

Insectos comestibles como alimento a futuro y sus retos

Medrano-Nava María Teresa¹, Valdivia-Nájjar Carlos Guillermo² y Moreno-Vilet Lorena¹

¹Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ), A.C. Camino el Arenero 1227, El Bajío del Arenal, C.P. 45019, Zapopan, Jalisco, México.

²CONAHCYT - Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ), A.C. Camino el Arenero 1227, El Bajío del Arenal, C.P. 45019, Zapopan, Jalisco, México.

* Autor de correspondencia: lmoreno@ciatej.mx

Palabras clave:

calidad, chapulín, entomofagia, insectos, proteína.

Enfoques Transdisciplinarios:
Ciencia y Sociedad, 2(1), 75-86.
ISSN. 3061-709X. <https://doi.org/10.5281/zenodo.12785881>

Recibido: 31 octubre 2023
Revisado: 08 diciembre 2023
Aceptado: 15 enero 2024
Publicado: 20 de enero 2024



Este artículo es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la licencia CC BY-NC-SA 4.0. Para ver una copia de esta licencia visite <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Resumen

Los insectos son un grupo de organismos muy extenso que se encuentra presente en muchas partes del mundo. En México, el consumo de insectos es una práctica que se ha considerado una tradición y costumbre de distintos pueblos indígenas, convirtiéndose en parte importante de la gastronomía mexicana. Sumado a la relevancia cultural, los insectos se presentan como una potencial solución para la demanda actual de proteína, siendo una opción sostenible y económica en comparación con la proteína animal. Sin embargo, existen desafíos para su consumo seguro, como la falta de regulación en la recolección de insectos, la necesidad de garantizar la seguridad e inocuidad alimentaria y la aceptación como un alimento por parte del consumidor. A pesar de estos desafíos, los insectos comestibles representan una interesante alternativa en la búsqueda de una alimentación sostenible y nutritiva en un mundo con una creciente demanda de proteína.

Introducción

Con más de 30 millones de especies existentes, los insectos representan uno de los grupos con más organismos sobre la tierra. La Organización de las Naciones Unidas (ONU) para la Alimentación y la Agricultura (FAO), estima que más de dos mil especies de insectos son comestibles (Dossey *et al.*, 2016). De hecho, la captura para comercialización o consumo de algunos



insectos que infestan los cultivos ha minimizado las pérdidas económicas para el sector agrícola y ha impulsado el consumo de insectos (Quijano-Carranza, 2011).

El consumo de insectos por los seres humanos es denominado: entomofagia, la cual es una práctica tradicional en países de Asia, África y América Latina (Oibiokpa *et al.*, 2017). Esta actividad es muy antigua y es considerada un rasgo característico de muchos países. En el México prehispánico la dieta de la gran mayoría de la población se basaba en los recursos que se encontraban disponibles, mediante la caza y recolección de los mismos. En distintos códices y documentos prehispánicos relatan como los insectos, al ser un recurso accesible, se convirtieron en parte de la dieta de muchos pueblos, formando parte importante de distintos platillos o como ofrendas en diferentes ceremonias (López, 2020; Choi *et al.*, 2017). Por lo tanto, la entomofagia es una actividad de un sistema alimentario tradicional de distintos grupos de indígenas, ya que es considerada como una de las muchas prácticas empíricas que han sido transmitida por generaciones a lo largo de los años.

Debido al crecimiento continuo de la población, el consumo de recursos para sustentar la alimentación ha incrementado y con ello, la demanda de proteína para alimentación. De este modo, el uso de insectos como una fuente alternativa de proteína ha surgido como una importante opción disponible, barata y sustentable para la mayoría de la población. Se ha reportado que la biotransformación de materia orgánica en masa corporal de insecto es más eficiente en una relación 2 a 1, comparado con el de ganado bovino que requiere consumir 8 g, para producir 1g de peso. Aunado a lo anterior, los insectos requieren menor cantidad de agua para su producción; ya que se requieren 2 L agua para producir 1g de proteína de insecto, mientras que el ganado bovino requiere 112 L /g proteína. Además, los insectos son más prolíferos y con ciclos de vida más cortos, ya que ponen alrededor de 1500 huevos en cuatro semanas, mientras que el ganado vacuno requiere de cuatro animales reproductores por cada animal comercializado. Por lo anterior, se prevé que los insectos se puedan producir de manera más sostenible y con una huella ecológica mucho menor que la mayoría del ganado vertebrado, como bovinos y porcinos (Dossey *et al.*, 2016).

Cultura y Tradición

Dentro de los insectos más consumidos a nivel mundial se encuentran los pertenecientes a los órdenes Coleoptera (escarabajos), Lepidoptera (mariposas, orugas), Hymenoptera (hormigas, abejas y avispas) y Orthoptera (langostas, grillos, chapulines) (Avendaño *et al.*, 2020). La distribución geográfica de los insectos esta influenciada por los recursos de flora y fauna disponibles en el medio ambiente en el que se desarrollen, principalmente se encuentran en zonas subtropicales y tropicales del



mundo (Pulido-Blanco *et al.*, 2020). Los tiempos de reproducción y desarrollo de las distintas especies de insectos suelen ser cortos y dependientes de factores biológicos como la flora, fauna y condiciones climáticas. Por lo que, la disponibilidad de los insectos para su consumo depende del espacio geográfico en el que se desarrollen y la época del año (Melgar-Lalanne *et al.*, 2019).

De las evidencias más antiguas de la práctica de entomofagia se encuentran escritos bíblicos (Nitharwal *et al.*, 2022), donde se prueba que el consumo de insectos ha estado presente en distintas culturas del mundo a lo largo de la historia de la humanidad (Arcos-Estrada *et al.*, 2020; Ramos-Elorduy *et al.*, 2012). De hecho, los insectos formaron parte importante de la cultura azteca, siendo consumidos en sus distintas fases de desarrollo.

En muchos países, incluido México, los insectos se convirtieron en un recurso alimentario para la gente de áreas rurales cuando había períodos de escasez de alimentos (Sánchez-Flores, 2017). Además, los insectos no solo son consumidos con propósitos alimentarios, sino que también son empleados con propósitos medicinales o en rituales de distintos grupos (Giampieri *et al.*, 2022). Así, México se ha convertido en el país con mayor número de insectos que son consumidos como un recurso alimentario, con más de 535 insectos comestibles registrados en el Centro, Sur y Sureste del país (Ramos-Elorduy *et al.*, 2006).

Los grupos indígenas que destacan por el consumo de insectos en México se concentran en tres zonas geográficas. En el centro de México destacan los tlapanecas, náhuatl, tarascos, purépechas y mazahuas; en el estado de Oaxaca, los mixtecos, náhuatl, mazatecos, chochos, cuicatecas, chinantecas, chontales, huaves, zoques, triques, zapotecos y amuchcas y; en el estado de Puebla, los mazatecos, popolacas, náhuas, totonacas y otomíes (Viesca-González & Romero-Contreras, 2009). Hoy en día, el consumo de insectos ha evolucionado y en distintas regiones de México es una tradición, ya sea como parte de la dieta, botana o aperitivo, su consumo forma parte importante y representativa de la gastronomía mexicana.

En el 2013, la FAO reportó que los insectos comestibles serían un recurso viable para sustituir las fuentes de proteína convencionales como respuesta al ritmo acelerado de crecimiento de la población mundial y su consecuente demanda de alimentos nutritivos (Van Huis *et al.*, 2013). De hecho, el consumo de insectos en culturas donde tradicionalmente no los consumen ha incrementado en los últimos años, dando como resultado el surgimiento de nuevos productos que integran a los insectos comestibles como un ingrediente proteico (Sogari *et al.*, 2023).

Tradicionalmente, los insectos se consumen fritos en aceite o tostados en comal de barro, en algunos casos se les añade ajo, limón y sal, como se muestra en la Figura 1 (Oibiokpa *et al.*, 2017).



Figura 1. Chapulín procesado de forma tradicional usando una cazuela de barro

Composición Nutricional

Los insectos para consumo humano destacan por su alto contenido de proteína, lo cual los hace atractivos para convertirse en una alternativa a la ingesta de proteína animal. El contenido proteico general de los insectos comestibles oscila entre el 13 al 77% (Oibiokpa *et al.*, 2017). De acuerdo con la OMS, los insectos comestibles cumplen con los requerimientos de aminoácidos para el consumo humano, con altos valores de aminoácidos esenciales como la fenilalanina, tirosina, triptófano, lisina y treonina (Amarender *et al.*, 2020). Las proteínas son un componente esencial de la dieta humana cuya función principal es fabricar tejidos, regenerarlos y renovarlos continuamente, promoviendo el crecimiento y desarrollo de los individuos. De modo que es importante buscar y aplicar alternativas para cubrir la demanda de proteína, que además de ser de buena calidad nutricional, también sean sustentables, como lo son los insectos comestibles (Nitharwal *et al.*, 2022).

El contenido de grasas en los insectos comestibles es más elevado durante la etapa larval y pupal del insecto y menor en la etapa adulta. Se ha observado una baja concentración de grasas saturadas y un contenido elevado en ácidos grasos (omega-3) (Dossey *et al.*, 2016). Los principales ácidos grasos saturados que contienen los insectos son el palmítico y esteárico; de los ácidos grasos monoinsaturados, el oleico, se encuentra en la composición de todos los insectos, y de los poliinsaturados el linoléico, linolénico y araquidónico son los más representativos (Avendaño *et al.*, 2020).

Por otro lado, el contenido de carbohidratos es bajo, siendo la quitina el polisacárido principal que forma parte del exoesqueleto de los insectos, pero es indigerible para los seres humanos. Sin embargo, se han reportado aplicaciones médicas de la quitina para la cicatrización de heridas (Dossey *et al.*, 2016; Escamilla-Rosales, 2019). Dentro de la composición de los insectos también están distintas vitaminas y minerales, como niacina, riboflavina, tiamina, vitamina C, hierro, magnesio, fósforo,



potasio, sodio y calcio. El contenido de calcio en los insectos más elevado incluso que el de la leche (Dogan & Cekal, 2022; Giampieri *et al.*, 2022).

Es importante mencionar que la composición y calidad nutricional de los insectos comestibles pueden ser afectadas por factores que no pueden ser controlados con facilidad como son el sexo, factores ambientales (temperatura, intensidad de la luz, humedad, duración del día), etapa de la vida del insecto y la dieta (Ibarra-Herrera *et al.*, 2020).

Chapulines y su efecto en la agricultura

El orden Ortóptera es uno de los grupos de insectos que representa mayor relevancia dentro del sector agrícola en México. Las especies de este orden afectan distintos cultivos, por lo que son considerados como una plaga endémica de México (Mariño-Pérez *et al.*, 2011). En el 2017 el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) determinó que los principales cultivos afectados por grillos y chapulines son las gramíneas, leguminosas, cucurbitáceas y frutales. Los insectos en su forma de ninfas y adultos se alimentan de los tallos, hojas y frutos tiernos, no solo generando una pérdida estimada de un 20-30% de la producción agrícola, sino también generando pérdidas económicas (SENASICA, 2017; Huerta *et al.*, 2014). Los principales estados que se ven afectados por la presencia de estos insectos son Chihuahua, Guanajuato, Puebla, Querétaro, Tlaxcala, Hidalgo y Zacatecas.

Con la finalidad de reducir los daños en los distintos cultivos que infestan, los chapulines son recolectados para consumirlos desde inicios de la temporada de lluvias hasta inicios de invierno (Cohen *et al.*, 2009). El ciclo de los chapulines inicia en las últimas semanas de mayo donde nacen las primeras ninfas, después de aproximadamente dos meses de desarrollo las ninfas llegan a su etapa adulta (Figura 2). Una vez que los chapulines alcanzan la etapa adulta de su desarrollo, comienzan nuevamente su reproducción, considerando que octubre es el mes con un alto índice de reproducción de los insectos. A partir de este mes se comienza a observar un decremento en la presencia de insectos, esto debido a que las hembras mueren poco después de la oviposición y los machos se enfrentan a condiciones climáticas frías y poca disponibilidad de alimento (Aquino-Olmedo, 2015).

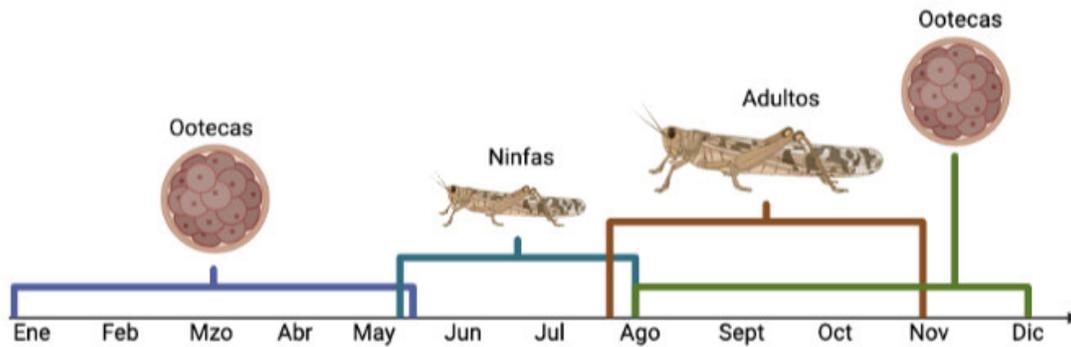


Figura 2. Ciclo biológico del chapulín (basado en datos de Aquino-Olmedo, 2015)

Regulación y Desafíos

La demanda en el consumo de insectos ha generado la necesidad de desarrollar una alternativa de producción que sea económicamente eficiente, segura y sustentable. Es importante considerar el balance ecológico dentro de la producción y consumo de insectos, donde el cultivo de insectos no provoque un efecto negativo al medio en el que se desarrollen. También es importante el estudio científico de los posibles riesgos microbiológicos, bioquímicos y alergénicos que su consumo pueda generar (Brogan *et al.*, 2021).

Dentro de las ventajas que representa la domesticación de los insectos está la facilidad de ser criados en espacios o contenedores pequeños, ya que debido a su tamaño no requieren de grandes espacios, el ciclo de vida es corto, una vez alcanzada la etapa de adulto, en su mayoría, los insectos no exceden los 45 días de vida. Al considerarse un cultivo versátil, los insectos pueden cultivarse tanto en zonas rurales como en zonas urbanas. Una ventaja de la cría y creación de granjas de insectos es que, a diferencia de la ganadería, la alimentación de los insectos no representa una inversión en recursos, ya que estos pueden alimentarse de desechos forestales o agrícolas, en lugar de granos, disminuyendo la alta demanda de granos para la alimentación del ganado. De hecho, la cantidad de alimento necesario para producir 1 kg de proteína de insectos es menor que en el ganado. Por ejemplo, una res necesita alrededor de 25 kg de alimento para producir 1 kg de proteína, mientras que los insectos necesitan 2 kg de alimento para producir 1 kg de proteína (Melgar-Lalanne *et al.*, 2019; Dogan & Cekal, 2022).

Para garantizar la seguridad alimentaria es necesario que se garantice el consumo y aceptación de los insectos comestibles (Wade & Hoelle, 2019). También, es importante considerar los distintos factores que durante el procesamiento puedan generar cambios en la calidad nutricional del alimento. Algunos ejemplos de estos



pueden ser el tiempo de cocción, la forma de preparación y las condiciones de almacenamiento (Aragón-García *et al.*, 2018). Es fundamental que durante y después del procesamiento se cumplan con parámetros que brinden seguridad y larga vida de anaquel al alimento en el almacenamiento, donde no sólo es importante reconocer las condiciones necesarias para cumplir esto, sino también dar garantía en la inocuidad de los productos procesados (Caparros-Megido *et al.*, 2017; Klunder *et al.*, 2012).

A pesar de los beneficios nutricionales, económicos y ambientales que puedan surgir al integrar a los insectos comestibles en la dieta, la industria de insectos comestibles se encuentra limitada por la ausencia de leyes o normas que regulen el comercio, producción o cosecha de los insectos para consumo humano (Piña-Domínguez *et al.*, 2022). Las autoridades regulatorias de distintos países están en la etapa inicial de la generación de estructuras legislativas que guíen y regulen el uso y consumo de insectos comestibles. Esto no sólo permitiría estandarizar los métodos de cosecha, manipulación y procesamiento de los insectos, de igual forma, garantizaría la seguridad e inocuidad alimentaria (Nitharwal *et al.*, 2022). En el 2012 más de 30 compañías de insectos comestibles se crearon en Estados Unidos; mientras que Tailandia se convirtió en el país líder en el cultivo de insectos, produciendo anualmente un aproximado de 7,500 toneladas de insectos en 20,000 granjas. Por otro lado, en la mayoría de los países del oeste las granjas de insectos están dedicadas a suministrar alimento para mascotas (Dogan & Cekal, 2022). En México, actualmente no existen guías, normativas o manuales relacionadas con la manufactura o comercialización específicamente de insectos comestibles. Por lo que las empresas dedicadas a la producción o cría de insectos comestibles optan por guiarse mediante normativas de países extranjeros o, en algunos casos, se guían de las normativas ya declaradas en el Diario Oficial de la Federación (DOF) que incluya a “otros productos cárnicos” en su descripción (Piña-Domínguez *et al.*, 2022; Carreño, 2020). Recientemente, se ha integrado a la Ley de Productos Orgánicos de SENASICA una categoría de alimentos orgánicos que incluyan insectos, donde dentro de los parámetros a cumplir está el demostrar que la recolección, cosecha, recolecta y procesamiento no alteren el ecosistema. Sin embargo, esta ley se enfoca más en cumplir con los elementos necesarios para que un producto sea considerado orgánico que en su calidad nutricional o de procesamiento (Lähteenmäki-Uutela *et al.*, 2021).

Es importante reconocer que, a pesar de representar una alternativa favorable de fuente de proteína, no todos los insectos son comestibles. Al ser un grupo extenso de organismos se vuelve necesario aplicar metodologías o técnicas que permitan identificar las características que definen a los insectos comestibles de los que no lo son (Nakajima & Ogura, 2022).

A pesar de los beneficios que representa el consumo de insectos o la integración de estos a la dieta, una de las principales y constantes problemáticas de estos al ser



presentados como alimentos es la percepción cultural que tienen, lo cual afecta la aceptación para su consumo en las culturas occidentales que no están acostumbrados a verlos como parte de su dieta (Sogari *et al.*, 2023).

Conclusiones

La entomofagia no es una práctica alimentaria nueva; tiene profundas raíces históricas en México y en muchas otras culturas alrededor del mundo, donde los insectos no sólo eran considerados un recurso alimentario, sino también eran empleados con propósitos medicinales y en rituales culturales. Incluso, a lo largo de la historia, el consumo de insectos también ha contribuido en la resolución de problemas de malnutrición de grupos sociales vulnerables que no puedan acceder con facilidad a las proteínas animales. También se ha visualizado que el consumo controlado y regulado de insectos podría mitigar los daños que estos provocan al sector agrícola.

Para poder abastecer un consumo de insectos global, es necesario desarrollar esquemas de producción eficiente, segura y sostenible, para lo cual, aun se requieren estudios que garanticen la inocuidad alimentaria del proceso y almacenamiento. Además de los requerimientos técnicos, el consumo de insectos enfrenta desafíos, como la falta de normativas que regulen su recolección, procesos de manipulación y consumo. Y el mayor desafío para la integración de los insectos en la dieta humana es la percepción cultural que influye en la aceptación del consumidor.

El aceptar y considerar a los insectos como una fuente alimentaria viable representa un papel fundamental en la transición de los sistemas alimentarios convencionales a un sistema más sustentable y amigable con el medio ambiente.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que la investigación se realizó en ausencia de cualquier relación comercial o financiera que pudiera interpretarse como un potencial conflicto de interés.

Agradecimientos

La autora MTMN agradece el apoyo de la beca de maestría con número de apoyo 807027 de CONAHCYT y al Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A. C. (CIATEJ).

Referencias

Amarender, R. V., Bhargava, K., Dossey, A. T. & Gamagedara, S. (2020). Lipid and protein extraction from edible insects- Crickets (Gryllidae). *LWT- Food Science and Technology*, 125. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109222>



- Aquino-Olmedo, S. T. (2015). *Efecto de la temperatura y humedad en el ciclo biológico del Chapulín Sphenarium purpurascens Charpentier* [tesis de maestría Instituto Politécnico Nacional]. Repositorio Dspace. http://literatura.ciidiroaxaca.ipn.mx:8080/xmlui/handle/LITER_CIIDIROAX/231
- Aragón-García, A., Rodríguez-Lima, D. R., Pino-Moreno, J. M., Aragón-Sánchez, M., Carlos-Ángeles, S. & García-Pérez, A (2018). Valor Nutritivo de la Harina del Chapulín *Sphenarium purpurascens* Charpentier, 1845 (Orthoptera:Pyrgomorphidae) tostado y natural. *Entomología mexicana*, 5, 106-112. ISSN: 2448-475X
- Arcos-Estrada, E. G., Díaz-Ramírez, M., Jiménez-Guzmán, J., Fabela-Morón, M. F., Rayas-Amor, A. A., León-Espinosa, E. B., García-Garibay, M. & Cruz-Monterosa, R. G. (2020). Análisis fisicoquímico y proteínico de la pasta de chapulín (*Sphenarium purpurascens* Charpentier). *Agro Productividad*, 13(6).<https://doi.org/10.32854/agrop.vi.1729>
- Avendaño, C., Sánchez, M., & Valenzuela V., C. (2020). Insects: An alternative for animal and human feeding. *Revista Chilena de Nutricion*, 47(6), 1029–1037. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182020000601029>
- Brogan, E. N., Park, Y.-L., Matak, K. E., & Jaczynski, J. (2021). Characterization of protein in cricket (*Acheta domesticus*), locust (*Locusta migratoria*), and silk worm pupae (*Bombyx mori*) insect powders. *LWT*, 152, 112314. doi:10.1016/j.lwt.2021.112314
- Caparros-Megido, R., Poelaert, C., Ernens, M., Liotta, M., Blecker, C., Danthine, S., Tyteca, E., Haubruge, E., Alabi, T., Bindelle, J. & Francis, F. (2017). Effect of household cooking techniques on the microbiological load and the nutritional quality of mealworms (*Tenebrio molitor* L. 1758). *Food Control*, 26 (2), 628-631. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.01.002>
- Carreño, D. (2020). Muy nutritivos, pero los insectos comestibles en México están al margen de la ley. *GOULA: Periodismo Especializado en la Industria Alimentaria*. Consultado el 27 de octubre de 2023. <https://goula.lat/muy-nutritivos-pero-los-insectos-comestibles-en-mexico-estan-al-margen-de-la-ley/>
- Choi, B. D., Wong, N. A. K. & Auh, J. (2017). Defatting and Sonication Enhances Protein Extraction from Edible Insects. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 37(6), 955-961. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2017.37.6.955>
- Cohen, J. H., Mata-Sánchez, N. D. & 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>
- Dogan, E. & Cekal, N. (2022). Sustainable food alternative in gastronomy: edible insects (entomophagy). *International Journal of Agriculture, Environment and Food Sciences*, 6(2), 246-253. <https://doi.org/10.31015/jaefs.2022.2.7>



- Dossey, A. T., Tatum, J. T., & McGill, W. L. (2016). Modern Insect-Based Food Industry: Current Status, Insect Processing Technology, and Recommendations Moving Forward. *Insects as Sustainable Food Ingredients*, 113–152. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-802856-8.00005-3>
- Escamilla-Rosales, M. F. (2019). *Análisis de la composición de ácidos grasos de cuatro especies de insectos antes y después del proceso de freído* [tesis de licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo]. UAEH Biblioteca Digital. <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/handle/231104/2229>
- Giampieri, F., Álvarez-Suárez, J. M., Machì, M., Cianciosi, D., Navarro-Hortal, M. D. & Battino, M. (2022). Edible insects: A novel nutritious, functional, and safe food alternative. *Food Frontiers*, 3, (358-365). DOI: 10.1002/fft2.167
- Huerta, A. J., Espinoza, F., Téllez-Jurado, A., Maqueda-Gálvez, A. & Arana-Cuenca, A. (2014). Control Biológico del Chapulín en México. *BioTecnología*, 18 (1), 28-49.
- Ibarra-Herrera, C. C., Acosta-Estrada, B., Chuck-Hernández, C., Serrano-Sandoval, S. N., Guardado-Félix, D. & Pérez-Carrillo, E. (2020) Nutritional content of edible grasshopper (*Sphenarium purpurascens*) fed on alfalfa (*Medicago sativa*) and ammaize (*Zea mays*). *CyTA - Journal of Food*, 18(1), 257-263, DOI: 10.1080/19476337.2020.1746833
- Klunder, H. C., Wolkers-Rooijackers, J., Korpela, J.M. & Nout, M.J.R. (2012). Microbiological aspects of processing and storage of edible insects. *Food Control*, 26 (2), 628-631. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.02.013>
- Lähteenmäki-Uutela, A., Marimuthu S.B., & Meijer, N. (2021). Regulations on insects as food and feed: a global comparison. *Journal of Insects as Food and Feed*, 7 (5), 849-856. <https://doi.org/10.3920/JIFF2020.0066>
- López R. (2020). Insectos, ingrediente clave de la gastronomía mexicana. *Gaceta UNAM*. Consultado el 23 septiembre 2023. <https://www.gaceta.unam.mx/insectos-ingrediente-clave-de-la-gastronomia-mexicana/>
- Mariño-Pérez, R., Fontana, P. & Buzzetti, F. M. (2011). *Identificación de plagas de chapulín en el norte-centro de México. Control biológico de plagas de chapulín en el norte-centro de México*. Universidad Autónoma de Zacatecas.
- Melgar-Lalanne, G., Hernández-Álvarez, A. J. & Salinas-Castro, A. (2019). Edible Insects Processing: Traditional and Innovative Technologies. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 18(4), 1166-1191. DOI: 10.1111/1541-4337.12463
- Nakajima, Y. & Ogura, A. (2022). Genomis and effective trait candidates of edible insects. *Food Bioscience*, 48. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.101793>



- Nitharwal, M., Kumawat, S., Jatav, H.S., Khan, M.A., Chandra, K., Attar, S.K. & Dhaka, S.R. (2022). Edible Insects a Novel Food Processing Industry: An Overview. *Agricultural Reviews*. doi: 10.18805/ag.R-2357
- Oibiokpa, F. I., Akanya, H. O., Jigam, A. A. & Saidu, A. N. (2017). Nutrient and Antinutrient Compositions of Some Edible Insect Species in Northern Nigeria. *Fountain Journal of Natural and Applied Sciences*, 6(1). <https://doi.org/10.53704/fujnas.v6i1.159>
- 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. *Front. Sustain. Food Systems*, 6,1021861. doi: 10.3389/fsufs.2022.1021861
- Pulido-Blanco, V. C., González-Chavarro, C. F., Tapia-Polanco, Y. M. & Celis-Ruiz X. M. (2020). Insectos: Recursos del pasado que podrían ser una solución nutricional para el futuro. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 24(2), 81-100. ISSN 0188789-0
- Quijano-Carranza (2011). *Ficha Técnica Chapulín: Brachystola spp. Melanoplus differentialis y Sphenarium purpurascens*. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria; Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Ramos-Elorduy, B. J., Pino-Moreno, J. M. & Matínez-Camacho, V. H. (2012). Could Grasshoppers Be a Nutritive Meal? *Food and Nutrition Sciences*, 03(02), 164–175. <https://doi.org/10.4236/fns.2012.32025>
- Ramos-Elorduy, J., Medeiros, E., Neto, C., Ferreira, J., Santos, D., Pino-Moreno, J. M., Landero-Torres, I., Ángeles-Campos, S. C. & García Pérez, Á. (2006). Estudio comparativo del valor nutritivo de varios coleoptera comestibles de México y *Pachymerus nucleorum* (Fabricius, 1792) (Bruchidae) de Brasil. *Interciencia*, 31 (7), 512-516. ISSN: 0378-1844
- Sánchez-Flores M. (2017). *Primer Informe Mensual: Campaña contra Chapulín (Informe No. 1 Enero)*. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria.
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. (2017). *Pasión por el campo: Cómo hacer de una plaga, un proyecto productivo y exitoso*. <https://www.gob.mx/senasica/articulos/pasion-por-el-campo-como-hacer-de-una-plaga-un-proyecto-productivo-exitoso?idiom=e>
- Sogari, G., Riccioli, F., Moruzzo, R., Menozzi, D., Tzompa-Sosa, D. A., Li, J., Liu, A. & Mancini, S. (2023). Engaging in entomophagy: The role of food neophobia and disgust between insect and non-insect eaters. *Food Quality and Preference*, 104. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2022.104764>



- Van Huis, A., Van Itterbeeck, J., Klunder, H., Mertens, E., Halloran, A., Muir, G., & Vantomme, P. (2013). *Edible insects: future prospects for food and feed security* (No. 171). Food and agriculture organization of the United Nations.
- Viesca-González, F. C. & Romero-Contreras, A. T. (2009). La Entomofagia en México: Algunos aspectos culturales. *El Periplo Sustentable*, 16 (57-83). ISSN:1870-9036
- Wade, M., & Hoelle, J. (2019). A review of edible insect industrialization: Scales of production and implications for sustainability. *Environmental Research Letters*, 15 (12). IOP Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aba1c1>