



ARTÍCULO DE REVISIÓN

Inclusión de insectos comestibles en patrones alimentarios

Inclusion of edible insects in dietary patterns

Autores: Julia Leiva y Adela Acosta

Inclusión de insectos comestibles en patrones alimentarios

Inclusion of edible insects in dietary patterns

Autor: 1. Julia Leiva (0009-0009-6783-7896)
2. Adela Acosta DSc. (0000-0002-6926-3330)

Sobre el autor: 1-2. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano.

Información del manuscrito: Recibido/Received: 11-11-24
Aceptado/Accepted: 20-12-24.

Contacto de correspondencia: julialeiva1999@gmail.com

Resumen

Introducción: Las investigaciones sobre los insectos comestibles destacan su valor nutricional, sostenibilidad ambiental y una aceptación en la alimentación humana. El objetivo del presente es analizar el valor nutricional de los insectos comestibles y la sostenibilidad de la producción de estos, valorando la aceptación y percepción cultural de consumo y los métodos de procesamiento y control de seguridad alimentaria. **Metodología:** La metodología se fundamenta en el análisis de artículos científicos relevantes, extraídos de fuentes confiables como la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), y bases académicas reconocidas, incluyendo Purdue University, Research Gate, Technical Sourcing International Group, Universidad de Finlandia Oriental y Universidad de León. Los estudios revisados emplean análisis de composición proximal, evaluación de eficiencia de conversión alimenticia (Feed Conversion Efficiency-FCE), y pruebas sensoriales de productos desarrollados con insectos y estudios de aceptación cultural a través de encuestas en diversos países. **Resultados:** Los insectos comestibles presentan una alternativa prometedora para mejorar la sostenibilidad alimentaria y diversificar la ingesta proteica. Las investigaciones resaltan sus beneficios en cuanto a eficiencia de producción, bajo impacto ambiental y riqueza nutricional y es por ello que es de suma importancia demostrar este tipo de investigaciones que pueden cambiar positivamente la industria alimentaria, la nutrición de las personas, y la sostenibilidad. Los estudios utilizan cromatografía, espectrometría y análisis de ciclo de vida o *Life cycle assessment* (LCA), para evaluar la composición nutricional e impacto ambiental de insectos, complementados con pruebas sensoriales y encuestas en Europa y América Latina. **Conclusiones:** Los insectos comestibles son una alternativa nutricionalmente completa y sostenible a las proteínas convencionales, destacándose por su alto contenido de proteínas y micronutrientes esenciales que podrían resolver problemas de enfermedades crónicas en comunidades en donde predominan este tipo de problemas nutricionales, especialmente en países subdesarrollados. Su producción, con menor uso de recursos y emisiones de Dióxido de carbono (CO₂), los convierte en una opción ambientalmente viable para mejorar la sostenibilidad alimentaria.

Palabras clave: cromatografía, impacto ambiental, percepción cultural, proteínas alternativas, seguridad alimentaria

Abstract

Introduction: Research on edible insects highlights their nutritional value, environmental sustainability and acceptance in human nutrition. The objective of the present study is to analyze the nutritional value of edible insects and the sustainability of their production, assessing the acceptance and cultural perception of consumption and the methods of processing and food safety control. **Methodology:** The methodology is based on the analysis of relevant scientific articles, extracted from reliable sources such as FAO and recognized academic bases, including Purdue University, Research Gate, TSI Group, UEF and ULE. The studies reviewed employ proximate composition analysis, Feed Conversion Efficiency (FCE), evaluation and sensory testing of products developed with insects and cultural acceptance studies through surveys in various countries. **Results:** Edible insects present a promising alternative to improve food sustainability and diversify protein intake. Research highlights their benefits in terms of production efficiency, low environmental impact, and nutritional richness, which is why it is of utmost importance to demonstrate this type of research that can positively change the food industry, human nutrition, and sustainability. The studies use chromatography, spectrometry, and life cycle analysis (LCA), to assess the nutritional composition and environmental impact of insects, complemented with sensory testing and surveys in Europe and Latin America. **Conclusions:** Edible insects are a nutritionally complete and sustainable alternative to conventional proteins, standing out for their high content of proteins and essential micronutrients that could solve chronic disease problems in communities where this type of nutritional problems predominate, especially in underdeveloped countries. Their production, with lower use of resources and CO₂ emissions, makes them an environmentally viable option to improve food sustainability.

Keywords: chromatography, environmental impact, cultural perception, alternative proteins, food safety

Introducción

La Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), y otros estudios internacionales coinciden en que los insectos comestibles como el *Tenebrio molitor*, los grillos como *Acheta domesticus* y las langostas son ricas fuentes de proteína entre 35 % y 77 % del peso seco y ácidos grasos esenciales. Los insectos han formado parte de la dieta humana durante miles de años y se han encontrado pruebas de su consumo en sitios arqueológicos prehistóricos (FAO 2013). Los insectos comestibles son una opción de alta eficiencia alimentaria y bajo impacto ambiental, destacándose su contenido en proteínas; aminoácidos esenciales y micronutrientes como el hierro y el zinc que los hacen comparables con fuentes de carne convencional (Rumpold y Schlüter 2013). También subrayan el potencial de especies como el *Tenebrio molitor* y los grillos para diversificar la dieta humana y reducir la dependencia de la ganadería tradicional, dado que requieren menos recursos y generan emisiones de gases de efecto invernadero.

De acuerdo con la Universidad Politécnica de Valencia, en base a una investigación sobre la seguridad alimentaria y calidad nutricional del uso de insectos en la dieta, los insectos son una fuente de proteína de alta calidad de 35-77 % en base seca con la mayoría de los aminoácidos esenciales (Prósper Ortega 2020). Su perfil nutricional incluye ácidos grasos poliinsaturados y minerales clave como el hierro, zinc y calcio esenciales para una dieta

balanceada. El estudio menciona, que los insectos pueden ser un complemento alimenticio para los niños desnutridos por su alto contenido de fibra, ácidos grasos y micronutrientes como cobre o hierro. En métodos de procesamiento, tenemos el proceso de deshidratado con insectos; en un estudio de deshidratado de grillo común empleando una planta híbrido solar deshidratado-LP localizada en el Estado de Zacatecas, México, se analizaron las cinéticas de secado llegando a la humedad de equilibrio en 8 horas, obteniendo 78 k de producto (ResearchGate 2020). Esta revisión de literatura posee varios enfoques en donde una parte recopiló información mediante el análisis de composición nutricional, evaluación de eficiencia de conversión alimentaria, estudios de ciclo de vida mediante o (LCA) para medir el impacto ambiental de un determinado producto.

Los insectos comestibles ofrecen una alternativa nutricionalmente completa y sostenible a las proteínas convencionales, destacándose por su alto contenido de proteínas y micronutrientes esenciales. Entre las harinas de insectos más estudiadas y utilizadas como reemplazo proteico, en alimentos para humanos se encuentran: el grillo doméstico (*Acheta domestica*), las larvas de moscas soldado negro (*Hermetia illucens*) y los gusanos de la harina (*Tenebrio molitor*) (Avendaño, Sánchez y Valenzuela 2020). Su producción con menor uso de recursos y emisiones de CO₂ lo convierte en una opción ambientalmente viable para mejorar la sostenibilidad alimentaria. Aunque existen desafíos en cuanto a la seguridad y aceptación general, los productos a base de insectos, como harinas y *snacks*, han mostrado una buena aceptación inicial, con la implementación de regulaciones y campañas educativas.

Los insectos comestibles tienen el potencial de integrarse ampliamente en la dieta humana y contribuir a un sistema alimentario más resiliente. Actualmente, los insectos comestibles se comercializan principalmente como insectos enteros, pastas o harinas molidas, polvos de proteínas y fracciones de aceite que luego se pueden usar como ingredientes en aplicaciones alimentarias (Mshayisa, van Wyk y Zozo 2022). Según (Vanqa, Mshayisa y Basitere 2022), por más grande que sea el desafío de alimentar a 9 000 millones de personas para el año 2050, consideran que aumentar la disponibilidad de alimentos es insuficiente debido a los recursos cada vez más limitados, como la tierra cultivable para la agricultura. Esto, sin duda, requiere formas innovadoras y alternativas de garantizar que haya alimentos adecuados, de calidad, seguros y nutritivos disponibles y accesibles para todas las personas en todo momento.

Los insectos comestibles también se transportan fácilmente y suelen ser fáciles de criar sin una capacitación especializada (Food agriculture organization 2022). El propósito de esta revisión es analizar el valor nutricional de los insectos comestibles, evaluar su impacto en la sostenibilidad alimentaria; identificación de métodos de procesamiento y la seguridad alimentaria, analizar la aceptación cultural de los insectos en la dieta humana e identificar desafíos y oportunidades para su inclusión en la alimentación para tener otras alternativas más saludables de alimentación y a un precio justo en la sociedad.

Metodología

Enfoque y criterios de selección

Esta revisión de literatura utiliza un enfoque cualitativo para sintetizar estudios existentes sobre el valor nutricional, sostenibilidad, seguridad alimentaria, y aceptación cultural de los insectos comestibles. Esta es una revisión exhaustiva en donde se presentan estudios largos y especializados. La metodología se basa en el análisis de artículos científicos seleccionados por su relevancia en el tema y obtenidos de fuentes reconocidas como la FAO y otras bases académicas como Purdue University, Technical Sourcing International Group (TSI Group), Universidad de Finlandia Oriental (UEF) y Universidad de León (ULE), siendo un total de 35 artículos encontrados, de los cuales el

60 % fueron en español y el 40 % en inglés y, entre ellos, tienen un intervalo de 5 años de antigüedad. Dicha revisión se realizó en los meses de septiembre hasta noviembre del año 2024.

- **Recolección y selección de la información.** Los artículos revisados fueron seleccionados por su relevancia en los temas centrales: nutrición, sostenibilidad ambiental, aceptación cultural, y seguridad de los insectos comestibles. Se incluyeron estudios con análisis de composición proximal (cromatografía y espectrometría) para evaluar proteínas, grasas, aminoácidos, vitaminas y minerales en diversas especies de insectos comestibles.
- **Evaluación del impacto ambiental.** Dentro de los estudios seleccionados se incluyen análisis de ciclo de vida LCA para medir el impacto ambiental de la producción de insectos en comparación con fuentes tradicionales de proteína ambiental enfocado al uso de recursos y emisiones de gases de efecto invernadero.
- **Análisis de seguridad alimentaria.** Se revisaron investigaciones que evaluaron los riesgos microbiológicos y alérgicos presentes en los insectos utilizando métodos de procesamiento como el secado y tostado para minimizar los riesgos y asegurar la inocuidad del consumo humano.
- **Análisis sensorial.** Se encontraron estudios de análisis sensorial en el cual se evaluaron parámetros como sabor, textura, apariencia y aroma en productos derivados de insectos (como harinas y *snacks*) realizados en diferentes regiones en Latinoamérica, estas pruebas revelaron un nivel de aceptación del 60 %.

Resultados

Dentro de la información recopilada, un informe de la Universidad Europea escrito por Francisco Vallejo menciona que los insectos son entre un 80 % y un 100 % comestibles en comparación con otros animales que tienen 40 % y 50 %. Los gusanos de la harina tienen una mejor huella hídrica, menor que el resto de ganado (2024).

En Oaxaca, México, según el informe de entomofagia: Seguridad alimentaria (disponibilidad y estabilidad), en una zona rural, menciona que la mayoría de la zona rural de esa región consumen bastantes insectos comestibles, de los cuales la frecuencia de consumo es de cuando hay disponibilidad, la mayoría de las familias consume insectos de 2 a 3 veces por semana, seguida por quienes los consumen una vez por semana o de 2 a 3 veces al día (Ramos-Elorduy et al. 2009).

Por otro lado, se encontraron estudios sobre cromatografía de gases en cuanto a la extracción de aceite en larvas de insectos comestibles, en este caso el *Tenebrio Molitor*, y encontrar los resultados de sus características organolépticas (Morales Ramos et al. 2022).

Entre la comparación del Estado de Hidalgo y Estado de México se encontró que los chapulines tienen mayor proporción de proteína en el Estado de México en base seca, con 64 gramos por 100 gramos de alimento. Un dato importante para destacar es que los coleópteros (escarabajos) son los insectos más consumidos a nivel mundial, seguidos por los lepidópteros (mariposas y polillas) y los himenópteros (abejas, avispas y hormigas). Estos tres grupos representan una parte significativa del consumo global de insectos, mientras que otros órdenes, como dípteros (moscas) y odonato (libélulas), son consumidos en menores proporciones. Este patrón sugiere una preferencia por ciertos tipos de insectos, probablemente debido a su disponibilidad, valor nutricional o aceptación cultural en distintas regiones del mundo (Gertrudis 2020). El contenido de algunos elementos minerales en *C. redtembachteri*, *A. hesperiasis* y *L. apiculatum* identificados en la zona arqueológica de Teotihuacán y en Otumba, Estado de México dieron con más proporción de potasio, de los

cuales el que obtuvo un porcentaje mayor de potasio fue el gusano blanco. (Ramos Rostro et al. 2012).

Tabla 1. Matriz de estudios encontrados

Referencia	Tipo de estudio	Participantes	Intervención/método	Resultados principales
Morales Ramos et al. (2022)	Análisis químico proximal	Estudios previos sobre cromatografía de gases con insectos comestibles	Comparación del porcentaje de proteínas promedio por medio de cromatografía de gases.	Los chapulines tienen mayor proporción de proteína en el Estado de México en base seca con 64 gramos por 100 gramos de alimento.
Ramos-Elorduy et al. (2009)	Observacional	Familias en Oaxaca, México	Observación de frecuencia de consumo y tipos de insectos consumidos.	Consumo frecuente de 2-3 veces por semana en familias rurales; insectos como fuente clave de proteína.
(Alday et al. 2020)	Encuesta de percepción	200 consumidores (España)	Encuesta sobre percepción de productos de insectos en diferentes formas (harina vs. enteros).	Mayor aceptación en productos de harina de insecto (55 %) que en insectos enteros.
(Vallejo del Ser 2024)	Revisión bibliográfica	Estudios previos sobre producción de insectos comestibles	Análisis de recursos requeridos para producción animal vs. insectos.	Insectos requieren menos tierra, agua y alimento para 1 kg de peso vivo, con 80 % comestible.
(FAO 2013)	Revisión técnica	Documentos globales sobre seguridad alimentaria	Análisis del impacto de la producción de insectos en la sostenibilidad alimentaria global.	Destaca la eficiencia de insectos en términos de recursos y su potencial como alternativa a la carne convencional.

Fuente. Leiva (2024).

Desarrollo y discusión

Organización estructural de los datos

La revisión bibliográfica cuenta con diferentes puntos de enfoque y criterios de selección en cuanto al tema de los insectos comestibles de los cuales se habla de:

- **Sostenibilidad.** Generar más proteínas sin impactar en el entorno y reducir el consumo de agua y el uso de antibióticos del sistema de producción de alimentos. Estas son las principales ventajas de incorporar los insectos a nuestro menú. Hoy en día más de 1.900 especies completan la dieta de 2.000 millones de personas (BBVA 2021).

- **Aceptación.** Uno de los grandes retos a los que se enfrentan los insectos comestibles es el posible rechazo de los consumidores. En las regiones donde la entomofagia es común, los insectos son considerados como una fuente valiosa de alimento. La incorporación de los insectos en forma de polvo a otros alimentos es una de las principales estrategias para vencer el rechazo (Ileana Maricruz et al. 2023).
- **Valor nutricional.** Los insectos son ricos en proteínas, lípidos, fibra y minerales, variando su aporte según especie y estadio de desarrollo, distintos insectos comestibles, grillos y escarabajos, principalmente poseen una interesante composición proteica que va desde un 25 % hasta un 75 % del peso seco (Tobar Nicolás 2023).

Discusión

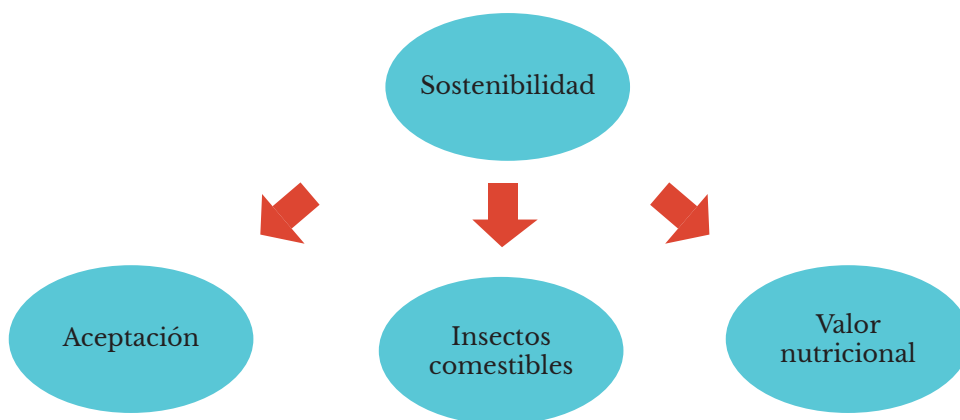
De acuerdo con los resultados, el artículo sobre insectos comestibles del informe de la Universidad Europea indica que los insectos tienen un alto porcentaje de comestibilidad, entre el 80 % y 100 % en comparación con otros animales que alcanzan solo el 40 y 50 %. Esto sugiere que los insectos podrían ser una fuente de proteína más eficiente y sostenible, lo que podría tener implicaciones positivas para la seguridad alimentaria y la sostenibilidad ambiental (Vallejo del ser 2024).

En cuanto al artículo del consumo de insectos en Oaxaca, México, en la región rural se resalta el consumo regular de insectos comestibles, con muchas familias ingiriéndolos de 2 a 3 veces por semana. Esto resalta la importancia cultural y nutricional de los insectos en la dieta local y a su vez sugiere que la educación sobre el consumo de insectos podría ser clave para mejorar la seguridad alimentaria en áreas rurales (Ramos-Elorduy et al. 2009).

Los estudios sobre la cromatografía de gases en larvas de *Tenebrio Molitor* para la extracción de aceite son importantes, ya que el aceite de insecto podría tener usos industriales y nutricionales, los resultados sobre las características organolépticas son significativos para desarrollar productos alimenticios a base de insectos y comprender su potencial en la industria alimentaria (Morales Ramos et al. 2022).

La comparación entre los chapulines en Hidalgo y el Estado de México muestra que estos tienen una alta proporción de proteína, especialmente en el Estado de México. Además, el predominio global de consumo de coleópteros, lepidópteros y elementos minerales en insectos en áreas arqueológicas también sugiere que el consumo de insectos tiene raíces profundas en la cultura mexicana (Gertrudis 2020).

Figura 1. Mapa conceptual de relevancia del uso de insectos comestibles



Durante el desarrollo de esta revisión es importante considerar todos los aspectos tanto positivos como negativos en base a los insectos comestibles, por ejemplo, se dice que los alcaloides, presentes en alguna especie de insecto podrían a partir de determinadas dosis, llegar a ser tóxicos para los consumidores, y se explica que el consumo de algunos insectos podría “causar deficiencia de tiamina (vitamina B1)” (Universidad de León 2023).

También la quitina, el material principal del que está formado el exoesqueleto de los artrópodos. Ya que ha estimado que el contenido en quitina en insectos oscila entre 2.7 y 49.8 mg/kg de peso fresco. Ejerce un efecto negativo en la digestibilidad de las proteínas y en su utilización (Calleja 2022). Los insectos son alimentos básicos en más del 80 % de los países, aún no han penetrado en los mercados occidentales donde llevan el estigma de ser insalubres. Para disipar esta idea errónea, los consumidores deben conocer los beneficios de la entomofagia (Stephenson Anna 2021). Los insectos contienen una combinación notable de dos macronutrientes esenciales: proteínas y grasas. También tienen un contenido significativo de vitaminas, fibra y minerales que nuestro cuerpo necesita para un funcionamiento óptimo. Por supuesto, con una cantidad tan grande de insectos disponibles para el consumo, el valor nutricional de cada especie varía (University of Florida 2024).

La entomofagia describe la práctica de comer insectos. En muchos países del mundo, los insectos se consideran extremadamente nutritivos. Sin embargo, en Europa, donde el consumo de insectos y alimentos a base de insectos suele considerarse con repugnancia, se ha producido una aceptación aletargada de esta práctica (Conway Ana, Jaiswal Swarna y Jaiswal Amit 2023). Hablando en términos de cultura y los hábitos alimentarios ejercen una gran influencia en lo que se considera comestible en el área mediterránea, especialmente en Italia, donde la conservación de las tradiciones culinarias es un factor predominante que afecta al comportamiento alimentario. (Toti et al. 2020). Los insectos comestibles se clasifican en ocho órdenes principales que pertenecen a *Blattodea* (cucarachas y termitas), *Coleoptera* (escarabajos), *Diptera* (moscas), *Hemiptera* (cigarras, chinches apestosas), *Hymenoptera* (abejas, avispas, hormigas), *Lepidoptera* (mariposas, polillas), *Odonata* (libélulas) y *Orthoptera* (grillos, saltamontes, langostas).

En las comunidades donde el consumo de insectos ya está culturalmente aceptado, la promoción de su consumo también podría ayudar a abordar enfermedades crónicas relacionadas con dietas deficientes, como la diabetes tipo 2. Además de su alto contenido de nutrientes, muchos insectos comestibles proporcionan factores antiinflamatorios (Rodríguez et al. 2021).

Los resultados generales de esta revisión, comenzando con la Figura 1, demuestra que los insectos, como saltamontes y gusanos de harina, son significativamente más eficientes que los animales tradicionales (como vacas y pollos) en términos de uso de tierra, alimento y agua para producir 1 kg de peso. Además, presentan un mayor porcentaje comestible (80 %) en comparación con el ganado bovino (40 %), lo que maximiza su aprovechamiento. Esto destaca el potencial de los insectos como una fuente de proteína más sostenible y eficiente, con un menor impacto ambiental, en comparación con las proteínas animales convencionales. A diferencia de la ganadería tradicional, que consume muchos recursos y daña el medio ambiente, la cría de insectos requiere una cantidad mínima de tierra, agua y alimento. Además, los insectos producen menos emisiones de gases de efecto invernadero y generan menos desechos en comparación con el ganado convencional (López 2024).

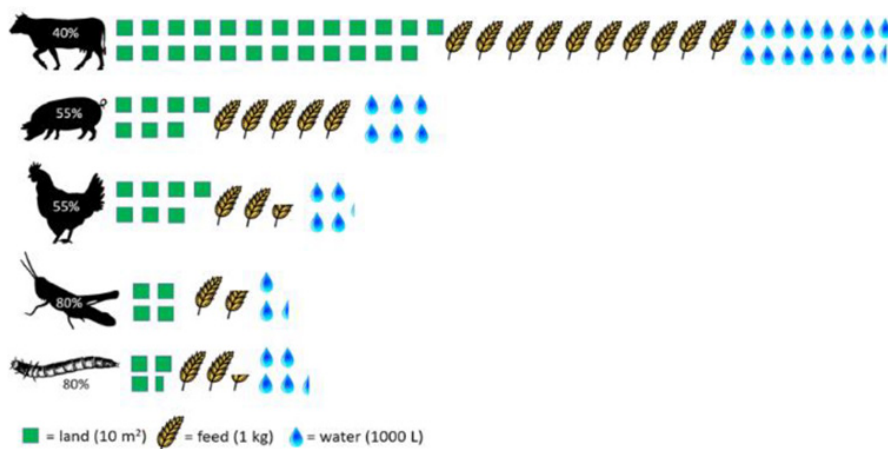
De acuerdo con una revisión de literatura se encontraron resultados de sostenibilidad que los indicadores ambientales (uso de la tierra, huella hídrica y emisiones de gases de efecto invernadero) fueron entre un 40 y un 60 % más bajos para los alimentos y piensos de insectos comestibles que para el ganado animal tradicional (Ros-Baró y Casas-Agustench et al. 2022). La Universidad Oberta de Catalunya 1 034 personas que habían participado en una encuesta sobre el consumo de insectos. La gran mayoría, el 86 %, afirmó no haber comido nunca insectos, y solo el 13 % afirmó haberlos comido. El principal motivo

Fuente: Leiva (2024).

esgrimido para no comer insectos fue el asco (38 %), seguido de la falta de costumbres (15 %), las dudas sobre la seguridad alimentaria (9%) y los motivos culturales (6 %), entre otros (Casanovas 2023).

En México, los insectos siempre han sido una fuente común de proteínas y sabor (Ambrose Emma 2019). Los insectos comestibles no solo se pueden utilizar para elaborar alimentos, sino que también para realizar aditivos alimentarios. Los aditivos alimentarios también se pueden extraer de los insectos. El carmín, un colorante natural común que se ha utilizado durante cientos de años, se obtiene del *Dactylopius coccus* (Guerrero Rodríguez 2015).

Figura 2. Cantidad de tierra, alimento y agua necesaria para producir 1 kg de peso de animal vivo y porcentaje del animal que es comestible

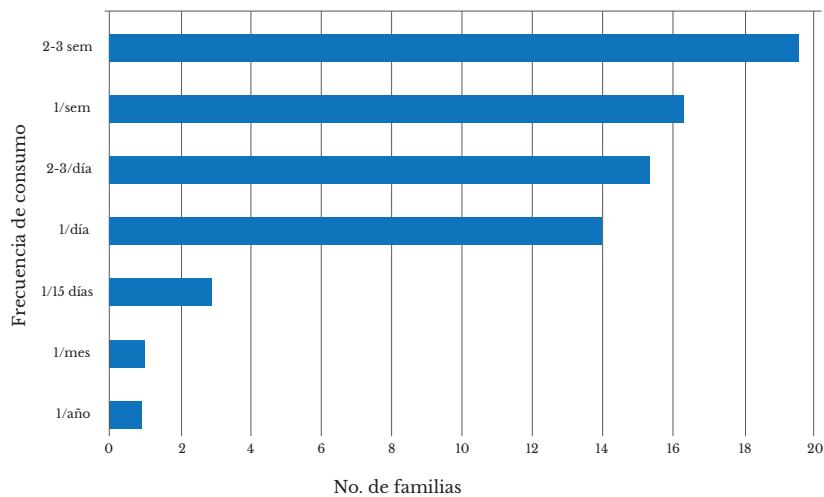


Fuente: Vallejo (2024).

En el estudio de la frecuencia de consumo de insectos en familias en Oaxaca, México, que la Figura 2 indica cuando hay disponibilidad, la mayoría de las familias consume insectos de 2 a 3 veces por semana, seguida por quienes los consumen una vez por semana o de 2 a 3 veces al día. Esto evidencia que el consumo de insectos es común y regular en estas comunidades, reflejando su importancia como fuente de alimento nutritivo en la dieta local. En otros continentes como Europa, a raíz de la decisión de la Comisión Europea por la que se aprobó el gusano de la harina como primer insecto utilizado como alimento en la Unión Europea (Newsroom 2021). Un estudio en Europa Occidental específicamente en España, se realizó un estudio transversal mediante un cuestionario ad hoc en el que participaron 1 034 consumidores.

Las respuestas al cuestionario permitieron estudiar las áreas relevantes para la aceptación: neofobia, normas sociales, familiaridad, experiencias de consumo y conocimiento de los beneficios. Solo el 13.15 % de los participantes había probado los insectos. El asco, la falta de costumbre y la seguridad alimentaria fueron las principales razones para evitar el consumo de insectos. En consecuencia, es necesario ofrecer preparaciones con un aspecto apetitoso, siendo las harinas el formato más aceptado. El grupo de entre 40-59 años fue el más dispuesto a consumirlos. (Ros-Baró y Sánchez-Socarrás et al. 2022).

Figura 3. Frecuencias de consumo de insectos mencionadas cuando hay disponibilidad



Fuente: Ortiz et al. (2022)

En el Cuadro 1, se muestra el análisis organoléptico de un estudio sobre la *Tenebrio Molitor*, en el cual, se extrajeron aceite de las larvas. El análisis fue realizado mediante cromatografía de gases donde se encontró variables interesantes de que el olor es ligeramente a maní y su sabor es suave sin evidencia de partículas extrañas en suspensión. Lo cual evidencia una vez más el buen uso de insectos para elaboración de productos de consumo humano.

Por otro lado, la mayoría de los insectos comestibles proporcionan suficiente ingesta de energía y proteínas en la dieta humana, además de cumplir con los requisitos de aminoácidos. Los insectos también tienen un alto contenido de ácidos grasos mono y poli-insaturados; son ricos en oligoelementos como cobre, hierro, magnesio, manganeso, fósforo, selenio y zinc, así como vitaminas como riboflavina, ácido pantoténico, biotina y ácido fólico en algunos casos (TSI Group - Tecnosoluciones Integrales 2020).

Un estudio en Madagascar muestra que, aunque los insectos son más baratos que la carne y el pescado, la población rural apenas los compra, sino que los recolecta casi exclusivamente en estado silvestre. Por lo tanto, la recolección de insectos silvestres por parte de los hogares parece ser clave para explicar los patrones de consumo en las áreas rurales. El tiempo dedicado a la recolección está fuertemente correlacionado con las cantidades de proteínas de insectos consumidas y explica la mayoría de los resultados de la regresión. Esto parece obvio en una situación en la que el consumo depende casi por completo de la recolección silvestre (Dürr y Ratompoarison 2021).

Cuadro 1. Análisis organoléptico del aceite de las larvas del *Tenebrio Molitor*

Características	Aceite extraído de las larvas del <i>Tenebrio Molitor</i>
Estado	Líquido
Consistencia	Oleoso
Olor	Ligeramente a maní. Exento de rastros del solvente empleado
Color	2.5 color ASTM (Norma utilizada ASTM D1500-98)
Sabor	Suave
Impurezas visibles	No lleva partículas extrañas en suspensión

De acuerdo con el Cuadro 2, se muestran los resultados de diferentes tipos de insectos de distintas familias en las que entre la comparación del Estado de Hidalgo y Estado de México se encontró que los chapulines tienen mayor proporción de proteína en el Estado de México en base seca con 64 gramos por 100 gramos de alimento. Aunque en el caso de las chinches se aproxima al contenido de proteína de los chapulines, comparándolo con otro estudio en el Estado de Hidalgo, las chinches *Thasus gigas* fueron utilizadas para elaborar salsa, y en cuanto a proteína en estado ninfal tiene un valor de 63 % y en estado adulto de 65.90 %, por lo que los valores de dicha investigación resultaron estar aproximados a su valor para las del estadio II de 61.777 y para el adulto o estadio V de 73.805. (Mendoza et al. s.f.).

Un estudio en china también menciona que el insecto *Clanis bilineata tsingtauica* Mell, 1922, (Insecta: *Lepidoptera: Sphingidae*) es una plaga importante de *Glycine max*. La historia de *C. bilineata tsingtauica* como fuente de alimento se remonta a la dinastía Qing china hace unos doscientos años. El consumo de las larvas del quinto estadio de *C. bilineata tsingtauica* es común en muchas regiones de China, especialmente en las provincias de Jiangsu, Shandong y Henan, y Lianyungang (provincia de Jiangsu) es un importante centro de producción (Su et al. 2021).

Cuadro 2. Comparación del porcentaje de proteínas promedio que poseen los insectos comestibles registrados del Estado de Hidalgo y del Estado de México base seca (gr/100 gr)

Nombre común	Hidalgo (promedio)	México (promedio)
Chapulines	57.00-70.72 (63.6)	52.60-77.13(64.86)
Chinches	39.10-70.89 (54.99)	34.24-70.87 (52.55)
Escarabajos	20.98-47.08 (34.03)	20.10-71.10 (45.60)
Mariposas	30.18-57.35 (43.76)	32.73-59.56 (46.14)
Moscas	37.42-53.85 (45.63)	35.87-40.68 (38.27)
Abejas	29.15-49.10 (39.12)	41.68-49.30 (45.49)
Hormigas	9.15-66.50 (37.82)	9.45-46.26 (27.85)
Avispas	52.70-75.10 (63.90)	52.84-64.45 (58.64)

Fuente: (Valdez Pantoja y Untiveros Bermúdez 2010).

Conclusiones

Los insectos comestibles son una alternativa nutricionalmente completa y sostenible a las proteínas convencionales, destacándose por su alto contenido de proteínas y micronutrientes esenciales que podrían resolver problemas de enfermedades crónicas, en comunidades en donde predominan este tipo de problemas nutricionales, especialmente en países subdesarrollados.

Su producción, con menor uso de recursos y emisiones de CO₂, los convierte en una opción ambientalmente viable para mejorar la sostenibilidad alimentaria.

Aunque existen desafíos en cuanto a la seguridad y aceptación cultural, los productos a base de insectos, como harinas y snacks, han mostrado buena aceptación inicial. Con la implementación de regulaciones y campañas educativas, y siguiendo los protocolos de inocuidad para el consumo humano, los insectos comestibles tienen el potencial de integrarse ampliamente en la dieta humana y contribuir a un sistema alimentario más resiliente.

Fuente: (Valdez Pantoja y Untiveros Bermúdez 2010).

- Ambrose Emma. 2024 “Apetito de insectos”. Accedido el 13 de noviembre de 2024. <https://ag.purdue.edu/news/2019/04/bug-appetit.html>.
- Avendaño, Constanza, Manuel Sánchez y Carolina Valenzuela. 2020. “Insectos: son realmente una alternativa para la alimentación de animales y humanos”. *Revista chilena de nutrición* 47, núm. 6: 10-29–37. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182020000601029>.
- BBVA. 2021 “Los insectos son una solución para lograr una alimentación más sostenible”. BBVA. <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/los-insectos-son-una-solucion-para-lograr-una-alimentacion-mas-sostenible/>.
- Calleja, Carlos Alonso. 2022. “Cinco riesgos para la salud de comer insectos: de los parásitos a las alergias”. *El Español*. https://www.elespanol.com/ciencia/nutricion/20220601/riesgos-salud-comer-insectos-parasitos-alergias/676682598_0.html.
- Casanovas, Sònia Armengou. 2023. “Most people would agree to eat insects in the future”. Universitat Oberta de Catalunya. <https://www.uoc.edu/en/news/2023/009-insects-consumption-nutrition>.
- Conway Ana, Jaiswal Swarna, Jaiswal Amit. 2023. “El potencial de los insectos comestibles como fuente de alimentos seguros, sabrosos y sostenibles en la Unión Europea”. <https://www.mdpi.com/2304-8158/13/3/387>.
- Dürre, Jochen y Christian Ratompoarison. 2021. “Nature’s «Free Lunch»: The Contribution of Edible Insects to Food and Nutrition Security in the Central Highlands of Madagascar”. *Foods* 10, núm. 12: 29-78. <https://doi.org/10.3390/foods10122978>. <https://www.mdpi.com/2304-8158/10/12/2978>.
- Food agriculture organization. 2024. “¿Por qué deberíamos interesarnos en los insectos comestibles?”. <https://www.fao.org/newsroom/story/-Worm-up-to-the-idea-of-edible-insects/es>.
- Gertrudis, Elizabeth. 2024. “%20-%20Desarrollo%20de%20nuevos%20alimentos%20para%20consumo%20humano%20a%20base%20de%20proteína%20de%20insectos.”. sequencel. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/151481/Gertrudis>.
- Guerrero Rodríguez, Antonio. 2015. *Edible insects Future prospects for food and feed security*. Editado por Mary-Alice Waters. New York: Pathfinder.
- Ileana Maricruz Bermúdez-Serrano, Ana María Quirós-Blanco y Óscar Acosta-Montoya. 2023. “Producción de insectos comestibles: retos, oportunidades y perspectivas para Costa Rica”. *Agronomía Mesoamericana* 34, núm. 3. <https://www.redalyc.org/journal/437/43774930029/html/>.
- Liceaga, Andrea M. 2023. “Edible insects, a valuable protein source from ancient to modern times”. *Advances in Food and Nutrition Research* 101, 129–52. <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2022.04.002>. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9107018/>.
- López, Pablo. 2024. “Insectos comestibles y otras fuentes de proteínas alternativas: dando forma al futuro de la nutrición”. *Tecoal*. <https://tecoal.net/nutricion-dietetica/insectos-comestibles-y-otras-fuentes-de-proteinas-alternativas-dando-forma-al-futuro-de-la-nutricion/>.

- Mendoza, M, L Quintero, V Guemes, S Soto, H Lopez y S Reyes. 2024. “Utilización del «xamul» (Thasus gigas) en la elaboración y conservación de una salsa tradicional del Valle del Mezquital”. https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icap/LI_GranSem/Norma_Vera/25.pdf.
- Morales, Josefina, Julieta Ramos y José Moreno. 2024. “ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL, VITAMINAS Y NUTRIMENTOS INORGÁNICOS DE INSECTOS CONSUMIDOS EN EL ESTADO DE HIDALGO, MÉXICO”. *Folia revista* 41, núm. 1: 15-29. <https://acaentmex.org/>
- Mshayisa, Vusi Vincent, Jessy van Wyk y Bongisiwe Zozo. 2022. “Nutritional, Techno-Functional and Structural Properties of Black Soldier Fly (Hermetia illucens) Larvae Flours and Protein Concentrates”. *Foods* 11, núm. 5: 724. <https://doi.org/10.3390/foods11050724>. <https://www.mdpi.com/2304-8158/11/5/724>.
- Newsroom. 2024 “HEALTH AND FOOD SAFETY. Insectos pequeños — Gran impacto. La UE autoriza los insectos como alimento”. <https://ec.europa.eu/newsroom/sante/items/712990/es>.
- Ortiz, Andrea, Edilberta Pablo, Royer Pacheco y Sabina López. 2024. «Entomofagia: Seguridad alimentaria (disponibilidad y estabilidad) en una zona rural de Oaxaca, México». https://www.renc.es/imagenes/auxiliar/files/RENC-D-23-0019_Final.pdf.
- Prósper Ortega, Luis. Accedido. 2020 “Seguridad alimentaria y calidad nutricional del uso de insectos en la dieta”. *Universidad Politécnica de Valencia*. <https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/147898/Pr%C3%B3sper%20-%20Seguridad%20alimentaria%20y%20calidad%20nutricional%20del%20uso%20de%20insectos%20en%20la%20dieta.pdf?sequence=2&isAllowed=y>.
- Ramos Rostro, Beverly, Quintero Salazar, Baciliza, Ramos-Elorduy, Julieta, Pino Moreno et al. 2024. “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”. <https://www.redalyc.org/pdf/339/33925592008.pdf>.
- ResearchGate. “CINÉTICA DEL SECADO DE GRILLO MEXICANO (ACHETA DOMESTICUS) UTILIZANDO UNA PLANTA HÍBRIDA DE DESHIDRATACIÓN SOLAR-LP”. https://www.researchgate.net/publication/369881329_CINETICA_DEL_SECADO_DE_GRILLO_MEXICANO_ACHETA_DOMESTICUS_UTILIZANDO_UNA_PLANTA_HIBRIDA_DE_DESHIDRATACION_SOLAR-LP.
- Rodrigues, Amanda, Amorim Adegboye, Michael Bawa, Regina Keith, Sundus Tewfik y Ihab Tewfik. 2024. “Visión de insectos comestibles: alimentos sostenibles ricos en nutrientes para combatir la inseguridad alimentaria y la malnutrición”. <https://worldnutritionjournal.org/index.php/wn/article/view/829/693>.
- Ros-Baró, Marta, Patricia Casas-Agustench, Diana Alicia Díaz-Rizzolo, Laura Batlle-Bayer, Ferran Adrià-Acosta, Alicia Aguilar-Martínez, Francesc-Xavier Medina, Montserrat Pujolà y Anna Bach-Faig. 2022. “Edible Insect Consumption for Human and Planetary Health: A Systematic Review”. *International journal of environmental research and public health* 19, núm. 18. <https://doi.org/10.3390/ijerph191811653>. <https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/147816/1/ijerph-19-11653-v2.pdf>.
- Ros-Baró, Marta, Violeida Sánchez-Socarrás, Maria Santos-Pagès, Anna Bach-Faig y Alicia Aguilar-Martínez. 2022. “Consumers’ Acceptability and Perception of Edible Insects as an Emerging Protein Source”. *International journal of environmental research*

and public health 19, n.23. <https://doi.org/10.3390/ijerph192315756>. https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/149123/1/Ros_ijerph_consumers.pdf.

- Rumpold, Birgit A. y Oliver K. Schlüter. 2013. "Nutritional composition and safety aspects of edible insects". *Molecular nutrition & food research* 57, núm. 5: 802–23. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201200735>. <https://www.fao.org/4/i3264s/i3264s00.pdf>.
- Stephenson Anna. 2021. "How Education on Entomophagy Influences Customer Willingness to Purchase Edible Insects in the US". https://nature.berkeley.edu/classes/es196/projects/2021final/StephensonA_2021.pdf.
- Su, Ying, Ming-Xing Lu, Li-Quan Jing, Lei Qian, Ming Zhao, Yu-Zhou Du y Huai-Jian Liao. 2021. "Nutritional Properties of Larval Epidermis and Meat of the Edible Insect *Clanis bilineata tsingtauica* (Lepidoptera: Sphingidae)". *Foods* 10, núm. 12: 28-95. <https://doi.org/10.3390/foods10122895>. <https://www.mdpi.com/2304-8158/10/12/2895>.
- Tobar Nicolás. 2024. "Proteína de insectos: una alternativa nutricional de futuro - Universidad de Chile". <https://uchile.cl/noticias/205352/proteina-de-insectos-una-alternativa-nutricional-de-futuro>.
- Toti, Elisabetta, Luca Massaro, Aisha Kais, Paola Aiello, Maura Palmery y Ilaria Peluso. 2022. "Entomophagy: A Narrative Review on Nutritional Value, Safety, Cultural Acceptance and A Focus on the Role of Food Neophobia in Italy". *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education* 10, núm. 2: 628–43. <https://doi.org/10.3390/ejihpel10020046>. <https://www.mdpi.com/2254-9625/10/2/46>.
- TSI Group. 2024. "Insectos ¿Alimento Nutritivo para Consumidores Europeos? - TSI Group - Tecnosoluciones Integrales." <https://tecnosolucionescr.net/blog/162-insectos-alimento-nutritivo-para-consumidores-europeos>.
- Universidad de León. 2024. "Investigadores de la ULE indican que el consumo de insectos puede presentar ciertos riesgos". <https://www.unileon.es/noticias-de-investigacion/investigadores-de-la-ule-indican-que-el-consumo-de-insectos-puede>.
- University of Florida. 2024. "3 beneficios de comer insectos: la entomofagia como nutrición sostenible". <https://onlineentomology.ifas.ufl.edu/3-benefits-of-eating-insects-entomophagy-as-sustainable-nutrition/>.
- Valdez Pantoja, César y Graciela Untiveros Bermúdez. 2024. "EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL ACEITE DE LAS LARVAS DEL TENEBRIO MOLITOR". <https://www.redalyc.org/pdf/3719/371937619010.pdf>.
- Vallejo del ser, Francisco. 2024. "ACEPTACIÓN, PRESENTACIÓN Y BENEFICIOS NUTRICIONALES DE ALIMENTOS A BASE DE INSECTOS". https://www.researchgate.net/publication/379988758_ACEPTACION_PRESENTACION_Y_BENEFICIOS_NUTRICIONALES_DE_ALIMENTOS_A_BASE_DE_INSECTOS.
- Vanqa, Nthabeleng, Vusi Vincent Mshayisa y Moses Basitere. 2022. "Proximate, Physicochemical, Techno-Functional and Antioxidant Properties of Three Edible Insect (*Gonimbrasia belina*, *Hermetia illucens* and *Macrotermes subhyllanus*) Flours". *Foods* 11, núm. 7: 976. <https://doi.org/10.3390/foods11070976>. <https://www.mdpi.com/2304-8158/11/7/976>.