

Chapulines (Orthoptera) como alimento sostenible: propiedades nutricionales, relevancia biocultural y oportunidades socioeconómicas de *Sphenarium* spp. (Pyrgomorphidae) en México

Grasshoppers (Orthoptera) as sustainable food: nutritional properties, biocultural relevance, and socioeconomic opportunities of *Sphenarium* spp. (Pyrgomorphidae) in Mexico

¹Eréndira Esmeralda Hernández-Andrade^{ORCID}, ²Angelica Ancelmo-León^{ORCID}, ³Guillermo Andrés Enciso-Maldonado^{ORCID}, ⁴César Omar Montoya-García^{ORCID}

¹Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo. Departamento de Edafología. Montecillo, Estado de México. ²Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Xochimilco, Coyoacán. Ciudad de México. ³Universidad Católica "Nuestra Señora de la Asunción". Unidad Pedagógica Hohenau, Itapúa, Paraguay. ⁴Universidad de Sonora. Departamento de Agricultura y Ganadería. Hermosillo, Sonora, México. ⁵Autor de correspondencia: (cesar.montoya@unison.mx).

Resumen

Los chapulines del orden Orthoptera forman parte de sistemas alimentarios tradicionales en distintas regiones y poseen relevancia nutricional, biocultural y económica. No obstante, la información sobre sus beneficios, riesgos y sostenibilidad se encuentra dispersa y presenta distintos niveles de evidencia. El objetivo de esta revisión fue integrar la información científica y documental sobre la composición nutricional, importancia biocultural, aprovechamiento socioeconómico, usos tradicionales, sostenibilidad, aceptación e inocuidad de los chapulines, con énfasis en *Sphenarium* spp. en México. Se realizó una revisión documental complementada con un análisis bibliométrico en Scopus. Se consideraron artículos originales recuperados con los términos "*Sphenarium purpurascens*" y "chapulines", y los registros se analizaron con VOSviewer. Se identificaron 55 documentos sobre *S. purpurascens* y 10 asociados con el término chapulines. México concentró la mayor producción científica, mientras que las líneas predominantes abordaron composición química, propiedades fisicoquímicas, formulación de alimentos, nutrición, ecología y riesgos para la salud. La literatura documenta que los chapulines aportan proteínas, aminoácidos, lípidos y minerales, además de su importancia en prácticas culinarias, recolección estacional y generación de ingresos locales. Sin embargo, su composición depende de la especie, dieta, etapa de desarrollo y

procesamiento. Los usos medicinales tradicionales no equivalen a eficacia clínica comprobada y el consumo requiere control de peligros microbiológicos, químicos y alérgicos. En conclusión, los chapulines pueden complementar la diversificación alimentaria y fortalecer economías locales, siempre que su aprovechamiento se base en manejo sostenible, trazabilidad, procesamiento higiénico, etiquetado y evaluación de la aceptación cultural.

Palabras clave: alimentos funcionales, análisis bibliométrico, chapulines, nutrición, sostenibilidad.

Abstract

Grasshoppers of the order Orthoptera are part of traditional food systems in several regions and have nutritional, biocultural, and economic relevance. However, information on their benefits, risks, and sustainability is dispersed and supported by different levels of evidence. The objective of this review was to integrate scientific and documentary information on the nutritional composition, biocultural importance, socioeconomic use, traditional uses, sustainability, acceptance, and safety of grasshoppers, with emphasis on *Sphenarium* spp. in Mexico, and to describe research trends published from 2004 to 2024. A documentary review was complemented by a bibliometric analysis in Scopus. Original articles retrieved with the terms "*Sphenarium purpurascens*" and "chapulines" were considered,

and the records were analyzed with VOSviewer. Fifty-five documents on *S. purpurascens* and 10 associated with the term chapulines were identified. Mexico accounted for the largest share of scientific production, whereas the main research lines addressed chemical composition, physicochemical properties, food formulation, nutrition, ecology, and health risks. The literature documents that grasshoppers provide protein, amino acids, lipids, and minerals, as well as their relevance in culinary practices, seasonal harvesting, and local income generation. Nevertheless, their composition depends on species, diet, developmental stage, and processing. Traditional medicinal uses do not constitute evidence of clinical efficacy, and consumption requires control of microbiological, chemical, and allergenic hazards. In conclusion, grasshoppers may complement dietary diversification and strengthen local economies, provided that their use is based on sustainable management, traceability, hygienic processing, labeling, and assessment of cultural acceptance.

Index words: functional foods, bibliometric analysis, grasshoppers, nutrition, sustainability.

Introducción

El consumo de insectos ha sido una práctica común desde la prehistoria en numerosas culturas ([Medrano-Nava et al., 2024](#); [Olivadese y Dindo, 2023](#); [Pulido et al., 2020](#)). En México, documentos históricos como el Códice Florentino registran el consumo de chapulines y otros insectos en la dieta prehispánica. Tras la colonización, su ingesta disminuyó considerablemente, aunque en comunidades rurales todavía persiste una tradición culinaria que integra insectos como fuente alimentaria, combinando influencias prehispánicas y mestizas ([Aguilar-Rodríguez, 2008](#); [Barbero, 1997](#); [Pilcher, 2018](#); [Rostro et al., 2012](#)).

En los diferentes continentes se han registrado distintos números de insectos comestibles, en América 320 especies, 291 en Asia, 264 en África y 100 en Australia ([Cerritos y Cano-Santana, 2008](#); [Van et al., 2013](#)). Entre los órdenes más consumidos están Coleoptera, Orthoptera,

Hemiptera, Lepidoptera e Hymenoptera ([Arango-Gutiérrez, 2005](#); [Ordoñez-Araque et al., 2022](#)). En particular, los chapulines destacan como una fuente valiosa de proteínas, aminoácidos, ácidos grasos esenciales, biominerales y vitaminas. Además, poseen propiedades medicinales tradicionalmente empleadas para tratar afecciones respiratorias, renales, estomacales, parasitarias y pulmonares ([Das y Mandal, 2013](#); [Melo et al., 2011](#); [Ramos-Elorduy, 2009](#)).

La globalización, junto con el auge de comida rápida y alimentos ultraprocesados, ha contribuido al aumento de problemas de salud pública como obesidad y enfermedades degenerativas ([Aguilar-Rodríguez, 2008](#); [Pino-Moreno y Reyes-Prado, 2020](#); [Torres y Rojas, 2018](#)). Paralelamente, el cambio climático y el desarrollo urbano han exacerbado la explotación de recursos no renovables y el uso intensivo de agroquímicos, lo que incrementa las poblaciones de insectos que afectan cultivos esenciales ([Cerritos y Cano-Santana, 2008](#); [Grageda et al., 2014](#)). El consumo de insectos podría favorecer prácticas agroecológicas, diversificar dietas y mejorar la seguridad alimentaria y nutricional ([Gasco et al., 2020](#); [Nyangena et al., 2020](#)).

El objetivo de esta revisión fue integrar la evidencia científica y documental sobre la composición nutricional, relevancia biocultural, aprovechamiento socioeconómico, usos tradicionales, sostenibilidad, aceptación e inocuidad de los chapulines del orden Orthoptera, con énfasis en *Sphenarium* spp. en México.

Desarrollo

Análisis bibliométrico sobre *Sphenarium purpurascens*

En el presente estudio se realizó un análisis bibliométrico en Scopus para evaluar el conocimiento actual, perspectivas científicas y aplicaciones tecnológicas de los chapulines como fuente alimentaria. La búsqueda se limitó a artículos originales (2004-2024), excluyendo revisiones, libros, notas y cartas, utilizando los términos "*Sphenarium purpurascens*" y "chapulines" en título, resumen y palabras clave.

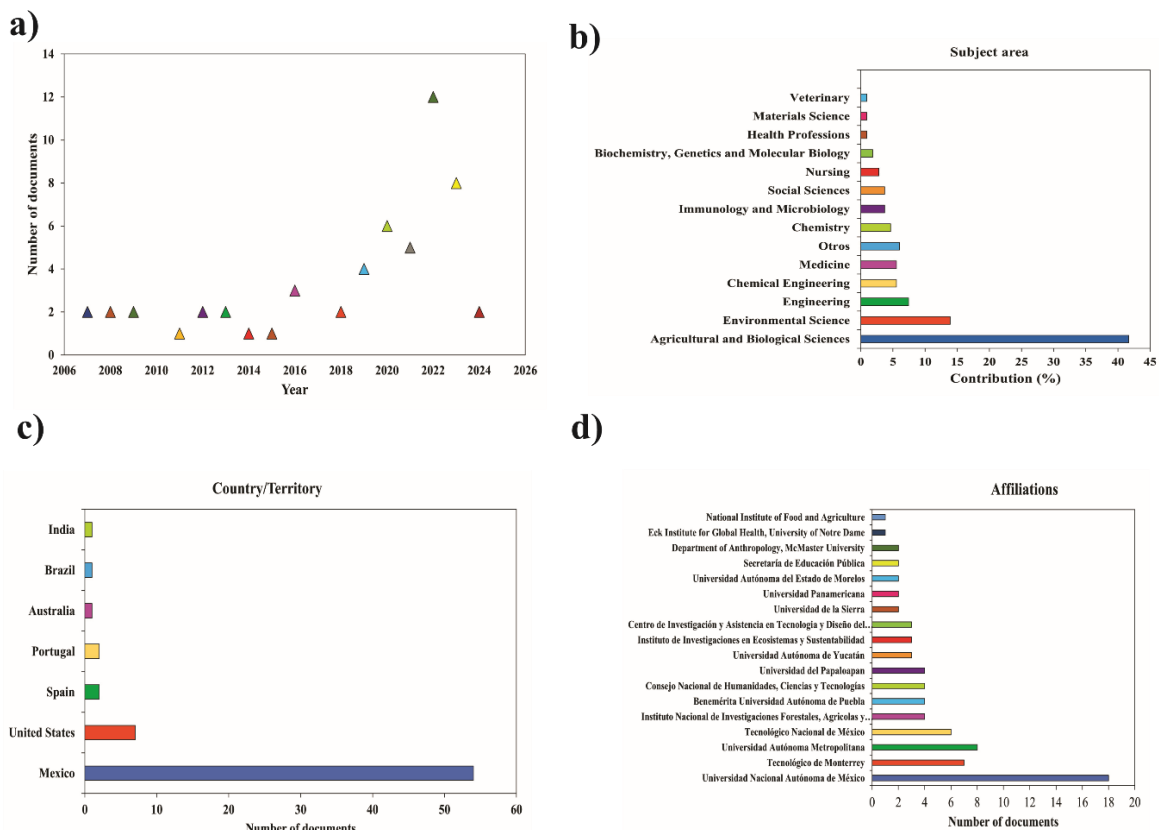


Figura I. Análisis bibliométrico sobre *Sphenarium purpurascens*: a) documentos publicados por año, b) área temática de publicación, c) país de publicación, d) afiliaciones de los autores.

Los datos se analizaron con VOSviewer (v. I.6.20) ([van Eck y Waltman, 2010](#)).

Se identificaron 55 artículos sobre *S. purpurascens* y 10 sobre chapulines. La mayoría se publicaron en inglés a partir de 2022 ([Figura 1a](#)). Los estudios sobre *S. purpurascens* abarcaron 17 áreas temáticas, destacando Ciencias Agrícolas y Biológicas (42 %), Ciencia Ambiental (14 %) e Ingeniería (7 %) ([Figura 1b](#)). México lideró la producción científica (54 documentos), seguido de Estados Unidos (7 documentos) ([Figura 1c](#)). Las instituciones más activas fueron la Universidad Nacional Autónoma de México (18 documentos), el Tecnológico de Monterrey (7), la Universidad Autónoma Metropolitana (8) ([Figura 1d](#)).

El análisis de palabras clave reveló ocho clusters, centrados principalmente en la composición química y propiedades fisicoquímicas de alimentos con harina de *S. purpurascens*, así como en su uso como recurso

nutracéutico en etapas juveniles ([Figura 2](#)). Estos resultados destacan las tendencias de investigación y los intereses principales en *S. purpurascens*.

Fundamentos para el consumo de chapulines

Actualmente, mejorar la alimentación es clave para reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares, diabetes tipo 2, enfermedades hepáticas, renales, respiratorias y cáncer ([Etemadi et al., 2017](#); [Schulze y Hu, 2005](#)). México ocupa el primer lugar mundial en obesidad infantil (35.6 %) y el segundo en adultos (75 %), con enfermedades cardíacas, diabetes, tumores malignos y hepáticos como principales causas de muerte ([Inegi, 2025](#)). En países en desarrollo, donde coexisten obesidad y desnutrición, la prevención temprana requiere dietas con alimentos ricos en nutrientes que reemplacen grasas saturadas por monoinsaturadas ([Arango-Gutiérrez, 2005](#); [Schulz y Hu., 2005](#)).

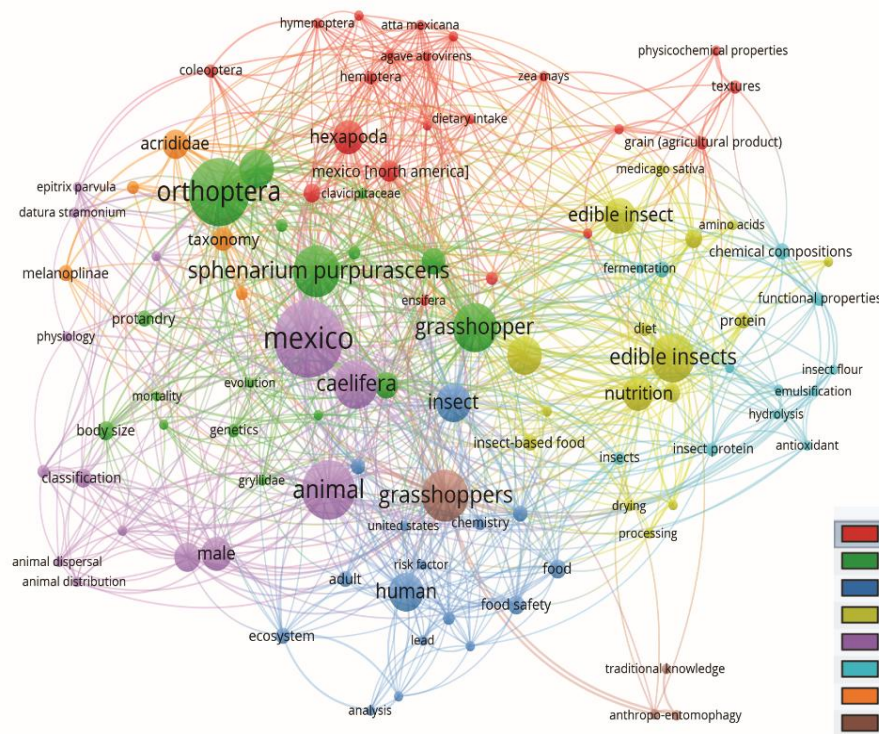


Figura 2. Distribución de términos de búsqueda en artículos publicados de *Sphenarium purpurascens* de 2004 a 2024. Grupo I: dieta y otros insectos; Grupo 2: orthoptera y *Sphenarium purpurascens*; Grupo 3: riesgos y salud humana; Grupo 4: antropo-entomofagia y nutrición; Grupo 5: biología y ecología; Grupo 6: nutrición y procesamiento de insectos; Grupo 7: coleópteros y otros insectos, Grupo 8: conocimiento tradicional. Figura creada con el software VOSviewer versión 1.6.20 ([van Eck y Waltman, 2010](#)). Los resultados se basan en el umbral de 109 términos (1079 palabras claves) con al menos 3 coocurrencias.

Consumo del orden Orthoptera en el mundo

El consumo de insectos varía entre grupos étnicos, regiones y naciones ([Ramos-Elorduy, 2004](#)). Al menos dos billones de personas en África, Asia y América consumen más de 2100 especies de insectos como parte de su dieta ([Bernard y Womeni, 2017](#); [Omuse et al., 2024](#)), entre los órdenes destacan Coleoptera (32 %), Hymenoptera (15 %), Lepidópteros (15 %), Ortópteros (14 %), Hemíptera (11 %) ([Cartay et al., 2020](#); [Feng et al., 2018](#); [Sun-Waterhouse et al., 2016](#); [Van, 2003](#)).

Dentro de los ortópteros, el consumo de chapulines, principalmente en su etapa de ninfa y adulto, incluyen *Brachytripes membranaceus*, *Gryllus similis*, *Gryllus bimaculatus*, *Gryllotalpa orientalis* y *Acheta domesticus* ([Sun-Waterhouse](#)

[et al., 2016](#); [Tan et al., 2017](#)), así como *Locusta migratoria* y *Schistocerca americana* ([Palop-Gómez et al., 2018](#)). Estos ortópteros forman parte de la dieta humana en diversos países como México, Chile, Uruguay, China, Japón, India, Egipto, Sudáfrica, Tailandia, Marruecos, Australia, entre otros ([López, 2020](#)).

Consumo de chapulines

La entomofagia es una práctica extendida en diversas regiones del mundo, especialmente en América Latina, África y Asia, donde el consumo de insectos es ancestral ([Lesnik, 2017](#); [Van et al., 2013](#)). México es el país con mayor tradición entomofágica ([Omuse et al., 2024](#)), registrándose

Tabla I. Diversidad de especies de chapulines dentro de la superfamilia Acridoidea.

Familia Subfamilia	Especie	Nombre común
Pyrgomorphidae	<i>Sphenarium purpurascens</i>	Chapulín de la milpa
Acrididae Cyrtacanthacridinae	<i>Schistocerca</i> sp.	Langosta
Acrididae Melanoplinae	<i>Melanoplus differentialis</i>	Chapulín diferencial
	<i>Melanoplus gladstoni</i>	Chapulín carreta
	<i>Melanoplus femurrubrum</i>	Chapulín de patas rojas
	<i>Hesperotettix viridis</i>	Chapulín de la hierba de víbora
Acrididae Oedipodinae	<i>Arphia conspersa</i>	Chapulín de alas rojas con espolón
	<i>Arphia nictana</i>	Chapulín de alas rojas
	<i>Machaerocera mexicana</i>	Chapulín de alas azules
	<i>Trachyrachis kiowa</i>	Chapulín de alas amarillas
	<i>Trimetrotropis pallidipennis</i>	Chapulín de alas pálidas
	<i>Xanthippus corallipes</i>	Chapulín de zancas rojas
Acrididae Gomphocerinae	<i>Boopedon diabolicum</i>	Chapulín negro de alas cortas
	<i>Boopedon rufipes</i>	Chapulín rojo de alas cortas
	<i>Opeia oscura</i>	Chapulín oscuro
Romaleidae Romaleinae	<i>Brachystola magna</i>	Chapulín gordiflón
	<i>Taeniopoda eques</i>	Chapulín del desierto o chapulín gordiflón acaballado
	<i>Chromacris versicolor</i>	Chapulín coloreado

más de 500 especies consumidas ([Ramos-Elorduy, 2009](#)). Entre ellas, los integrantes del orden Orthoptera (orden Orthoptera) ocupan el cuarto lugar en importancia ([Ramos-Elorduy, 2004](#); [Ramos-Elorduy et al., 2012](#)). Este orden se divide en dos subórdenes: Ensifera (con las superfamilias Grylloidea, Rhaphidophoroidea y Tettigonioidae) y Caelifera (con Acridoidea, Tetrigoidea y Tridactyloidea) ([Aguirre-Segura y Barranco, 2015](#); [Barranco y Molina-Pardo, 2021](#); [CONABIO, 2023](#)) (Tabla I).

En México, destacan como comestibles los chapulines, especialmente los géneros *Sphenarium* (*S. purpurascens* Charpentier, *S. magnum* Márquez), *Melanoplus* (*M. femurrubrum* De Geer, *M. mexicanus* Sauss.), *Brachystola* y *Taeniopoda* ([Huerta et al., 2014](#); [Ramos-Elorduy et al., 2006](#)). La especie más popular es *S. purpurascens*, conocida como "chapulín de la milpa" o saltamontes, distribuida desde el centro de México hasta Guatemala y algunas islas

caribeñas ([Cigliano et al., 2023](#); [Ramos-Elorduy, 2004](#)).

El consumo de chapulines varía según la etnia y su entorno ecológico; por ejemplo, los Nahuas consumen hasta 53 especies, seguidos por Zapotecos (52), Otomíes (44), Mixtecos (41) y Mayas (28) ([Ramos-Elorduy, 2004](#)). En la región de los Valles Centrales de Oaxaca son especialmente valorados, formando parte fundamental de la gastronomía desde tiempos prehispánicos ([Sahagún, 1950](#)). Actualmente se consumen tostados en aceite con ajo, limón y sal, como condimento, refrigerio o plato principal en ensaladas y tacos ([Hurd et al., 2019](#); [Pino-Moreno et al., 2006](#)). En Michoacán, son populares como aperitivo con chile picante, preparados en tacos con guacamole, o fritos con limón y chile ([Pino-Moreno y Blasquez, 2021](#)).

Aceptación social y tabúes

La aceptación de insectos comestibles fuera de contextos culturales específicos puede enfrentar barreras psicológicas y tabúes alimentarios ([La Barbera et al., 2018](#); [Tan et al., 2017](#)). El rechazo hacia los chapulines suele relacionarse con la neofobia alimentaria y la percepción negativa de los insectos como plagas o insalubres ([La Barbera et al., 2018](#)). Asimismo, aspectos sensoriales como apariencia, textura y sabor influyen decisivamente en la decisión del consumidor. Estudios indican que un etiquetado atractivo y procesos de transformación, como moler los insectos para obtener harina, pueden mejorar significativamente la disposición hacia estos productos ([Deroy et al., 2015](#); [Tan et al., 2017](#)).

Por otra parte, el auge del turismo gastronómico en regiones como Oaxaca ha incrementado el interés global por platillos tradicionales con chapulines, convirtiéndolos en símbolos culturales y atractivos turísticos ([Hurd et al., 2019](#)). Además, la proliferación de ferias y festivales dedicados a la entomofagia ha contribuido a rescatar recetas ancestrales y a

revalorizar el conocimiento tradicional ([Aguilar-Rodríguez, 2007](#)).

Finalmente, para que el consumo de chapulines trascienda las regiones tradicionales, es esencial implementar estrategias educativas que resalten sus beneficios nutricionales y su reducido impacto ambiental ([Verneau et al., 2016](#)). La difusión informativa, demostraciones culinarias y colaboraciones con instituciones académicas y productores podrían favorecer cambios graduales en los hábitos alimenticios ([Dossey et al., 2016](#)), facilitando así una expansión sostenible basada en la tradición e identidad gastronómica.

Colecta de chapulines

Con la agricultura y la domesticación, las sociedades se asentaron en áreas específicas, lo que dio origen a la recolección sostenible ([Cerritos y Klewer, 2015](#)). La recolección estacional de insectos es una costumbre arraigada en diversas culturas con propósitos alimenticios y medicinales ([Piña-Domínguez et al., 2022](#)). Los chapulines emergen durante la temporada de lluvias, siendo colectados entre mayo y enero, generalmente al amanecer cuando su metabolismo es más lento ([Figura 3](#)). En esta actividad participan mujeres y niños, quienes utilizan redes para capturar ninfas y adultos, posteriormente depositados en bolsas plásticas ([Cohen et al., 2009](#); [Hurd et al., 2019](#); [Ramos-Elorduy et al., 2006](#)). Estos insectos prefieren policultivos dominados por maíz (*Zea mays* L.) o alfalfa (*Medicago sativa* L.) ([Ramos-Elorduy et al., 2006](#); [Sosa-Marcos et al., 2015](#)). Tras la colecta, los chapulines se almacenan en un lugar fresco, se clasifican, limpian y se mantienen sin alimento por uno a tres días para eliminar residuos ([Cohen et al., 2009](#)). Una familia recolectora obtiene semanalmente entre 50-70 kg, alcanzando una extracción anual de 75-100 toneladas ([Cerritos y Cano-Santana, 2008](#); [Hurd et al., 2019](#)).



Figura 3. a) Chapulines alimentándose de alfalfa; b) Recolección de chapulines en Santa María Nativitas, Coixtlahuaca., Oaxaca; c) Preparación de chapulines, d) Comercialización de chapulines en mercados de la Ciudad de México; e) y f) Formas de venta de chapulín en “medidas” como latas de atún y cazuelitas de barro.

Producción y comercialización de chapulines

La mayoría de los insectos comestibles se obtienen de entornos forestales y agrícolas, donde suelen ser considerados plagas ([Piña-Domínguez et al., 2022](#)). El 92 % de las especies consumidas se recolectan directamente del medio ambiente, el 6 % son semidomesticadas y solo el 2 % se cría en cautiverio ([Yen, 2015](#)).

En México, la producción de chapulines se concentra en estados como Puebla, Tlaxcala, Oaxaca, Hidalgo, Estado de México, Querétaro, Michoacán y Guanajuato. Aunque la cría masiva de insectos enfrenta desafíos debido a la reproducción lenta o estacional de algunas especies ([Shelomi, 2015](#)). La especie *S. purpurascens* destaca por su rápido crecimiento y estabilidad poblacional durante todo el año y se

mantienen constantes durante todo el año ([Cerritos y Cano-Santana, 2008](#); [Cerritos-Flores et al., 2014](#); [Melo et al., 2011](#)).

Dentro del orden *Orthoptera*, las especies más comúnmente criadas incluyen *Acheta domesticus*, *Gryllus assimilis*, *Locusta migratoria* y *Sphenarium purpurascens* ([Mariutti et al., 2021](#); [Rodríguez-Miranda et al., 2019](#)). La producción en granjas debe considerar factores como sistemas de producción, diversidad genética, seguridad, etapa de desarrollo, temporada y ubicación ([Castro-López et al., 2020](#)).

La comercialización de chapulines ([Figura 3](#)), liderada principalmente por mujeres en mercados locales, incluye diversas especies y etapas de desarrollo, como *S. purpurascens*, *M. mexicanus*, y ninfas de *Sphenarium* sp. y *S. magnum* ([Hurd et](#)

al., 2019; [Pino-Moreno y Reyes-Prado, 2020](#)). Los precios varían según la región: en Oaxaca, se exportan a 25 dólares por kilogramo ([Cohen et al., 2009](#)), mientras que, en Morelos, el costo es de 56 pesos mexicanos (2.73 dólares) por kilogramo ([Pino-Moreno y Reyes-Prado, 2020](#)). En el Mercado Negro del Estado de México (2006), los precios oscilaban entre 8 y 10 pesos (0.39 a 0.49 dólares) por cazuelita, generando mayores ganancias que la venta por kilogramo ([Pino-Moreno et al., 2006](#)).

Sostenibilidad y cambio climático

La producción de chapulines es una alternativa sostenible para obtener proteínas, pues requiere menos recursos hídricos y alimenticios, y genera una menor huella de carbono en comparación con la ganadería convencional ([Ooninx y De Boer, 2012](#); [Van et al., 2013](#)). Los análisis del ciclo de vida demuestran que la cría de insectos produce menos emisiones de gases de efecto invernadero que la carne bovina o porcina ([Halloran et al., 2018](#)), además de que su cuerpo es altamente comestible (80 %) en comparación con el pollo o el cerdo (55 %), o bien el ganado (40 %) ([Omuse et al., 2024](#)), aspectos relevantes frente a la crisis climática actual. La ganadería convencional genera aproximadamente 14.5 % de las emisiones globales ([Gerber et al., 2013](#)), por lo que sustituir parcialmente estas fuentes por insectos puede reducir la presión sobre ecosistemas, evitar deforestación y optimizar el uso del agua ([Van et al., 2013](#); [Varelas, 2019](#)). Además, el corto ciclo de vida de los chapulines y su capacidad para alimentarse con subproductos agrícolas favorecen la economía circular y minimizan desperdicios ([Ooninx y Van der Poel, 2012](#); [Varelas, 2019](#)). Considerando que el cambio climático afecta la distribución y abundancia de ortópteros ([Harvey et al., 2020](#)), las granjas controladas ofrecen una producción resiliente frente al estrés hídrico y desafíos ambientales ([Sánchez-Bayo y Wyckhuys, 2019](#)).

Aporte nutrimental

Los chapulines son una fuente prometedora de proteínas, aminoácidos, minerales y energía, aportando entre 336 y 438 kcal por cada 100 g de materia seca ([Barrios-Morales et al., 2022](#); [Cruz-López et al., 2022](#); [Ramos-Elorduy, 2009](#); [Ramos-Elorduy e Pino-Moreno, 2004](#)) ([Tabla 2](#)). La composición nutricional varía según la especie, alimentación y condiciones ambientales ([Dobermann et al., 2017](#)). En la superfamilia Acridoidae (*Sphenarium*, *Melanoplus*, *Brachystola*), el contenido proteico oscila entre 57 % y 77 %, según el hábitat ([Das y Mandal, 2013](#); [Finke y Ooninx, 2014](#)). Además, su versatilidad permite elaborar sales, barras nutricionales, harinas y galletas ([Mishyna et al., 2019](#); [Skotnicka et al., 2021](#)), impulsando la innovación alimentaria con perfiles nutricionales superiores a proteínas animales, mejorando la calidad dietética de la población ([Molina, 2020](#)).

Biomoléculas activas en el orden Orthoptera

Los chapulines son una fuente importante de compuestos bioactivos con efectos benéficos para la salud humana, destacando los flavonoides por sus propiedades antioxidantes, antimicrobianas, antiinflamatorias, antialérgicas y anticancerígenas ([Pal y Dubey, 2013](#)). En *Dissosteira carolina* predominan la quercetina y su derivado quercetina- β -3-O-glucósido ([Hopkins y Ahmad, 1991](#)), compuestos también encontrados en *Sphenarium* spp., *Ruspolia differens* y *Schistocerca gregaria* ([Cheseto et al., 2020](#); [Marín-Morales et al., 2022](#)). La quercetina proviene de la dieta vegetal del insecto, almacenándose y metabolizándose en sus tejidos ([Sun et al., 2002](#)).

En *Sphenarium* spp. se identificaron ácidos fenólicos antiinflamatorios como el protocatecuico, 4-hidroxibenzoico y gentísico ([Marín-Morales et al., 2022](#)) ([Tabla 3](#)). También se detectaron compuestos como la vanilina, con propiedades anticancerígenas ([Arya et al., 2021](#)), y la umbeliferona, una cumarina antioxidante con aplicaciones farmacológicas ([Mazimba, 2017](#)).

Tabla 2. Aporte nutrimental de algunos ortópteros.

Molécula	<i>Sphenarium histrio</i> y <i>S. purpurascens</i> Contenido (mg/100 g)	<i>Brachystola magna</i>	Referencia
Proteínas	71.5	—	(Melo et al., 2011; Rodríguez-Miranda et al., 2019)
Grasas	11.0	—	(Rodríguez-Miranda et al., 2019).
Carbohidratos	15.5 – 33.1	—	(Cortés et al., 2021; Cruz-López et al., 2022)
Fibra	11.0 – 9.4	—	(Cortés et al., 2021; Meyer-Rochow et al., 2021)
Biominales			
Na	0.25	—	(Cohen et al., 2009)
K	1028	—	(Cruz-López et al., 2022; Ramos-Elorduy y Pino, 1998)
Ca	112	—	(Dobermann et al., 2017)
Zn	0.017	—	(Blásquez et al., 2012)
Fe	8 – 20	—	(Blásquez et al., 2012; Rodríguez-Miranda et al., 2019)
Mg	424	—	(Blásquez et al., 2012; Dobermann et al., 2017)
Aminoácidos			
<i>Esenciales</i>			
Isoleucina	5.3 – 4.2	—	(Cohen et al., 2009; Vanegas y Gutiérrez, 2016)
Leucina	8.5	—	(Melo et al., 2011)
Lisina	5.7	—	(Rodríguez-Miranda et al., 2019; Vanegas y Gutiérrez, 2016)
Metionina	1.8 – 2.5	—	(Verkerk et al., 2007)
<i>No esenciales</i>			
Histidina	1.9 – 2.2	—	(Cohen et al., 2009)
Serina	4.8 – 5.1	—	(Melo et al., 2011; Vanegas y Gutiérrez, 2016)
Glicina	5.3 – 6.8	—	(Rodríguez-Miranda et al., 2019)
Alanina	6.4 – 7.6	—	(Verkerk et al., 2007; Vanegas y Gutiérrez, 2016)
Vitaminas			
Retinol	3.6	0.5	
Ácido ascórbico	0	0.91	
Calciferol	4.12	5.25	(Cruz-López et al., 2022; Blásquez et al., 2012; Zamudio-Flores et al., 2019)
Tiamina	0.27	0.09	
Riboflavina	0.59	0.08	
Piridoxina	5.04	0.58	

Esteroles como colesterol, colest-4-eno-3-ona, campesterol y β -sitosterol, presentes en *R. differens*, compuestos que combaten enfermedades hepáticas, obesidad y problemas de queratinización ([Ochieng et al., 2022](#); [Wu et al., 2015](#)). En *S. gregaria* destacan colesterol y lanosterol, con efectos cardiovasculares, antioxidantes y anticancerígenos ([Brüll et al., 2010](#); [Cheseto et al., 2015](#); [Loizou et al., 2010](#)). Además, el 7-dehidrocolesterol contribuye a la síntesis de vitamina D, esencial para la salud ósea e inmunológica ([Woyengo et al., 2009](#)).

Entre los ácidos grasos poliinsaturados sobresale el α -linolénico (>50 %) en *Oxya chinensis formosana* y el ácido oleico en *Oxya hyla* (89.6 %) ([Ghosh et al., 2016](#); [Hyun et al., 2012](#)). En *R. differens*, AGS alcanzan hasta 69.0 %, AGMI hasta 6.9 % y AGPI hasta 50.8 % ([Ochieng et al., 2022](#)). Estos compuestos protegen contra enfermedades coronarias e inflamatorias, regulando procesos fisiológicos ([Cheseto et al., 2020](#); [Gómez-Cortés et al., 2019](#)). Además, contienen carotenoides ([Ebenebe et al., 2020](#); [Wang, 2012](#)) y quitina con beneficios inmunológicos e intestinales ([Feng et al., 2018](#); [Kleden et al., 2023](#); [Yin et al., 2017](#)) ([Tabla 3](#)).

Etnofarmacología

La etnofarmacología es parte integral de los sistemas médicos tradicionales, transmitidos generacionalmente para preservar prácticas culturales y rituales destinados a promover la salud física y mental ([Costa-Neto et al., 2006](#); [Dev et al., 2020](#)). En zonas rurales, la medicina tradicional es la principal opción de cuidado de la salud, y el uso de insectos destaca por su asequibilidad y accesibilidad ([Jorand, 2008](#)). Especies de los géneros *Sphenarium* spp., *Taeniopoda* sp. y *Melanoplus* sp. se emplean para tratar enfermedades renales e intestinales, especialmente en comunidades africanas como ocurre en Camerún ([Landeró et al., 2012](#)).

En México, los chapulines se usan como remedio para dolencias como fatiga y anemia ([Costa-Neto, 2005](#); [Ramos-Elorduy e Pino, 1988](#)), debido a sus propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y antimicrobianas ([da Silva et al.,](#)

[2020](#); [Neveu et al., 2010](#)). Las secreciones abdominales de algunos chapulines aceleran la cicatrización de heridas y contienen proteínas que previenen la coagulación sanguínea, gracias a la quitina ([Buszewska-Forajta et al., 2015](#); [Ibarra-Herrera et al., 2020](#)). El quitosano, su derivado, tiene propiedades antimicrobianas, promueve la reparación tisular y reduce el colesterol ([Ramos-Elorduy y Pino-Moreno, 2004](#)). Además, la hemolinfa de los chapulines contiene iones sodio y cloro, que regulan el equilibrio osmótico en humanos, lo que explica su uso tradicional en problemas urinarios ([Costa-Neto et al., 2006](#)). Los chapulines también se emplean para tratar afecciones de la boca, riñones, sistema digestivo, circulatorio y respiratorio ([Ramos-Elorduy e Pino 1988](#)).

Alergias asociadas al consumo de chapulines

El consumo de insectos como los chapulines puede provocar reacciones alérgicas en personas sensibles debido a proteínas similares a las presentes en crustáceos y ácaros del polvo, especialmente tropomiosina y arginina quinasa ([Broekman et al., 2017](#); [EFSA, 2015](#); [Verhoeckx et al., 2014](#)). Las personas alérgicas a mariscos podrían presentar sensibilidad cruzada. Las manifestaciones clínicas varían desde urticaria leve hasta anafilaxia grave ([Pali-Schöll et al., 2019](#)). Por ello, es crucial un etiquetado claro sobre posibles alérgenos en productos derivados de insectos. Aunque faltan estudios detallados, es fundamental continuar investigando la prevalencia e impacto de estas alergias en salud pública ([EFSA, 2015](#)).

Normativas alimentarias

La regulación del consumo de insectos, incluidos los chapulines, difiere notablemente entre países. En la Unión Europea, el Reglamento (UE) 2015/2283 sobre nuevos alimentos permite comercializar ciertas especies, como chapulines, grillos y gusanos de harina, siempre que se presente evidencia de seguridad alimentaria y etiquetado específico, bajo evaluación de la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria ([EFSA, 2015](#)). En Estados Unidos, la FDA clasifica los insectos

Tabla 3. Compuestos bioactivos en diferentes especies de chapulines

Especie	País de origen	Actividad biológica	Compuestos bioactivos	Referencia
<i>Dissosteira carolina</i>	EUA	Actividad antioxidante	Flavonoides: quercetina (3,3',4',5,7-pentahidroxi-flavona) y quercetina- β -3- O-glucósido Ácidos grasos saturados: C12:0, C14:0, C15:0, C16:0, C17:0, C18:0, C20:0, C21:0, C22:0, C24:0.	(Hopkins y Ahmad, 1991)
<i>Oxya chinensis formosana</i>	Corea	Actividad antimicrobiana y antioxidante	Ácidos grasos monoinsaturados: C16:1, C18:1, C20:1, C22:1 Ácidos grasos poliinsaturados: C18:2, C18:3, C20:2, C20:3, C20:4 y C20:5 Ácidos grasos: ácido caprílico, ácido láurico, ácido mirístico, ácido pentadecanoico, ácido palmítico, ácido palmitoleico, ácido heptadecanoico, ácido cis-10-heptadecenoico, ácido esteárico, ácido eláidico, ácido oleico, ácido linoleico, ácido araquídico, ácido gamma-linoleico, cis- ácido 11-eicosenoico, ácido linolénico, ácido heneicosanoico, ácido behénico, ácido cis-8,11,14-eicosatrienoico, ácido araquidónico, ácido lignocérico, ácido cis-4,7,10,13,16,19-docosahexaenoico	(Hyun et al., 2012)
<i>Oxya hyla hyla</i>	India	Actividad antiinflamatoria	Ácidos grasos: ácido caprílico, ácido láurico, ácido mirístico, ácido pentadecanoico, ácido palmítico, ácido palmitoleico, ácido heptadecanoico, ácido cis-10-heptadecenoico, ácido esteárico, ácido eláidico, ácido oleico, ácido linoleico, ácido araquídico, ácido gamma-linoleico, cis- ácido 11-eicosenoico, ácido linolénico, ácido heneicosanoico, ácido behénico, ácido cis-8,11,14-eicosatrienoico, ácido araquidónico, ácido lignocérico, ácido cis-4,7,10,13,16,19-docosahexaenoico	(Ghosh et al., 2016)
<i>Sphenarium spp.</i>	México	Actividad antiinflamatoria, anticancerígena y antioxidante	Ácidos grasos saturados: C10:0, C11:0, C12:0, C13:0, C14:0, C15:0, C16:0, C18:0, C19:0, C20:0, C21:0, C22:0, C23:0 y C24:0 Ácidos grasos monoinsaturados: C10:1n-5, C16:1n-7, C17:1n-7, C17:1n-9, C18:1n-11, C18:1n-9, C19:1n-9, C20:1n-9 y C22:1n-9 Ácidos grasos poliinsaturados: C18:2n-6, C18:3n-3 y C20:4n-6 Esteroles: (22 Z)-27-norergosta-5,22-dien-3 β -ol, colesterol, campesterol, colest-4-en-3-ona y β - sitosterol Flavonoides: quercetina, luteonina, kaempferol, orientina Esteroles: colest-8(14)-en-3-ol,2,2-dimetil (3 β , 5 α); colesterol; 7-dehidrocolesterol; latosterol; desmosterol; campesterol; estigmasterol; (3 β , 5 α) 4,4-dimetilcolesta-8,14,24-trienol; 7-oxocolesterol (7-cetocolesterol); (3 β , 20R) colest-5,24-dien-3,20-diol; β -sitosterol; fucosterol; lanosterol Polisacáridos: quitina y quitosano Flavonoides: quercetina, luteonina, kaempferol, orientina Carotenoides: β -caroteno, trans- β -caroteno, β -criptoxantina, α -caroteno, luteína, zeaxantina y licopeno Polisacáridos: quitina y quitosano	(Marín-Morales et al., 2022)
<i>Ruspolia differens</i> Serville	Kenia	Actividad antioxidante	Ácidos grasos saturados: C10:0, C11:0, C12:0, C13:0, C14:0, C15:0, C16:0, C18:0, C19:0, C20:0, C21:0, C22:0, C23:0 y C24:0 Ácidos grasos monoinsaturados: C10:1n-5, C16:1n-7, C17:1n-7, C17:1n-9, C18:1n-11, C18:1n-9, C19:1n-9, C20:1n-9 y C22:1n-9 Ácidos grasos poliinsaturados: C18:2n-6, C18:3n-3 y C20:4n-6 Esteroles: (22 Z)-27-norergosta-5,22-dien-3 β -ol, colesterol, campesterol, colest-4-en-3-ona y β - sitosterol Flavonoides: quercetina, luteonina, kaempferol, orientina Esteroles: colest-8(14)-en-3-ol,2,2-dimetil (3 β , 5 α); colesterol; 7-dehidrocolesterol; latosterol; desmosterol; campesterol; estigmasterol; (3 β , 5 α) 4,4-dimetilcolesta-8,14,24-trienol; 7-oxocolesterol (7-cetocolesterol); (3 β , 20R) colest-5,24-dien-3,20-diol; β -sitosterol; fucosterol; lanosterol Polisacáridos: quitina y quitosano Flavonoides: quercetina, luteonina, kaempferol, orientina Carotenoides: β -caroteno, trans- β -caroteno, β -criptoxantina, α -caroteno, luteína, zeaxantina y licopeno Polisacáridos: quitina y quitosano	(Cheseto et al., 2020)
<i>Schistocerca gregaria</i>	Kenia, Polonia	Actividad antioxidante, antiinflamatoria y anticancerígena	Ácidos grasos saturados: C10:0, C11:0, C12:0, C13:0, C14:0, C15:0, C16:0, C18:0, C19:0, C20:0, C21:0, C22:0, C23:0 y C24:0 Ácidos grasos monoinsaturados: C10:1n-5, C16:1n-7, C17:1n-7, C17:1n-9, C18:1n-11, C18:1n-9, C19:1n-9, C20:1n-9 y C22:1n-9 Ácidos grasos poliinsaturados: C18:2n-6, C18:3n-3 y C20:4n-6 Esteroles: (22 Z)-27-norergosta-5,22-dien-3 β -ol, colesterol, campesterol, colest-4-en-3-ona y β - sitosterol Flavonoides: quercetina, luteonina, kaempferol, orientina Esteroles: colest-8(14)-en-3-ol,2,2-dimetil (3 β , 5 α); colesterol; 7-dehidrocolesterol; latosterol; desmosterol; campesterol; estigmasterol; (3 β , 5 α) 4,4-dimetilcolesta-8,14,24-trienol; 7-oxocolesterol (7-cetocolesterol); (3 β , 20R) colest-5,24-dien-3,20-diol; β -sitosterol; fucosterol; lanosterol Polisacáridos: quitina y quitosano Flavonoides: quercetina, luteonina, kaempferol, orientina Carotenoides: β -caroteno, trans- β -caroteno, β -criptoxantina, α -caroteno, luteína, zeaxantina y licopeno Polisacáridos: quitina y quitosano	(Cheseto et al., 2015; Cheseto et al., 2020; Kinyuru et al., 2010)
<i>Locusta migratoria</i>	Países Bajos	Actividad antioxidante y antiinflamatoria	Ácidos grasos saturados: C10:0, C11:0, C12:0, C13:0, C14:0, C15:0, C16:0, C18:0, C19:0, C20:0, C21:0, C22:0, C23:0 y C24:0 Ácidos grasos monoinsaturados: C10:1n-5, C16:1n-7, C17:1n-7, C17:1n-9, C18:1n-11, C18:1n-9, C19:1n-9, C20:1n-9 y C22:1n-9 Ácidos grasos poliinsaturados: C18:2n-6, C18:3n-3 y C20:4n-6 Esteroles: (22 Z)-27-norergosta-5,22-dien-3 β -ol, colesterol, campesterol, colest-4-en-3-ona y β - sitosterol Flavonoides: quercetina, luteonina, kaempferol, orientina Esteroles: colest-8(14)-en-3-ol,2,2-dimetil (3 β , 5 α); colesterol; 7-dehidrocolesterol; latosterol; desmosterol; campesterol; estigmasterol; (3 β , 5 α) 4,4-dimetilcolesta-8,14,24-trienol; 7-oxocolesterol (7-cetocolesterol); (3 β , 20R) colest-5,24-dien-3,20-diol; β -sitosterol; fucosterol; lanosterol Polisacáridos: quitina y quitosano Flavonoides: quercetina, luteonina, kaempferol, orientina Carotenoides: β -caroteno, trans- β -caroteno, β -criptoxantina, α -caroteno, luteína, zeaxantina y licopeno Polisacáridos: quitina y quitosano	(Ebenebe et al., 2020; Kleden et al., 2023; Ooninx y van de Poel, 2011)

comestibles como "alimentos convencionales", exigiendo que cumplan estándares de calidad e inocuidad, además de etiquetado que indique claramente su presencia y posibles alérgenos (Larouche et al., 2023). En México, aunque el consumo de chapulines es una tradición ancestral, la regulación específica es limitada y se enfoca principalmente en inocuidad. La COFEPRIS exige el cumplimiento de Buenas Prácticas de Manufactura para garantizar calidad sanitaria (Rodríguez-Miranda et al., 2019). Avances normativos internacionales como el Codex Alimentarius podrían estandarizar criterios de producción, facilitando su comercialización global (Pali-Schöll et al., 2019).

Comentarios finales

Esta revisión destaca el potencial de los chapulines (orden Orthoptera), especialmente *Sphenarium purpurascens*, como recurso alimenticio sostenible y nutritivo, ideal para enfrentar la inseguridad alimentaria, desnutrición y obesidad debido a su alto contenido en proteínas, aminoácidos, minerales y compuestos bioactivos. Sus propiedades medicinales tradicionales ofrecen nuevas posibilidades para explorar biomoléculas antimicrobianas, antiinflamatorias y antioxidantes.

Desde lo socioeconómico, la producción y comercialización de chapulines constituyen una oportunidad para empoderar comunidades rurales, especialmente mujeres, aunque es crucial promover prácticas sostenibles para proteger los ecosistemas.

Ambientalmente, la cría de chapulines requiere menos agua y genera menos gases de efecto invernadero que la ganadería convencional, representando una alternativa viable frente al cambio climático.

La aceptación global aún enfrenta barreras culturales y psicológicas como la neofobia alimentaria; por ello, son necesarias estrategias educativas, innovaciones en productos y regulaciones claras sobre inocuidad y etiquetado, favoreciendo así su adopción en dietas globales y sistemas alimentarios sostenibles.

Agradecimientos

A las estudiantes Hernández de la Cruz, Brenda; González García, Karla Erika; García Cisneros, Diana Mayte.

Referencias

- Aguilar-Rodríguez, S. (2007). Cooking modernity: Nutrition policies, class, and gender in 1940s and 1950s Mexico City. *The Americas*, 64(2), 177-205. <https://doi.org/10.1353/tam.2007.0128>
- Aguilar-Rodríguez, S. (2008). Alimentando a la nación: género y nutrición en México (1940-1960). *Revista de Estudios Sociales*, 29(1), 28-41. <https://journals.openedition.org/revestudsoc/18461>
- Aguirre-Segura, A. & Barranco, V. P. (2015). Orden Orthoptera. *Revista IDE @- SEA (Ibero Diversidad Entomológica)*, 46(1), 1-13. https://www.researchgate.net/publication/280609212_Orden_Orthoptera
- Arango-Gutiérrez, G.P. (2005). Los insectos: una materia prima alimenticia promisorio contra la hambruna. *Revista Lasallista de Investigación*, 2(1), 33-37. <https://www.redalyc.org/pdf/695/69520106.pdf>
- Arya, S. S., Rookes, J. E., Cahill, D. M. & Lenka, S. K. (2021). Vanillin: A review on the therapeutic prospects of a popular flavouring molecule. *Advances in Traditional Medicine*, 21, 1-17. <https://doi.org/10.1007/s13596-020-00531-w>
- Barbero, M. (1997). *Códices etnográficos. El Códice Florentino*. In: EHSEA, 14, 349-379 (Universidad de Cuenca). <http://hdl.handle.net/10017/5990>
- Barranco, P. & Molina-Pardo, J. L. (2021). Cuticular structures in micropterous crickets (Orthoptera, Gryllidae, Petaloptilini, Gryllomorpha). *Insects*, 12(8), 708. <https://doi.org/10.3390/insects12080708>
- Barrios-Morales, M. L., Peralta-García, X. P., Salazar, R. y Maldonado-Astudillo, Y.I. (2022). Análisis físico y químico proximal, de tres especies de insectos comestibles en

- Guerrero, México. *Acta Agrícola y Pecuaria*, 8(1), 1-8.
<https://doi.org/10.30973/aap/2022.8.0081019>
- Bernard, T. y Womeni, H. M. (2017). *Entomophagy, insects as food. Insect physiology and ecology*, V. D. C. Shields (Ed.). 233-249. Rijeka: IntechOpen.
<http://dx.doi.org/10.5772/67384>
- Blásquez, J. R. E., Moreno, J. M. P. & Camacho, V. H. M. (2012). Could grasshoppers be a nutritive meal. *Food and Nutrition Sciences*, 3(2), 164-175.
<http://dx.doi.org/10.4236/fns.2012.32025>
- Broekman, H. C. H. P., Knulst, A. C., den Hartog Jager, C. F., van Bilsen, J. H. M., Raymakers, F. M. L., Kruizinga, A. G., Gaspari, M., Gabriele, C., Bruijnzeel-Koomen, C. A. F. M., Houben, G. F. & Verhoeckx, K. C. M. (2017). Primary respiratory and food allergy to mealworm. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 140(2), 600-603.e7.
<https://doi.org/10.1016/j.jaci.2017.01.035>
- Brüll, F., Mensink, R. P., van den Hurk, K., Duijvestijn, A. & Plat, J. (2010). TLR2 activation is essential to induce a Th1 shift in human peripheral blood mononuclear cells by plant stanols and plant sterols. *The Journal of Biological Chemistry*, 285(5), 2951-2958.
<https://doi.org/10.1074/jbc.M109.036343>
- Buszewska-Forajta, M., Siluk, D., Daghir-Wojtkowiak, E., Sejda, A., Staśkowiak, D., Biernat, W. & Kaliszan, R. (2015). Studies of the effect of grasshopper abdominal secretion on wound healing with the use of murine model. *Journal of Ethnopharmacology*, 176(1), 413-423.
<https://doi.org/10.1016/j.jep.2015.11.004>
- Cartay, A., Dimitrov, V. & Feldman, M. (2020). An insect bad for agriculture but good for human consumption: The case of *Rhynchophorus palmarum*: A social science perspective. *Edible Insects*. H. Mikkola (Ed.). London: IntechOpen.
<https://doi.org/10.5772/intechopen.87165>
- Castro-López, C., Santiago-López, L., Vallejo-Cordoba, B., González-Córdova, A. F., Liceaga, A. M., García, H. S. & Hernández-Mendoza, A. (2020). An insight to fermented edible insects: A global perspective and propective. *Food Research International*, 137(2020), 1-11.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109750>
- Cerritos-Flores, R., Ponce-Reyes, R. & Rojas-García, F. (2014). Exploiting a pest insect species *Sphenarium purpurascens* for human consumption: Ecological, social, and economic repercussions. *Journal of Insects as Food and Feed*, 1(1), 75-84.
<https://doi.org/10.3920/JIFF2014.0013>
- Cerritos, R. & Cano-Santana, Z. (2008). Harvesting grasshoppers *Sphenarium purpurascens* in Mexico for human consumption: A comparison with insecticidal control for managing pest outbreaks. *Crop Protection*, 27(3), 473-480.
<https://doi.org/10.1016/j.cropro.2007.08.001>
- Cerritos, R. & Klewer, M. (2015). Prehispanic agricultural practices: Using pest insects as an alternative source of protein. *Animal Frontiers*, 5(2), 31-36.
<https://doi.org/10.2527/af.2015-0017>
- Cheseto, X., Baleba, S. B., Tanga, C. M., Kelemu, S. & Torto, B. (2020). Chemistry and sensory characterization of a bakery product prepared with oils from African edible insects. *Foods*, 9(6), 800.
<https://doi.org/10.3390/foods9060800>
- Cheseto, X., Kuate, S.P., Tchouassi, D.P., Ndungu, M.W., Teal, P.E. & Torto, B. (2015). Potential of the desert locust *Schistocerca gregaria* (Orthoptera: Acrididae) as an unconventional source of dietary and therapeutic sterols. *PLoS One*, 10(5), e0127171.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0127171>
- Cigliano, M. M., Braun, H., Eades, D. C. & Otte, D. (2023). *Sphenarium purpurascens* Charpentier, 1845. Orthoptera Species File.
<http://orthoptera.speciesfile.org>

- Cohen, J. H., Sanchez, N. D. M. & Montiel-Ishino, F. (2009). Chapulines and food choices in rural Oaxaca. *Gastronomica*, 9(1), 61-65. <https://doi.org/10.1525/gfc.2009.9.1.61>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2023). *EncicloVida*. <http://www.enciclovida.mx>
- Cortés, O. R. L., García, V. D. B. & Carrillo, M. D. L. C. C. (2021). Uso de chapulines (*Sphenarium* sp.) para el enriquecimiento del pinole. En: *La gastronomía como extensión del conocimiento*. I, 77-103. https://sedeturqroo.gob.mx/gastronomia/webroot/pdfs/2021-06-21%2018:25:48_doc.pdf
- Costa-Neto, E. M. (2005). Entomotherapy, or the Medicinal Use of Insects. *Journal of Ethnobiology*, 25(1), 93-114. [https://doi.org/10.2993/0278-0771\(2005\)25\[93:EOTMUO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2993/0278-0771(2005)25[93:EOTMUO]2.0.CO;2)
- Costa-Neto, E. M., Ramos-Elorduy, J. & Pino, J. M. (2006). Los insectos medicinales de Brasil: primeros resultados. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, 38, 395-414. <https://www.sea-entomologia.org/Boletin38>
- Cruz-López, S. O., Álvarez-Cisneros, M., Domínguez-Soberanes, J., Escalona-Buendía, H.B. & Sánchez, C.N. (2022). Physicochemical and sensory characteristics of sausages made with grasshopper (*Sphenarium purpurascens*) flour. *Foods*, 11(5), 704. <https://doi.org/10.3390/foods11050704>
- Das, M. & Mandal, S. (2013). Assessment of nutritional quality and anti-nutrient composition of two edible grasshoppers (Orthoptera: Acrididae) a search for new food alternative. *International Journal of Medicine and Pharmaceutical Science*, 3(5), 31-48. https://www.academia.edu/43517677/ASSESSMENT_OF_NUTRITIONAL_QUALITY_AND_ANTI_NUTRIENT_COMPOSITION_OF_TWO_EDIBLE_GRASSHOPPERS_ORTHOPTERA_ACRIDIDAE_A_SEARCH_FOR_NEW FOOD ALTERNATIVE
- da Silva, L. A. J., de Oliveira, L. M., Da Rocha, M. & Prentice, C. (2020). Edible insects: An alternative of nutritional, functional and bioactive compounds. *Food Chemistry*, 311, 126022. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.126022>
- Deroy, O., Reade, B. & Spence, C. (2015). The insectivore's dilemma, and how to take the West out of it. *Food Quality and Preference*, 44, 44-55. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2015.02.007>
- Dev, S., Hassan, K., Claes, J., Mozahid, M.N., Khatun, H. & Mondal, M.F. (2020). Practices of entomophagy and entomotherapy in Bangladesh. *Journal of Insects as Food and Feed*, 6(5), 515-524. <https://doi.org/10.3920/JIFF2020.0038>
- Dobermann, D., Swift, J. A. & Field, L. M. (2017). Opportunities and hurdles of edible insects for food and feed. *Nutrition Bulletin*, 42(4), 293-308. <https://doi.org/10.1111/mbu.12291>
- Dossey, A.T., Tatum, J.T. & McGill, W.L. (2016). Modern Insect-Based Food Industry: Current Status, Insect Processing Technology, and Recommendations Moving Forward. En Dossey, A. T., Morales-Ramos, J. A., & Rojas, M. G. (Eds.). *Insects as sustainable food ingredients: Production, processing and food applications* (pp.113-152). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802856-8.00005-3>
- Ebenebe, C. I., Ibitoye, O. S., Amobi, I. M. & Okpoko, V. O. (2020). African Edible Insect Consumption Market. In: Adam Mariod, A. (Eds) *African edible insects as alternative source of food, oil, protein and bioactive components*. Springer, Cham. (1 ed., Vol.VI, pp.19-51). https://doi.org/10.1007/978-3-030-32952-5_2
- EFSA Scientific Committee. (2015). Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed. *EFSA Journal*, 13(10), 42-46. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2015.4257>
- Etemadi, A., Sinha, R., Ward, M. H., Graubard, B. I., Inoue-Choi, M., Dawsey, S. M. & Abnet, C. C. (2017). Mortality from different causes

- associated with meat, heme iron, nitrates, and nitrites in the NIH-AARP Diet and Health Study: Population based cohort study. *BMJ (Clinical research ed)*, 357, j1957. <https://doi.org/10.1136/bmj.j1957>
- Feng, Y., Chen, X. M., Zhao, M., He, Z., Sun, L., Wang, C. Y. & Ding, W.F. (2018). Edible insects in China: Utilization and prospects. *Insect Science*, 25(2), 184-198. <https://doi.org/10.1111/1744-7917.12449>
- Finke, M. D. & Oonincx, D. D. (2014). Insects as food for insectivores. In J. Shapiro-Ilan Morales-Ramos, G. Rojas, & D. I. Shapiro-Ilan (Eds.), *Mass Production of Beneficial Organisms: Invertebrates and Entomopathogens*. Cap. 17, 583-616. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-391453-8.00017-0>
- Gasco, L., Biancarosa, I. y Liland, NS (2020). De residuos a alimento: Una revisión del conocimiento reciente sobre insectos como productores de proteínas y grasas para piensos. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, 23, 67-79. <https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2020.03.003>
- Gerber, P. J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A., Tempio, G. (2013). *Tackling climate change through livestock: A global assessment of emissions and mitigation opportunities*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome. <https://www.fao.org/4/i3437e/i3437e.pdf>
- Ghosh, S., Haldar, P. & Mandal, D. K. (2016). Evaluation of nutrient quality of a short horned grasshopper, *Oxya hyla hyla* Serville (*Orthoptera: Acrididae*) in search of new protein source. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 4(1), 193-197. <https://www.entomoljournal.com/archives/?year=2016&vol=4&issue=1&ArticleId=806>
- Gómez-Cortés, P., de la Fuente, M. Á. & Juárez, M. (2019). Ácidos grasos trans y ácido linoleico conjugado en alimentos: origen y propiedades biológicas. *Nutrición Hospitalaria*, 36(2), 479-486. <https://doi.org/10.20960/nh.2466>
- Grageda Grageda, José, Ruiz Corral, José Ariel, Jiménez Lagunes, Alejandro, & Fu Castillo, Agustín Alberto. (2014). Influencia del cambio climático en el desarrollo de plagas y enfermedades de cultivos en Sonora. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5(10), 1913-1921. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i10.1026>
- Halloran, A., Flore, R., Vantomme, P., & Roos, N. (Eds.). (2018). *Edible insects in sustainable food systems*. Springer. Belluco, S, Mantovani, A., & Ricci A. (Ed.) (2018). *Edible insects in a food safety perspective*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-74011-9>
- Harvey, J. A., Heinen, R., Gols, R. & Thakur, M. P. (2020). Climate change-mediated temperature extremes and insects: From outbreaks to breakdowns. *Global Change Biology*, 26(12), 6685-6701. <https://doi.org/10.1111/gcb.15377>
- Hopkins, T. L. & Ahmad, S. A. (1991). Flavonoid wing pigments in grasshoppers. *Experientia*, 47(1), 1089-1091. <https://doi.org/10.1007/BF01923349>
- Huerta, A. J., Espinoza, F., Téllez-Jurado, A. & Maqueda, A. P. (2014). Control biológico del chapulín en México. *BioTecnología*, 18(1), 28-49. <https://smbb.mx/revista-biotecnologia-2014-vol-18-no-1/>
- Hurd, K. J., Shertukde, S., Toia, T., Trujillo, A., Pérez, R., Larom, D., Love, J., Changqi, L. (2019). The cultural importance of edible insects in Oaxaca, Mexico. *Annals of the Entomological Society of America*, 112(6), 552-559. <https://doi.org/10.1093/aesa/saz018>
- Hyun, S. H., Kwon, K. H., Park, K. H., Jeong, H.C., Kwon, O., Tindwa, H., Han, Y.S. (2012). Evaluation of nutritional status of an edible grasshopper, *Oxya chinensis formosana*. *Entomological Research*, 42(5), 284-290. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5967.2012.00469.x>

- Ibarra-Herrera, C. C., Acosta-Estrada, B., Chuck-Hernández, C., Serrano-Sandoval, SN, Guardado-Félix, D., Pérez-Carillo, E. (2020). Nutritional content of edible grasshopper (*Sphenarium purpurascens*) fed on alfalfa (*Medicago sativa*) and maize (*Zea mays*). *CyTA-Journal of Food*, 18(1), 257-263. <https://doi.org/10.1080/19476337.2020.1746833>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi). (2025). *Estadísticas de defunciones registradas*. https://www.inegi.org.mx/contenidos/salade prensas/boletines/2025/edr/EDR2024_CP ene-dic-pdf
- Jorand, B. (2008). Formas de transformación del conocimiento de la medicina tradicional en los pueblos nahuas del municipio de Hueyapan, Sierra Norte de Puebla. *Cuicuilco*, 15(44), 181-196. <https://revistas.inah.gob.mx/index.php/cuicuilco/article/view/4264/4219>
- Kinyuru, J. N., Kenji, G. M., Njoroge, S. M., & Ayieko, M. (2010). Effect of processing methods on the in vitro protein digestibility and vitamin content of edible winged termite (*Macrotermes subhyllanus*) and grasshopper (*Ruspolia differens*). *Food and Bioprocess Technology*, 3(1), 778-782. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11947-009-0264-1>
- Kleden, Y. L., Mukkun, L., Ndapamuri, M. H. (2023). The migratory locust (*Locusta migratoria*) as a potential source of protein and biopolymer compounds in the future. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 24(11). <https://doi.org/10.13057/biodiv/d241117>
- La Barbera, F., Verneau, F., Amato, M., & Grunert, K. (2018). Understanding Westerners' disgust for the eating of insects: The role of food neophobia and implicit associations. *Food Quality and Preference*, 64(1), 120-125. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2017.10.002>
- Landero, T., Ramos-Elorduy, H. Oliva, M.E. Galindo, O. Leiva, H. Lee, y Lee, y Murguía. (2012). Insectos comestibles y medicinales en el municipio de Ixhuatlancillo Veracruz. *Entomología Mexicana*, 11(1), 310-314.
- Larouche, J., Campbell, B., Hénault-Éthier, L., Banks, I.J., Tomberlin, J.K., Preyer, C., Deschamps, M.H., Vandenberg, G.W. (2023). The edible insect sector in Canada and the United States. *Animal Frontiers*, 13(4), 16-25. <https://doi.org/10.1093/af/vfad047>
- Lesnik, J. J. (2017). Not just a fallback food: Global patterns of insect consumption related to geography, not agriculture. *American Journal of Human Biology*, 29(2), e22976. <https://doi.org/10.1002/ajhb.22976>
- Loizou, S., Lekakis, I., Chrousos, G. P., Moutsatsou P. (2010). Beta-sitosterol exhibits anti-inflammatory activity in human aortic endothelial cells. *Molecular Nutrition & Food Research*, 54(4), 551-558. <https://doi.org/10.1002/mnfr.200900012>
- López, R. (2020). Insectos, ingrediente clave de la gastronomía mexicana. *GACETA UNAM*. 5 (125), 7. <https://www.gaceta.unam.mx/insectos- ingrediente-clave-de-la-gastronomía-mexicana/>
- Marín-Morales, M. S., Ibarra-Herrera, C. C., Luna-Vital, D. A., Monribot-Villanueva, J.L., Guerrero- Analco, J.A. (2022). Biological activity of extracts and hydrolysates from early- and adult-stage edible grasshopper *Sphenarium purpurascens*. *Frontiers in Nutrition*, 9(1), 1-15. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.102854>
- Mariutti, L. R. B., Rebelo, K. S., Bisconsin-Junior, A., Santos de Moraes, J., Magnani, M., Rodrigues Maldonado, I., Nuno Rodrigo Madeira, N., Tiengo, A., Roberto Maróstica, M., Betim Cazarin, C.B. (2021). The use of alternative food sources to improve health and guarantee access and food intake. *Food Research International*, 149(1), 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110709>
- Mazimba, O. (2017). Umbelliferone: Sources, chemistry and bioactivities review. *Bulletin of*

- Faculty of Pharmacy, Cairo University, 55(2), 223-232.
<https://doi.org/10.1016/j.bfopcu.2017.05.001>
- Medrano-Nava, M.T; Valdivia-Nájar, C. G., Moreno- Villet, L. (2024). Insectos comestibles como alimento a futuro y sus retos. *Enfoques Transdisciplinarios: Ciencia y Sociedad*, 2(1), 75-86.
<https://revistaenfoques.ciatej.mx/index.php/revistaenfoques/article/view/28>
- Melo, V., García, M., Sandoval, H., Quirino-Barreda, C.T., Sanchez-Herrera, K. (2011). Chemical composition and amino acids content of five species of edible grasshoppers from Mexico. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 27(8), 654-658.
<https://doi.org/10.9755/efja.2015.04.093>
- Meyer-Rochow, V. B., Gahukar, R. T., Ghosh, S., & Jung, C. (2021). Chemical Composition, Nutrient Quality and Acceptability of Edible Insects Are Affected by Species, Developmental Stage, Gender, Diet, and Processing Method. *Foods*, 10(5), 1036.
<https://doi.org/10.3390/foods10051036>
- Mishyna, M., Martinez, J. J. I., Chen, J., Benjamin, O. (2019). Extraction, characterization and functional properties of soluble proteins from edible grasshopper (*Schistocerca gregaria*) and honey bee (*Apis mellifera*). *Food Research International*, 116(1), 697-706.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.08.098>
- Molina, A. I. B. (2020). Análisis químico proximal de *Corydalus* sp. y su comparación con otros insectos comestibles. *Inventio, la génesis de la cultura en Morelos*, 15(37), 1-9
<https://doi.org/10.30973/inventio/2019.15.37/6>
- Neveu, V., Pérez-Jiménez, J., Vos, F., Crespy, V., Chaffaut, L., Mennen, L., Knox, C., Eisner, R., Cruz, J., Wishart, D., Scalbert, A. (2010). Phenol-explorer: An online comprehensive database on polyphenol contents in foods. *Database*, 2010(1), 1-9.
<https://doi.org/10.1093/database/bap024>
- Nyangena, D.N, Kinyuru, J., Imathiu, S. (2020). Climate change: a natural streamliner towards entomophagy? *International Journal of Tropical Insect Science*, 41(1), 2133-2147.
<https://doi.org/10.1007/s42690-020-00292-8>
- Ochieng, B. O., Anyango, J. O., Nduko, J. M., Cheseto, X., Mudalungu, C. M., Khamis, F. M., Ghemoh, C. J., Egonyu, P. J., Subramanian, S., Nakimbugwe, D., Ssepuuya, G., & Tanga, C. M. (2022). Dynamics in nutrients, sterols and total flavonoid content during processing of the edible Long-Horned grasshopper (*Ruspolia differens* Serville) for food. *Food Chemistry*, 383(2022), 1-9.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132397>
- Olivadese, M., y Dindo, M.L. (2023). Edible Insects: A Historical and Cultural Perspective on Entomophagy with a Focus on Western Societies. *Insects*, 14(8), 1-16.
<https://doi.org/10.3390/insects14080690>
- Omuse, E. R., Tonnang, H. E. Z., Yusuf, A. A., Machekano, H., Egonyu, J. P., Kimathi, E., Mohamed, S. F., Kassie, M., Subramanian, S., Onditi, J., Mwangi, S., Ekesi, S., & Niassy, S. (2024). The global atlas of edible insects: analysis of diversity and commonality contributing to food systems and sustainability. *Scientific Reports*, 14(1), 5045.
<https://doi.org/10.1038/s41598-024-55603-7>
- Oonincx, D. G. A. B., & Van der Poel, A. F. B. (2011). Effects of diet on the chemical composition of migratory locusts (*Locusta migratoria*). *Zoo Biology*, 30(1), 9-16.
<https://doi.org/10.1002/zoo.20308>
- Oonincx, D. G., & De Boer, I. J. (2012). Environmental impact of the production of mealworms as a protein source for humans—a life cycle assessment. *Plos One*, 7(12), 1-5.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0051145>
- Ordoñez-Araque, R., Quishpillo-Miranda, N. & Ramos-Guerrero, L. (2022). Edible Insects for Humans and Animals: Nutritional Composition and an Option for Mitigating

- Environmental Damage. *Insects*, 13(10), 944.
<https://doi.org/10.3390/insects13100944>
- Pal, D. & Dubey, P. (2013). Flavonoids: A powerful and abundant source of antioxidants. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 5(3), 95–98.
https://innovareacademics.in/journal/ijpps/Vol5Issue3/7048.pdf?srsltid=AfmBOopfpjzRF-6e4aFO43QuaqSnbICkMjV2eFYjel55_b_UHyvw5riH
- Pali-Schöll, I., Binder, R., Moens, Y., Y., Polesny, F. & Monsó, S. (2019). Edible insects—defining knowledge gaps in biological and ethical considerations of entomophagy. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(17), 2760–2771.
<https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1468731>
- Palop-Gómez, A., Rodríguez Lázaro, D., Santos Buelga, J. Á. (2018). Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición (AECOSAN) en relación a los riesgos microbiológicos y alergénicos asociados al consumo de insectos. *Revista del Comité Científico*, 27(1), 11-40.
https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/evaluacion_riesgos/informes_comite/CONSUMO_INSECTOS.pdf
- Piña-Domínguez, I. A., Ruiz-May, E., Hernández-Rodríguez, D., Zepeda, R.C. & Melgar-Lalanne, G. (2022). Environmental effects of harvesting some Mexican wild edible insects: An overview. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6(1), 1-11.
<https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.1021861>
- Pino-Moreno, J. M. & Blasquez, J. R. E. (2021). Taxonomic analysis of some edible insects from the state of Michoacán, Mexico. *Frontiers in Veterinary Science*, 8(1), 1-10.
<https://doi.org/10.3389/fvets.2021.629194>
- Pino-Moreno, J. M. & Reyes-Prado, H. (2020). Commerce of edible insects in the state of Morelos, Mexico. *Journal of Insect Science*, 20(5), 1-7.
<https://doi.org/10.1093/jisesa/ieaa106>
- Pino-Moreno, J. M., Ramos-Elorduy, J. & Costa-Neto, E. M. (2006). Los insectos comestibles comercializados en los mercados de Cuautitlán de Romero Rubio, Estado de México, México. *Sitientibus Série Ciências Biológicas*, 6(1), 58-64.
<https://doi.org/10.13102/scb8148>
- Pilcher, J. M. (2018). The land of seven moles: Mexican culinary nationalism in an age of multiculturalism. *Food, Culture & Society*, 21(5), 637-653.
<https://doi.org/10.1080/15528014.2018.1516404>
- Pulido Blanco, V. C., González Chavarro, Tapia Polanco, Y. M. y Celis Ruiz, X. M. 2020. Insectos: Recursos del pasado que podrían ser una solución nutricional para el futuro. *Avances de Investigación Agropecuaria*, 24(2), 81-100.
<https://www.redalyc.org/journal/837/83765240007/html/>
- Ramos-Elorduy, J. e Pino, J. (1988). The utilization of insects in the empirical medicine of ancient Mexicans. *Journal of Ethnobiology*, 8(2), 195-202.
<https://ethnobiology.org/sites/default/files/pdfs/JoE/8-2/ConconiMoreno1988.pdf>
- Ramos-Elorduy, J. y Pino, M.J.M. (1998) Insectos Comestibles del Estado de México. *Anales del Instituto de Biología. Serie Zoología*, 69(1), 65-104.
<https://www.redalyc.org/pdf/458/45869106.pdf>
- Ramos-Elorduy, J. (2004). La etnoentomología en la alimentación, la medicina y el reciclaje. In: J. E. Llorente-Bousquets., J. J. Morrone, O. Yañez e I. F.Vargas, Eds, *Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una Síntesis de su Conocimiento*. UNAM, Facultad de Ciencias, México.
https://biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/Artrópodos%20IV_4-pdf
- Ramos-Elorduy, J. & Pino-Moreno, J.M. (2004). Los coleoptera comestibles de México. *Anales del Instituto de Biología. Serie Zoología*, 75(1),

- 149-183.
<https://www.redalyc.org/pdf/458/45875107.pdf>
- Ramos-Elorduy, J. (2009). Anthropo-entomophagy: Cultures, evolution and sustainability. *Entomological Research*, 39(5), 271–288. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5967.2009.00238.x>
- Ramos-Elorduy, J., Moreno, J. M. P. & Camacho, V. H. M. (2012). Could grasshoppers be a nutritive meal? *Food and Nutrition Sciences*, 3(1), 164–175. <https://doi.org/10.4236/fns.2012.32025>
- Ramos-Elorduy, J., Pino, J. M. & Conconi, M. (2006). Ausencia de una reglamentación y normalización de la explotación y comercialización de insectos comestibles en México. *Folia Entomológica Mexicana*, 45(3), 291-318. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42445304>
- Rodríguez-Miranda, J., Alcántar-Vázquez, J. P., Zúñiga-Marroquín, T., Juárez-Barrientos, J. (2019). Insects as an alternative source of protein: A review of the potential use of grasshopper (*Sphenarium purpurascens* Ch.) as a food ingredient. *European Food Research and Technology*, 245(12), 2613-2620. <https://doi.org/10.1007/s00217-019-03383-0>
- Rostro, B. R., Salazar, B. Q., Ramos-Elorduy, J., Pino-Moreno, J., Angeles-Campos, S.C., García Pérez, A., Barrera-García, D.B. (2012). Análisis químico y nutricional de tres insectos comestibles de interés comercial en la zona arqueológica del municipio de San Juan Teotihuacán y en Otumba, en el estado de México. *Interciencia*, 37(12), 914-920. <https://www.interciencia.net/volumen-37/numero-12-5/>
- Sahagún, Fray Bernardino de. Florentine Codex. (1950). *General History of the Things of New Spain. 1953-1982* (C. E. Dibble & A. J. O. Anderson, Eds.). University of Utah. <https://archive.org/details/generalhistoryof0000bern>
- Sánchez-Bayo, F., & Wyckhuys, K. A. 2019. Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological Conservation*, 232(1), 8-27. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.01.020>
- Shelomi, M. (2015). Why we still don't eat insects: Assessing entomophagy promotion through a diffusion of innovations framework. *Trends in Food Science & Technology*, 45(2), 311-318. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.06.008>
- Schulze, M. B. & Hu, F. B. (2005). Primary prevention of diabetes: what can be done and how much can be prevented. *Annual Review of Public Health*, 26(1), 445-467. <https://doi.org/10.1146/annurev.publhealth.26.021304.144532>
- Skotnicka, M., Karwowska, K., Kłobukowski, F., F., Borkowska, A. & Pieszko, M. (2021). Possibilities of the development of edible insect-based foods in Europe. *Foods*, 10(4), 766. <https://doi.org/10.3390/foods10040766>
- Sosa-Marcos, Y., Pacheco, R. P., Pérez, G. E. G. Manzanero, G. I. y Rodríguez-Ortiz, G. (2015). Conocimiento tradicional y valor cultural de *Sphenarium* spp. en Valles Centrales de Oaxaca. *Revista Mexicana de Agroecosistemas*, 2(2), 75-86. <https://revistaremaeitvo.mx/index.php/remae/article/view/311>
- Sun, R., Sun, X. F., Wang, S. Q. Zhu, W. & Wang, X.Y. (2002). Ester and ether linkages between hydroxycinnamic acids and lignins from wheat, rice, rye, and barley straws, maize stems, and fast-growing poplar wood. *Industrial Crops and Products*, 15(3), 179-188. [https://doi.org/10.1016/S0926-6690\(01\)00112-1](https://doi.org/10.1016/S0926-6690(01)00112-1)
- Sun-Waterhouse, D., Waterhouse, G. I., You, L., Zhang, J., Liu, Y., Ma, L., Gao, J. & Dong, Y. (2016). Transforming insect biomass into consumer wellness foods: A review. *Food Research International*, 89(1), 129–151. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.10.001>

- Tan, H. S. G., Verbaan, Y. T. & Stieger, M. (2017). How will better products improve the sensory-liking and willingness to buy insect-based foods? *Food Research International*, 92(1), 95-105. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.12.021>
- Torres, F. y Rojas, A. (2018). Obesidad y salud pública en México: transformación del patrón hegemónico de oferta-demanda de alimentos. *Problemas del Desarrollo*, 49(193), 145-169. <https://doi.org/10.22201/iiec.20078951e.2018.193.63185>
- Van, Huis. A. (2003). Insects as food in sub-Saharan Africa. *International Journal of Tropical Insect Science*, 23(3), 163-185. <https://doi.org/10.1017/S1742758400023572>
- Van, Huis. A., Itterbeeck, J. V., Klunder, H., Mertens, E., Halloran, A., Muir, G. & Vantomme, P. (2013). *Edible insects: Future prospects for food and feed security*. FAO. <https://www.fao.org/4/i3253e/i3253e.pdf>
- Vanegas, A. A. M., & Gutiérrez, L. F. (2016). Carne equina: producción, consumo y valor nutricional. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 11(3), 86-103.
- Van Eck, N. J. & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523-538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
- Varelas, V. (2019). Food wastes as a potential new source for edible insect mass production for food and feed: A review. *Fermentation*, 5(3), 81. <https://doi.org/10.3390/fermentation5030081>
- Verhoeckx, K. C., van Broekhoven, S., den Hartog-Jager, C. F., Gaspari, M., de Jong, G. A., Wichers, H. J., van Hoffen, E., Houben, G. F. & Knulst, A. C. (2014). House dust mite (Der p 10) and crustacean allergic patients may react to food containing yellow mealworm proteins. *Food and Chemical Toxicology*, 65(1), 364-373. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2013.12.04>
- Verkerk, M. C., Tramper, J., Van Trijp, J. C. M. & Martens, D. E. (2007). Insect cells for human food. *Biotechnology Advances*, 25(2), 198-202. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2006.11.004>
- Verneau, F., La Barbera, F., Kolle, S., Amato, M., Del Giudice, T. & Grunert, K. (2016). The effect of communication and implicit associations on consuming insects: An experiment in Denmark and Italy. *Appetite*, 106(1), 30-36. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2016.02.006>
- Wang, X-D. (2012). Lycopene metabolism and its biological significance. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 96(5), 1214S-1222S. <https://doi.org/10.3945/ajcn.111.032359>
- Woyengo, T. A., Ramprasad, V. R. & Jones, P. J. H. (2009). Anticancer effects of phytosterols. *European Journal of Clinical Nutrition*, 63(7), 813-820. pmid:19491917. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2009.29>
- Wu, K., Li, W., Song, J. & Li, T. (2015). Production, purification, and identification of cholest-4-en-3-one produced by cholesterol oxidase from *Rhodococcus* sp. in aqueous/organic biphasic system. *Biochemistry Insights*, 8(1), 1-8. <https://doi.org/10.4137/BCI.S21580>
- Yen, A. L. (2015). Insects as food and feed in the Asia Pacific region: Current perspectives and future directions. *Journal of Insects as Food and Feed*, 1(1), 33-55. <https://doi.org/10.3920/JIFF2014.0017>
- Yin, W., Liu, J., Liu, H. & Lv, B. (2017). Nutritional value, food ingredients, chemical and species composition of edible insects in China. In: H. Mikkola (editors), *Future Foods*, 27-53. Rijeka: Intech Open. <https://doi.org/10.5772/intechopen.70085>
- Zamudio-Flores, P. B., Hernández-González, M. & García-Cano, V. G. (2019). Food supplements from a Grasshopper: A developmental stage-wise evaluation of amino acid profile, protein and vitamins in

Brachystola magna (Girard). *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 31(7), 561-568.
<https://doi:10.9755/ejfa.2019.v31.i7.1989>