betancourt-Jiménez MG, Cruz-Durán R, Duque-Bautista H. Anti-lipase and antioxidant properties of 30 medicinal plants used in Oaxaca, México. *Biol Res* [internet]. 2013;46:53-160. <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-97602013000200006>
- [13]. Jackix EA, Monteiro EB, Raposo HF, Vanzela EC, Amaya-Farfán J. Taioba (*Xanthosoma sagittifolium*) leaves: nutrient composition and physiological effects on healthy rats. *J Food Sci* [internet]. 2013;78:H1929-H1934. Available from: <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12301>
- [14]. UVP. (2023). Universidad del Valle de Puebla, Blog electrónico. Available at: <https://uvp.mx/uvpblog/uso-de-alache-con-flor-anoda-cristata-en-la-gastronomia-contemporanea-mexicana/> (Accessed on: November 4, 2023).
- [15]. Juárez-Reyes K, Brindis F, Medina-Campos ON, Pedraza-Chaverri J, Bye R, Linares E, *et al.* Hypoglycemic, antihyperglycemic, and antioxidant effects of the edible plant *Anoda cristata*. *J Ethnopharmacol* [internet]. 2015;161:36-45. Available from:
- [16]. Klimek-Szczykutowicz M, Dziurka M, Blažević I, Đulović A, Granica S, Korona-Głowniak I, *et al.* Phytochemical and biological activity studies on *Nasturtium officinale* (Watercress) Microshoot Cultures Grown in RITA® temporary immersion systems. *Molecules* [internet] 2020;25:5257. Available from: <https://doi.org/10.3390/molecules25225257>
- [17]. Hernández-Guerrero CJ, Villa-Ruano N, Zepeda-Vallejo LG, Hernandez-Fuentes AD, Ramirez-Estrada K, Zamudio-Lucero S, *et al.* E. Bean cultivars (*Phaseolus vulgaris* L.) under the spotlight of NMR metabolomics. *Food Res Int* [internet]. 2021;150:110805. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110805>
- [18]. García AKG. Polifenoles, aminoácidos y actividad antioxidante en ejote y flor de poblaciones nativas de *Phaseolus vulgaris* L. y *P. coccineus* L. Tesis para obtener el grado de Maestra en Ciencias Alimentarias. Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México, Noviembre 2023. Available from: <https://cdigital.uv.mx/handle/1944/50803>
- [19]. Lanuzza F, Occhiuto F, Monforte MT, Tripodo MM, D'Angelo V, Galati EM. Antioxidant phytochemicals of *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. cladodes with potential anti-spasmodic activity. *Pharmacogn Manag* [internet]. 2017;13(Suppl 3):S424-S429. Available from: https://doi.org/10.4103/pm.pm_495_16
- [20]. Montoya-García CO, García-Mateos R,

Becerra-Martínez E, Toledo-Aguilar R, Volke-Haller VH, Magdaleno-Villar JJ. Bioactive compounds of purslane (*Portulaca oleracea* L.) according to the production system: A review. *Sci Hort* [internet]. 2023;308:111584. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111584>

[21]. Villa-Ruano N, Pacheco-Hernández Y, Cruz-Durán R, Lozoya-Gloria E, Betancourt-Jiménez MG. Seasonal variation in phytochemicals and nutraceutical potential of *Begonia nelumbiiifolia* consumed in Puebla, México. *J Food Sci Technol* [internet]. 2017;54(6):1484–1490. Available from: <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2576-x>

[22]. Frei B, Heinrich M, Herrmann D, Orjala JE, Schmitt J, Sticher O. Phytochemical and biological investigation of *Begonia heracleifolia*. *Planta Med* [internet]. 1998;64(4):385-6. Available from: <https://doi.org/10.1055/s-2006-957460>

[23]. Cai Y, Fang X, He C, Li P, Xiao F, Wang Y, *et al.* Cucurbitacins: a systematic review of the phytochemistry and anticancer activity. *Am J Chin Med* [internet]. 2015;43(7):1331-50. Available from: <https://doi.org/10.1142/S0192415X15500755>

[24]. Villa-Ruano N, Pacheco-Hernández Y, Zárate-Reyes JA, Becerra-Martínez E, Lozoya-Gloria E, Cruz-Duran R. Nutraceutical potential and hypolipidemic properties of the volatiles from the edible leaves of *Peperomia maculosa*. *Food Biochem* [internet]. 2018;42:e12650. Available from: <https://doi.org/10.1111/jfbc.12650>

[25]. Cuny E, Fohrer J, Klingler FD. Biomimetic total synthesis of (+)-ranuncoside, a unique tricyclic spiroacetal glycoside of christmas rose (*Helleborus niger* L.). *Nat Prod Comm* [internet]. 2022;18(1):1–11. Available from: <https://doi.org/10.1177/1934578X221145919>

[26]. Pawłowska KA, Baracz T, Skowronska W, Piwowarski JP, Majdan M, Malarz J, *et al.* The contribution of phenolics to the anti-inflammatory potential of the extract from Bolivian coriander (*Porophyllum ruderale* subsp. *runderale*). *Food Chem* [internet]. 2022;371:131116. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131116>

[27]. Vargas-Madriz AF, Luzardo-Ocampo I, Chávez-Servín JL, Moreno-Celis U, Roldán-Padrón O, Vargas-Madriz H, *et al.* Comparison of phenolic compounds and evaluation of antioxidant properties of *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass (Asteraceae) from different geographical areas of Queretaro (Mexico). *Plants* [internet]. 2023;12:3569. Available from: <https://doi.org/10.3390/plants12203569>

[28]. Gómez CJR. Epazote (*Chenopodium ambrosioides*). Revisión a sus características morfológicas, actividad farmacológica, y biogénesis de su principal principio activo, ascaridol. *Bol Latinoamer Caribe Plantas Med Arom* [internet]. 2018;7(1):3-9. Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/856/85670103.pdf>

[29]. Santiago-Saenz YO, Hernández-Fuentes

AD, Monroy-Torres B, Cariño-Cortés R, Jiménez-Alvarado R. 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. Food Measure [internet]. 2018;12:2855–2864. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11694-018-9900-7>

[30]. Pacheco-Hernández Y, Villa-Ruano N, Cruz-Durán R, Becerra-Martínez E, Lozoya-Gloria E. 1H-NMR metabolomics profiling and volatile content of ‘hoja santa’ (*Piper auritum* kunth): a millenary edible plant consumed in Mexico. Chem Biodiversity [internet]. 2022;19:e202200667. Available from: <https://doi.org/10.1002/cbdv.202200667>

[31]. Jarquín-Enríquez L, Ibarra-Torres P, Jiménez-Islas H, Flores-Martínez NL. Pimenta dioica: a review on its composition, phytochemistry, and applications in food technology. Int Food Res J [internet]. 2021;28(5):893-904. Available from: <https://doi.org/10.47836/ifrj.28.5.02>

[32]. Villa-Ruano N, Castro-Juárez CJ, Lozoya-Gloria E, Cruz-Durán R, Ramírez-García SA, Varela-Caselis JL. Hernandulcin production in cell suspensions of *Phylla scaberrima*: exploring hernandulcin accumulation through physical and chemical stimuli. Chem Biodiversity [internet]. 2021;18:e2100611. Available from: <https://doi.org/10.1002/cbdv.202100611>

[33]. Villa-Ruano N, Ramírez-García SA,

Landeta-Cortés G, Cunill-Flores JM, Horta-Valerdi GM, Pacheco-Hernández Y. Comparative effect of resveratrol, carnolic acid and hernandulcin on target enzymes and biochemical markers linked to carbohydrate and lipid metabolism in mice. Emir J Food Agric [internet]. 2023;35(8):757-766. Available from: <https://ejfa.pensoft.net/article/32691/>

[34]. Mulík S, Ozuna C. Mexican edible flowers: cultural background, traditional culinary uses, and potential health benefits. Int J Gastron Food Sci [internet]. 2020;21:100235. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2020.100235>

[35]. Astorg P. Food carotenoids and cancer prevention: An overview of current research. Trends Food Sci Technol [internet]. 1997;8(12):406-413. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(97\)01092-3](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(97)01092-3)

[36]. Barriada-Bernal LG, Almaraz-Abarca N, Delgado-Alvarado EA, Gallardo-Velázquez T, Ávila-Reyes JA, Torres-Morán MI, *et al.* Flavonoid composition and antioxidant capacity of the edible flowers of *Agave durangensis* (Agavaceae). CyTA J. Food [internet]. 2014;12(2):105-114. Available from: <https://doi.org/10.1080/19476337.2013.801037>

[37]. Aruwa CE, Amoo SO, Kudanga T. (2018). *Opuntia* (Cactaceae) plant compounds, biological activities and prospects – a comprehensive review. Food Res Int [internet].

2018;112:328–344. Available from:
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.06.047>

[38]. García-Mateos R, Soto-Hernandez M, Kelly D. Alkaloids from six Erythrina species endemic to Mexico. *Biochem Syst Ecol* [internet]. 1998;26:545–551. Available from:
[https://doi.org/10.1016/S0305-1978\(97\)00113-0](https://doi.org/10.1016/S0305-1978(97)00113-0)

[39]. Raffauf RF, Zennie TM. The phytochemistry of *Quararibea funebris*. *Bot Mus Leaf Harv Univ* [internet]. 1983;29(2):151-158. Available from:
<https://www.jstor.org/stable/41762847>

[40]. Juárez-Trujillo N, Monribot-Villanueva JL, Jiménez-Fernández VM, Suárez-Montaño R, Aguilar-Colorado AS, Guerrero-Analco JA, *et al.* Phytochemical characterization of Izote (*Yucca elephantipes*) flowers. *J Appl Bot and Food Qual* [internet]. 2018;91:202–210. Available from:
<https://doi.org/10.5073/JABFQ.2018.091.027>

[41]. Bihani T. *Plumeria rubra* L.– A review on its ethnopharmacological, morphological, phytochemical, pharmacological and toxicological studies. *J Ethnopharmacol* [internet]. 2021;264:113291. Available from:
<https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.113291>

[42]. González-García KE, Soto-Hernández RM, Colinas-León MTB, García-Mateos MR, Garín-Aguilar ME, Guerra-Ramírez D. Polyphenols in five varieties of *Euphorbia pulcherrima* native to Mexico. *Rev Mex Cien Agric* [internet]. 2022;13(3):433-442. Available from:
<https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v13n3>

</2007-0934-remexca-13-03-433-en.pdf>

[43]. Pérez-Vázquez MAK, Pacheco-Hernández Y, Lozoya-Gloria E, Mosso-González C, Ramírez-García SA, Romero-Arenas O, *et al.* Peppermint essential oil and its major volatiles as protective agents against soft rot caused by *Fusarium sambucinum* in cera pepper (*Capsicum pubescens*). *Chem Biodiversity* [internet]. 2022;19:e202100835. Available from:
<https://doi.org/10.1002/cbdv.202100835>

[44]. Pacheco-Hernández Y, Santamaría-Juárez JD, Hernández-Silva N, Cruz-Durán R, Mosso-González C, Villa-Ruano N. Essential Oil of *Lepidium virginicum*: Protective activity on anthracnose disease and preservation effect on the nutraceutical content of tamarillo fruit (*Solanum betaceum*). *Chem Biodiversity* [internet]. 2021;18:e2000941. Available from:
<https://doi.org/10.1002/cbdv.202000941>

[45]. Pacheco-Hernández Y, Lozoya-Gloria E, Rangel-Galván M, Varela-Caselis, JL, Villa-Ruano N. Nutraceutical activity of anthocyanins from the edible berries of *Rhamnus pompana*. *Chem Biodiversity* [internet]. 2023;20:e202301355. Available from:
<https://doi.org/10.1002/cbdv.202301034>

[46]. Pacheco-Hernández Y, Lozoya-Gloria E, Cruz-Durán R, Villa-Ruano N. Anthocyanins of hierbamora (*Solanum nigrescens*): revealing their nutraceutical potential for controlling of hypertriglyceridemia and *Helicobacter pylori* viability. *Chem Biodiversity* [internet]. 2023;20:202301423. Available from:
<https://doi.org/10.1002/cbdv.202301423>

[47]. Díaz-Rodríguez JA. Prevalencia de *Helicobacter pylori* asociada con factores socioeconómicos y dietéticos en población adulta de comunidades rurales de la Costa de Oaxaca. Tesis para obtener el grado de Maestro en Salud Pública. Universidad de la Sierra Sur, Oaxaca, México, Diciembre 2018. Available from:

https://www.unsis.edu.mx/tesis/pos/MSP/14_J_OSE_AGLIBERTO_DIAZ_RODRIGUEZ.pdf

[48]. Wood GW. The Wild Blueberry Industry—Past. Small Fruits Rev [internet]. 2004;3(1-2):11-18. Available from https://doi.org/10.1300/J301v03n01_03