

ENTOMOFAGIA: ENTRE EL RECHAZO Y LA NECESIDAD

Julián Vallejo-Gómez; Alfonsina Núñez-Hernández*; Zoila Gómez-Cruz

Licenciatura en Ciencia de los Alimentos, Departamento de Salud Pública, CUCBA, Universidad de Guadalajara.
Camino Ramón Padilla Sánchez N° 2100. Nextipac, Zapopan, Jalisco, C.P. 45200.

*Correo-e: alfonsina.nunez@academicos.udg.mx

Recibido: 01/oct/2022 Aceptado: 10/dic/2022 // <https://doi.org/10.32870/rayca.v3i3.8>

Resumen

La entomofagia o consumo de insectos se encuentra arraigada en la historia evolutiva del ser humano. El consumo de insectos ha sido una alternativa al consumo de carne convencional (res, cerdo, pollo), ya que son considerados una fuente sostenible de proteínas, además de aportar otros nutrientes. En este trabajo se abordan aspectos socioculturales, ecológicos, nutricionales y regulatorios del consumo de insectos con fines alimenticios en México y el mundo mediante una revisión de literatura científica. Se reflexiona sobre la producción sustentable y sostenible de insectos para consumo humano no sólo como una forma de reducir el impacto al medio ambiente sino para cubrir la demanda de alimentos y los requerimientos de proteína para el hombre. También se analiza el valor nutricional de distintos tipos de especies, así como aspectos de su regulación en la producción, preparación y distribución de estos; los problemas que enfrenta actualmente esta práctica alimenticia y su perspectiva a futuro.

Palabras clave: Insectos, alimento alternativo, alimentación sustentable.

ENTOMOPHAGIA: BETWEEN REJECTION AND NEED

Abstract

Entomophagy or consumption of insects is rooted in the evolutionary history of the human being. The consumption of insects has been an alternative to the consumption of conventional meat (beef, pork, chicken), since they are considered a sustainable source of protein, in addition to providing other nutrients. This paper addresses sociocultural, ecological, nutritional and regulatory aspects of the consumption of insects for food purposes in Mexico and the world through a review of scientific literature. It reflects on the sustainable and sustainable production of insects for human consumption not only as a way to reduce the impact on the environment but also to cover the demand for food and the protein requirements that human being requires. The nutritional value of different types of species is also analyzed, as well as aspects of their regulation in the production, preparation and distribution of these; the problems currently facing this food practice and its future perspective.

Keywords: Insects, alternative food, sustainable food.

Introducción

En el mundo existen diversos tipos de dietas consumidas por las sociedades humanas, influenciadas por aspectos socioculturales, variedad de hábitos alimentarios, creencias religiosas, festividades, costumbres sociales, zonas geográficas y recursos técnicos disponibles a su alcance. En este sentido, existen dietas como la mediterránea donde se consumen alimentos como aceite de oliva, pan de centeno y otra variedad de cereales, vino tinto, pescados, quesos madurados y cárnicos en países como Francia, España e Italia; la dieta de la milpa en México (sureste y centro), cuyos productos principales de consumo son la calabaza, frijol, maíz, chiles, quelites e inclusión de guajolote, cerdo, res, jabalí y conejos; la dieta oriental en la India y otros países de Asia, conformada por la ingesta de hierbas aromáticas, especias, arroz, cereales vegetales, leguminosas, pescados y mariscos, res, puerco y pollo, no sólo con valor nutricional sino medicinal (Vilaplana, 2003).

En general, la supervivencia del ser humano exige una dieta que satisfaga sus necesidades nutritivas mediante la combinación de alimentos vegetales y animales, como cereales, lácteos, leguminosas, grasas, etc. No obstante, el nivel de satisfacción de estas necesidades varía cualitativa y cuantitativamente de una sociedad a otra, en algunas ocasiones puede llegar a ser controvertida como el consumo de insectos como forma de satisfacer los requerimientos de proteína animal.

La entomofagia proviene del griego *ἐντομον* *éntomon* “insecto y *φαγία* *phagia* “tragar o comer”, es decir la práctica o el hábito de comer insectos. Esta se encuentra presente en diversos países de América Latina, África y Asia (Ramos et al., 2012). La ingesta de insectos como parte de la alimentación es una práctica antigua realiza-

da por diversos grupos humanos de los cuales se tienen registros históricos en los libros de la Biblia, en el Levítico y el Éxodo se menciona el consumo de abejas, escarabajos, langostas y langostinos; mientras que en el Nuevo Testamento Juan el Bautista sobrevivió en el desierto comiendo chapulines y miel (Viesca y Romero, 2009).

En las tradiciones islámicas, existe evidencia del uso de insectos a medida que la comida se extendió a las langostas, abejas, hormigas, piojos y termitas durante las cruzadas (Govorushko, 2016) y en el judaísmo, cuatro especies de langostas son reconocidas como *kosher* (Govorushko, 2016; Van Huis, 2013).

El filósofo Aristóteles, recomendaba una receta que incluía la cigarra en su fase ninfa. En África, especialmente en tribus de zonas rurales, Grecia y Roma desde épocas antiguas, aludieron la incorporación de insectos como parte de su alimentación, de igual forma en América y Sudamérica, los conquistadores mediante textos e imágenes expresaron cómo las comunidades de estos lugares consumían diferentes tipos de insectos en preparaciones culinarias, siendo parte de rituales religiosos y festividades (Fleta, 2018; Miranda et al., 2011).

En la Amazonia, las mujeres tienen menos acceso a los alimentos de origen animal (pescado y carne) que los hombres y compensan esta diferencia consumiendo una proporción más elevada de insectos, siendo 14 % del promedio de proteínas consumidas diariamente por las mujeres. En China, las clases pobres e indigentes que carecían de fuentes alternativas de grasas y proteínas animales consumían crisálidas de gusanos de seda, cigarras, grillos, dícticos gigantes (*Lechocerus indicus*), chinches, cucarachas, así como larvas de mosca. En el sudeste asiático los vietnamitas, laosianos y tais eran consumidores de chinches acuáticas, particu-

laramente los laosianos comían huevos de cucaracha, escarabajos, grillos, saltamontes, termitas, cigarras, y otras especies que no son insectos propiamente pero que con frecuencia se asocian a ellos, como arañas grandes y escorpiones (Harris, 2002).

En México, la ingesta de insectos está documentada en códices, textos e imágenes desde épocas prehispánicas, siendo parte de la vida diaria y religiosa de distintas culturas. Durante la conquista Fray Bernardino de Sahagún describió ejemplos del consumo de gusanos de maíz y maguey y algunos acuáticos. Los chapulines fueron un alimento estacional importante para los aztecas, quienes les quitaban alas, cabeza y patas para luego cocinarlos. Se tienen reportadas 549 especies de insectos comestibles asociados a 36 grupos étnicos, estos se continúan consumiendo de la misma manera en que se hacía antes de la llegada de los españoles (Almaguer et al., 2016; Pulido et al., 2020; Ramos et al., 2012).

Las especies de insectos más consumidos son: escarabajos (122), avispas y hormigas (117), chinches (92), chapulines (83), mariposas (55), cigarras y membrácidos (38), moscas y moscos (5), libélulas (6), cargapalitos (5), moscas de mayo (49), piojos (1), termitas (1), manfes y moscas de la yuca (1). Los estados con mayor número de especies comestibles son: Estado de México (160), Chiapas (155), Hidalgo (145), Oaxaca (134), Veracruz (119), Guerrero (92), Puebla (76), Ciudad de México (75) y Yucatán (66) (Ramos-Elorduy, 2009).

Su comercialización está condicionada por la estacionalidad, es decir, se recolectan durante la época de lluvias, esta es la temporada donde se encuentra una mayor cantidad de insectos. Estos suelen ofrecerse al público secos, fritos, asados, vivos, hervidos, envueltos en cutícula de maguey, por litro, por peso, por taco, congelados o pre-

parados en distintos platillos. Es común encontrarlos en mercados y tianguis donde se venden al menudeo en cucuruchos, latas de atún o sardina, cazuelas pequeñas, cuartillos, litros o kilo (Ramos-Elorduy et al., 2006).

Sustentabilidad y sostenibilidad

Alrededor de dos millones de personas consideran el consumo de insectos en su dieta diaria. La introducción de insectos como alimentos ha ido creciendo y generando interés como un alimento alternativo del futuro que podría cubrir la demanda alimentaria de la población mundial. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), en 2030 se tendrán que alimentar más de 9 000 millones de personas, además de los miles de millones de animales que se crían anualmente con fines alimentarios. En este contexto, la producción de alimentos para el consumo humano y animal no podrá cubrir totalmente la demanda generando una crisis alimentaria global (FAO, 2021; Pino, 2018).

Para Ponce-Reyes y Lessard (2021), el aumento de la producción de proteína animal convencional (res, cerdo y aves) es económicamente caro, con altos costos ambientales y restringido por la disponibilidad de recursos naturales ya que representa más del 30 % de todas las calorías consumidas por los humanos. Sin embargo, el vegetarianismo también ha ido generando interés como práctica alimentaria alternativa y las frutas y vegetales utilizados como alimento generan un impacto ambiental ya que se incrementa el uso de tierras para su cultivo, se modifica el hábitat de diversas especies dentro de su ecosistema, generan cantidades de emisiones de gas efecto invernadero, residuos orgánicos y el uso indiscriminado del agua. Ambos sistemas de producción de alimentos animales y vegetales tienen una relación negativa que afecta a los sistemas

alimentarios y cadenas de suministro (FAO, 2021).

En este orden de ideas, la producción sustentable y sostenible de alimentos es una preocupación de orden mundial no sólo como forma de reducir el impacto al medio ambiente sino también para cubrir la demanda de alimentos y los requerimientos nutricionales mínimos que necesita el ser humano.

En este sentido, Avendaño et al. (2020), hace énfasis en el crecimiento de la población como la principal causa que demanda mayor producción de alimentos de origen animal y está última como uno de los protagonistas del deterioro ambiental, explotación de recursos como el agua y el suelo, motivos por los cuales se han buscado alternativas alimentarias que cubran las necesidades nutricionales de la población. Se estima que para el año 2050 habrá un incremento de la población de alrededor de 9 millones 700 mil habitantes y las tierras disponibles para la producción agrícola y ganadera no cubrirán la demanda alimentaria (Pérez et al., 2018).

Hoy en día, se tienen un total de 193 países en el mundo los cuales son entomófagos, es decir, emplean insectos como parte de su dieta diaria y se encuentran distribuidos geográficamente en los cinco continentes. Se consumen aproximadamente 1 745 especies identificadas y pueden llegar a ser cerca de 2 100, de estas 700 se encuentran en América y el Caribe. Los insectos más consumidos son: los escarabajos (coleópteros) con el 31 %; las orugas (lepidópteros) (18 %); las abejas, avispas y hormigas (himenópteros) (14 %); los saltamontes, langostas y grillos (ortópteros) (13 %); las cigarras, los fulgoromorfos, saltahojas, cochinillas y chinches (hemípteros) (10 %); las termitas (isópteros) (3 %); las libélulas (odonatos) (3 %); las moscas

(dípteros) (2 %) y otros órdenes (5 %) (FAO, 2021).

Además, para la producción y cría de insectos, se utiliza menor cantidad de agua reduciendo la huella hídrica, se producen menos emisiones de gases de efecto invernadero y menor explotación de la tierra, comparado con las actividades de cría y alimentación de ganado vacuno, porcino y avícola. En el cuadro 1, se muestra un ejemplo de la producción de gusano de la harina en comparación con la producción de proteína animal convencional, se observa que la cantidad de alimento, agua y tierra es menor en el caso del gusano de tierra, así como el efecto al ambiente (cantidad de CO₂ generado).

Valor nutricional

Se habla mucho de los insectos como una alternativa para abordar la seguridad alimentaria, ya que son una buena fuente de proteína y se pueden obtener durante un periodo corto (ciclos de vida pequeños) en comparación con la proteína convencional (res, pollo, cerdo) (Guzmán-Mendoza et al., 2016).

De las más de 2 000 especies de insectos comestibles que se conocen, sólo se ha estudiado la composición nutrimental de una pequeña parte de estos. Sin embargo, se sabe que los insectos tienen un alto contenido de proteínas, energía y pueden presentar perfiles diferentes de aminoácidos y ácidos grasos, así como cantidades significativas de micronutrientes como cobre, fósforo, magnesio, vitaminas, selenio y zinc, estos varían en función de cada especie, las condiciones de cría, la fase de desarrollo (huevecillo, larva, pupa, ninfa, adulto) y su dieta (Bisconsin-Junior et al., 2018; Lim, 2022).

Por ejemplo, las larvas y pupas suelen ser más ricas en energía en comparación con los

adultos, por el contrario, las especies de insectos ricas en proteína tienen menor

contenido energético (Kourimská y Adámková, 2016).

Cuadro 1. Comparación del uso de recursos naturales y efectos ambientales en la producción de carne convencional y gusano de la harina

Proteína animal	Alimento requerido kg/peso vivo	Huella hídrica L/g proteína	Potencial de calentamiento global (CO ₂ -eq)	Uso de tierra [m ²]/proteína [kg]
Vacuno	25	112	88	201
Porcino	9,1	57	27	55
Avícola	4,5	34	19	47
Gusano de la harina	2,1	23	14	18

Miglietta et al., 2015; Oonincx y de Boer, 2012; van Huis, 2013

En México, Ramos-Elorduy et al. (1998), analizaron 78 tipos de insectos y calcularon su contenido calórico en el rango de 293 a 762 kcal/100 g de materia seca. Harris (2002), mencionó que 100 g de termitas africanas contienen 610 kcal, 38 g de proteína y 46 g de materia grasa; 100 g de larvas de polilla incluyen 375 calorías, 46 g de proteína y 10 g materia grasa; las langostas oscilan en peso seco entre un 42 y un 76 % de proteínas y entre 6 y 50 % de materia grasa; las crisálidas de la mosca contienen un 63 % de proteínas y un 15 % de materia grasa.

En Nigeria el consumo de la termita (*Macrotermes nigeriense*) durante el embarazo, beneficia a las mujeres y el consumo de la hormiga (*Polyrhachis vicina*), se asocia al alivio de enfermedades, es decir, además de su valor nutricional se le asocian beneficios a la salud (Costa et al., 2006). En Tailandia, insectos como escarabajos, grillos domésticos y gusanos de seda tienen un contenido de proteína de 27-54 g/100 g.

En países de África central, los insectos proporcionan más del 50 % de la proteína en la dieta donde su valor de mercado es considerado superior con respecto a otras

fuentes de proteínas derivadas de animales (Raubenheime y Rothman, 2013).

En el cuadro 2, se muestra el aporte nutricional de distintos insectos comestibles, el contenido proteico varía según la especie de 31 a 77 g/100 g de insecto. Además del alto contenido proteico presente en los insectos también existen otros trabajos que hacen referencia al contenido total de lípidos.

Santurino et al. (2016), realizaron una caracterización del perfil lipídico de cuatro especies de insectos consumidos tradicionalmente en varias culturas, analizaron la distribución de clases lipídicas, en particular la fracción de fosfolípidos, con el fin de evaluar el potencial de dichos insectos como fuente de lípidos bioactivos con efecto positivo sobre la salud del consumidor. Emplearon dos especies en estado larvario (*Tenebrio molitor*, gusano de la harina y *Zophoba morio*, gusano rey) y dos en estado adulto (*Acheta domesticus*, grillo común y *Locusta migratoria*, langosta común). Sus resultados mostraron que el contenido total de ácidos grasos insaturados (mono y poli-insaturados) fue igual o superior al 60 % en todos los casos, alcanzando un valor particularmente elevado en la larva de *T. molitor* con un 72 % (Cuadro 3).

Cuadro 2. Aporte nutricional de diferentes insectos consumibles (g/100g)

Nombre común	Proteína	Grasas	Sales minerales	Fibra cruda
Libélulas	56,22	22,93	4,20	16,61
Langostas y saltamontes	77,63	4,20	2,40	12,13
Chinches	62,80	9,67	8,34	10,46
Mariposas y polillas	58,92	6,80	6,09	22,00
Moscas	35,81	5,80	31,12	22
Escarabajos	31,21	34,30	1,72	32,72
Hormigas, abejas y avispas	60,6	10,61	5,36	10,18

Pulido et al., 2020

Cuadro 3. Contenido de ácidos grasos mono y poliinsaturados (g ácidos grasos/100g grasa)

Insecto	Contenido
<i>T. molitor</i> (larva)	71,73
<i>Z. morio</i> (larva)	58,64
<i>A. domesticus</i> (adulto)	62,40
<i>L. migratoria</i> (adulto)	63,00

Santurino et al., 2016

Ramos-Elorduy et al. (1998), realizaron un estudio en 102 especies de insectos colectadas en el Estado de México, de las cuales 22 especies eran de abejas, avispas y hormigas; 19 de chinches; 17 de escarabajos; 16 de chapulines, langostas y esperanzas y 10 de mariposa y palomilla, encontrando que presentan un contenido proteico de 9,45 a 77,13 % por cada 100 g. Del total de insectos analizados el que mayor contenido de proteína reportó fue el chapulín (77 g) seguido del cucarachón (68 g). Al comparar dichos datos con la cantidad de proteína de la carne de res, 28 g (*United States Department of Agriculture [USDA], 2019*), es evidente el mayor aporte proteico de los insectos (Cuadro 4).

En Ecuador los pueblos indígenas de la Amazonía consumen las larvas de los gusanos de la chonta (*Rhynchophorus palmarum*

L.), por tradición gastronómica se le considera una exquisitez al paladar y representa un recurso para su alimentación y nutrición (Barragán et al., 2009). El 60 % de la proteína animal consumida por estos indígenas proviene directamente de los insectos, entre ellos el saltamontes y los gusanos de la chonta (Paoletti et al., 2000).

Cuadro 4. Contenido de proteína en insectos del Estado de México y la carne de res (g/100g)

Especie animal	Proteína (g)
Chapulín (variedad de especies, ninfa y adulto)	77,1
Cucarachón (ninfa y adulto)	67,69
Huaricho (larva, pupa y adulto obrero)	65,01
Gusano de nopal (larva)	69,05
Carne de res	27,7

Ramos-Elorduy et al., 1998; USDA, 2019

Pico et al. (2020), analizaron la composición nutrimental del *Rhynchophorus palmarum* L., y encontraron un promedio de 38,59 % de materia seca y 65,45 % de extracto graso y una fracción proteica rica en aminoácidos esenciales, destacando los aromáticos (165,9 mg/g proteína) y con ello demostrando su potencial valor biológico.

Regulación en la producción, venta e industrialización

Como se ha mencionado anteriormente, el consumo de insectos es una alimentación alternativa que puede cubrir las necesidades y demanda alimenticias de los seres humanos y que a futuro puede ser una alternativa no sólo para la obtención de una fuente de proteína, sino de ácidos grasos insaturados, fibra y minerales (Alexander et al., 2017; Munialo et al., 2022).

Aunque se sabe de su gran aporte nutricional aún existen temores y respuestas negativas relacionadas con su consumo debido a su aspecto visual, textura y sabor y la incertidumbre de padecer alguna alergia alimentaria, principalmente en personas que son alérgicas a los crustáceos, además del tema de la inocuidad (FAO, 2021).

En este sentido, se han realizado estudios donde se evaluaron los riesgos que representa su consumo, encontrando presencia de microorganismos patógenos como bacterias, virus, parásitos y hongos en muestras de harinas elaboradas a partir de insectos; riesgos químicos como residuos de plaguicidas, toxinas y metales pesados entre otros (Burin, 2022; Henchion et al., 2017).

Aunque la FAO y la Organización Mundial de la Salud (OMS), desde el 2013 han dejado en claro su postura a favor del consumo de insectos como fuente de energía y nutrientes. A pesar de las ventajas que presenta la entomofagia expuestas anteriormente, los posibles inconvenientes sobre su consumo y comercialización también han sido tratados por la FAO y la *European Food Safety Authority* (EFSA). En este sentido, algunos problemas que podrían tener un consumo masivo de insectos son: transmisión de enfermedades (portadores de patógenos), alergias similares a la de los

crustáceos y la aceptación del consumidor (EFSA Scientific Committee, 2015).

Si bien tienen un gran potencial, los riesgos derivados de su producción, consumo y distribución deben ser controlados y reglamentados, sobre todo en la elaboración de alimentos adicionados con insectos en su formulación (Pino, 2018).

En la Unión Europea (UE), desde el 01 de enero de 2018 se aplicó a todos los Estados miembros de la UE el Reglamento 2015/2283 del Parlamento Europeo y del Consejo del 25 de noviembre de 2015 relativo a los nuevos alimentos, los insectos están incluidos en la definición de “nuevo alimento” del Reglamento, en la categoría de alimento que consista en animales o sus partes, o aislado de estos o producido a partir de estos. Dentro de este reglamento se solicitan además los riesgos microbiológicos, químicos y ambientales asociados con el consumo de insectos y su producción para alimentación humana y animal, con el objetivo de asegurar la inocuidad de estos nuevos alimentos. Actualmente, son tres las especies de insectos autorizadas bajo este Reglamento: *Tenebrio molitor* (escarabajo o gusano de la harina), *Locusta migratoria* (langosta migratoria) y *Acheta domesticus* (grillo domestico) (Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición [AESAN], 2018).

En Australia, la industria de insectos comestibles está bien posicionada dentro del mercado, aunque aún es considerada emergente con un crecimiento económico positivo para este sector de producción. Actualmente se cuenta con empresas nuevas y en desarrollo dedicadas a la crianza a menor escala y a desarrollar nuevos productos, aunque la aceptación del consumidor es baja. En cuanto a legislación esta se encuentra detrás de la Unión Europea, están en proceso de adoptar nuevas políticas y reformas ya que a nivel estatal y federal su legislación es

variable y no están estandarizadas, además se encuentra en proceso de adaptarse a la certificación *ENTOTRUST*, una organización independiente que certifica la calidad, inocuidad y huella ambiental de alimentos y bebidas basados en insectos y se cuenta con la Asociación de Proteínas de Insectos de Australia (IPAA), organismo principal representante de la industria de insectos (Ponce y Lessard, 2021).

En Estados Unidos, no existe aún una normativa federal en lo que se refiere a la importación de insectos para consumo humano, sin embargo, existe un marco regulatorio para la importación de alimentos para consumo humano y animal elaborado por la Administración de Medicamentos y Alimentos (FDA) y los insectos forman parte de su jurisdicción cuando tienen fines alimenticios y deberán cumplir con sus requisitos sanitarios y de etiquetado para poder ser importados y comercializados en el país (ICEX España Exportación e Inversiones, 2021). En países como Colombia o Perú, por ejemplo, el consumo de insectos es más habitual, sin embargo, todavía falta trabajar para crear marcos regulatorios que garanticen su inocuidad y permitan comercializarlos a mayor escala.

En México, país líder en entomofagia no existe una norma que reglamente la producción de insectos, en la mayoría de los casos existe un manejo tradicional para su explotación en zonas rurales, pero no quién regule aspectos como el mantenimiento, manejo y conservación de las especies, poniendo en riesgo de extinción algunas de ellas (Ramos-Elorduy et al., 2006).

En 2020, se modificaron los lineamientos para la operación orgánica de las actividades agropecuarias y se incluye como producto animal a los insectos, en este documento se establece una regulación y un sistema de control nacional en materia de

operación o producción orgánica, biológica o ecológica, que facilite las exportaciones de productos orgánicos mexicanos a los mercados internacionales, así como el reconocimiento de una regulación equivalente que permita el libre flujo de productos orgánicos entre países (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural [SADER], 2020).

Actualmente ya se encuentran en tiendas gourmet y supermercados insectos industrializados, sin embargo, tampoco existe una norma oficial mexicana que regule la industrialización de éstos (Carreño, 2020; Cruz y Peniche, 2018).

Alimentos del futuro y presencia en el mercado

El mercado de insectos comestibles superará los 250 millones de dólares para el 2023, esta demanda se cree que es conducida por una perspectiva cada vez más positiva en el consumo de insectos como una fuente de proteína saludable, alternativa y sostenible. Los productos en los que se incluyen y comercializan son: harinas, barras de proteína, galletas, mezclas de harinas para panificación, proteína aislada como suplemento alimenticio, chocolates, dulces, chips, pasta para hamburguesa e insectos envasados listos para su consumo como botana, además de las distintas preparaciones gastronómicas de cada país donde se consumen y se encuentran exhibidos en tiendas de Estados Unidos, países europeos, asiáticos y en México (enAlimentos, 2022).

Europa y Estados Unidos, son los principales mercados de insectos comestibles del mundo occidental, con más de 400 negocios relacionados con insectos comestibles en operación. En Australia, operan 14 empresas enfocadas en el uso de insectos comestibles, incluyendo criadores, productores, desarrolladores de productos, chefs y consultores (Ponce-Reyes y Lessard, 2021).

Una parte fundamental de la inclusión de estos es la cría, producción y distribución, en la cual se deben adaptar procesos tecnológicos para la industrialización, por lo que en la crianza de insectos se recomienda la implementación de equipos de alto diseño que se adapten a los procesos de selección, producción y envasado de acuerdo a la especie de insecto y su fase de crecimiento, asegurando su inocuidad y calidad (Enwemiwe y Poopola, 2018; Żuk-Gołaszewska et al., 2022).

Un aspecto importante en la aceptación de los insectos como alimento son sus características sensoriales; sabor, aroma, aspecto y textura. Se cree que los aspectos sensoriales influyen, en particular sobre las elecciones de alimentos. Desde una edad temprana, el sabor y la familiarización con los alimentos influyen en la actitud que se tiene hacia éstos, es decir, las preferencias por sabores concretos y las aversiones por

determinados alimentos van surgiendo en función de las experiencias de cada persona y se ven influenciadas por las actitudes, creencias y expectativas (Clarke, 1998).

En relación con lo anterior, el valor nutricional que aportan los insectos es una de las características particulares de estos, la apreciación sensorial de los productos elaborados a partir de insectos puede cambiar la perspectiva de los consumidores y permitirles incorporar estos productos en su dieta diaria. Se han estudiado los atributos sensoriales de algunos insectos y se ha descrito su perfil de sabor como se puede observar en el cuadro 5, muchos de estos sabores forman parte de algunos alimentos que se consumen de manera general, también se encontró que mediante la aplicación de un tratamiento térmico y buenas condiciones de almacenamiento (25 °C y 35 °C) no se modifican sus características sensoriales (Elhassan et al., 2019).

Cuadro 5. Descripción de las características sensoriales de algunos insectos comestibles

Insecto	Descripción sensorial	Lugar donde se consume
Gusano de harina	Notas a nuez, umami, aroma intenso a cereal, textura delicada, reacción de Maillard en productos	Asia, África y Australia
Grillo	Sabor a pollo, cremoso, suave, pronunciadas notas a cereal, madera, intenso sabor umami y vegetales	Asia, África y México
Saltamontes	Sabor a camarón, intenso aroma a cereales, intenso aroma a nuez, notas de aromas de reacción de Maillard	Asia, África y Latinoamérica (México)
Termita	Crujiente, notas de nuez, grasoso, cereal, madera y salsa de soya, intenso sabor a productos de reacción de Maillard, vegetales suaves y sabor umami	Sub-Saharan, África (Uganda)

Elhassan et al., 2019

Comentarios

Se ha evidenciado sobre el contenido nutrimental que brindan los insectos comestibles, la sustentabilidad y sostenibilidad en su producción comparados con otros

alimentos convencionales, pero la ausencia de regulación de estos aún es un problema, como se mencionó anteriormente, no solo el aspecto nutricional de los insectos es importante también hace falta desarrollar una legislación adecuada que facilite la produc-

ción, industrialización, distribución y control de la inocuidad de los insectos. Y finalmente trabajar en la percepción del consumidor a través de la promoción de la entomofagia como una práctica normalizada a futuro y una alternativa a los problemas de alimentación que existen en el mundo.

Referencias

- Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición [AESAN]. (2018). Situación de los insectos en la alimentación humana. Legislación aplicable Reglamento. Parlamento Europeo y del Consejo y Reglamento (CE). https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/gestion_riesgos/INSECTOS_ALIMENTACION_.pdf
- Alexander, P., Brown, C., Arneith, A., Dias, C., Finnigan, J., Moran, D., & Rounsevell, M. (2017). Could consumption of insects, cultured meat or imitation meat reduce global agricultural land use? *Global Food Security*, 15, 22–32. <http://doi.org/10.1016/j.gfs.2017.04.001>
- Almaguer, G.J., García, R.H., y Padilla, M.M. (2016). *La dieta de la milpa. Modelo de alimentación mesoamericana saludable y culturalmente pertinente*. Secretaría de Salud. <https://alianzasalud.org.mx/wp-content/uploads/2017/03/la-dieta-de-la-milpa-16-12-15-final-almaguer.pdf>
- Avendaño, C., Sánchez, M., y Valenzuela, C. (2020). Insectos: son realmente una alternativa para la alimentación de animales y humanos. *Revista Chilena de Nutrición*, 47(6), 1029-1037. <http://doi.org/10.4067/S0717-75182020000601029>
- Barragán, A., Dangles, O., Cardenas, R., & Onore, G. (2009). The History of Entomology in Ecuador. *Annales de La Société Entomologique de France (NS)*, 45(4), 410–423. <https://doi.org/10.1080/00379271.2009.10697626>
- Bisconsin-Junior. A., JanuarIo. L., Netto. F., & Barros, M. L. (Agosto, 2018). *Composição de insetos comestíveis*. [Presentación de paper]. In 36 Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Belém, Pará, Hangar. https://www.researchgate.net/publication/327118458_Composicao_de_insetos_comestiveis
- Burin, L. (03 de mayo de 2022). *Nuevos alimentos a base de insectos: ¿nuevos alérgenos?* Portal de inocuidad. <https://www.portaldeinocuidad.com/web/nuevos-alimentos-en-base-de-insectos-nuevos-alergenos/>
- Carreño, D. (11 de febrero de 2020). *Muy nutritivos, pero los insectos comestibles en México están al margen de la ley*. <https://goula.lat/muy-nutritivos-pero-los-insectos-comestibles-en-mexico-estan-al-margen-de-la-ley/>
- Clarke, J. E. (1998). Taste and flavour: their importance in food choice and acceptance. *Proceedings of the Nutrition Society*, 57(4), 639–643. <https://doi.org/10.1079/PNS19980093>
- Costa, N. E. M., Ramos-Elorduy, J., y Pino, J. M. (2006). Los insectos medicinales de Brasil: primeros resultados. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 38, 395–414. http://sea-entomologia.org/Publicaciones/PDF/BOLN38/395_414_BolnSEA38InsectosMedicinales.pdf
- Cruz, P. D., y Peniche, C. (2018). La domesticación y crianza de insectos comestibles: una línea de investigación poco explorada y con gran potencial para el desarrollo sostenible y la seguridad alimentaria en México. *Folia Entomológica Mexicana*, 4(2), 66-79. <http://revistas.acaentmex.org/index.php/fovia/articloe/view/116/109>
- EFSA Scientific Committee. (2015). Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed. *EFSA Journal*, 13(10). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2015.4257>
- Elhassan, M., Wendin, K., Olsson, V., & Langton, M. (2019). Quality Aspects of Insects as Food—Nutritional, Sensory, and Related Concepts. *Foods*, 8(3), 95. <https://doi.org/10.3390/foods8030095>
- enAlimentos. (16 de junio 2022). *Economías emergentes podrán brindar oportunidades de crecimiento en mercado global de insectos comestibles*. <https://enalimentos.lat/noticias/5508-economias-emergentes-podran-brindar-oportunidades-de-crecimiento-en-mercado-global-de-insectos-comestibles.html>
- Enwemiwe, V.N., y Popoola, K. (2018). Edible Insects: Rearing Methods And Incorporation Into Commercial Food Products-A Critical Review. *International Journal of Advanced Research and Publications*, 2(2), 38-46. <http://www.ijarp.org/published-research-papers/feb2018/Edible-Insects-Rearing-Methods-And-Incorporation-Into-Commercial-Food-Products-a-Critical-Review.pdf>
- Fleta, Z. J. (2018). Entomofagia: ¿una alternativa a nuestra dieta tradicional? *Sanid. Mil*, 74 (1), 41-46. <https://doi.org/10.4321/s1887-85712018000100008>
- Govorushko, S. (2016). *Human impact on the environment: An illustrated world atlas*. Springer.

- Guzmán-Mendoza, R., Caltzontzi-Marín, J., Salas-Araiza, D., y Martínez-Yáñez, R. (2016). La riqueza biológica de los insectos: análisis de su importancia multidimensional. *Acta Zoológica Mexicana*, 32(3), 370-379. <https://azm.ojs.inecol.mx/index.php/azm/article/view/971>
- Harris, M. (2002). *Bueno para comer. Enigmas de alimentación y cultura*. Alianza Editorial.
- Henchion, M., Hayes, M., Mullen, A., Fenelon, M., & Tiwari, B. (2017). Future Protein Supply and Demand: Strategies and Factors Influencing a Sustainable Equilibrium. *Foods*, 6(7), 53. <https://doi.org/10.3390/foods6070053>
- ICEX España Exportación e Inversiones. (2021). Requisitos para la importación de insectos y productos alimenticios a base de proteína de insectos para consumo humano y animal en Estados Unidos.
- Kourimská, L., & Adámková, A. (2016). Nutritional and sensory quality of edible insects. *NFS Journal*, 4, 22-26. <https://doi.org/10.1016/j.nfs.2016.07.001>
- Lim, X. (2022). Los insectos y el futuro de la carne. <https://www.acs.org/content/dam/acsorg/education/resources/highschool/chemmatters/issues/2021-2022/april-2022/bugs-future-meat-spanish.pdf>
- Miglietta, P., De Leo, F., Ruberti, M., & Massari, S. (2015). Mealworms for food: A water footprint perspective. *Water*, 7(11), 6190–6203. <https://doi.org/10.3390/w7116190>
- Miranda, R. G., Quintero, S. B., Ramos, R. B., y Olguín- Arredondo, H. (2011). La recolección de insectos con fines alimenticios en la zona turística de Otumba y Teotihuacán, Estado de México. *PASOS. Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, 9 (1), 81-100. http://www.pasosonline.org/Publicados/9111/PSO111_08.pdf
- Munialo, C., Stewark, D., Campbell, L., & Euston, S. (2022). Extraction, characterization and functional applications of sustainable alternative protein sources for future foods: A review. *Future Foods*, 6, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2022.100152>
- Ooninx, D.G.A.B., & De Boer, I.J.M. (2012). Environmental impact of the production of mealworms as a Protein Source for Humans – A Life Cycle Assessment. *PLOS ONE*, 7(12). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0051145>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2021). Mirando a los insectos comestibles desde una perspectiva de seguridad alimentaria. Retos y oportunidades para el sector. <https://www.fao.org/3/cb4094en/cb4094en.pdf>
- Paoletti, M. G., Dufour, D. L., Cerda, H., Torres, F., Pizzoferrato, L., & Pimentel, D. (2000). The importance of leaf and litter feeding invertebrates as sources of animal protein for the Amazonian Amerindians. *Proceedings. Biological Sciences / The Royal Society*, 267(1459), 2247–2252. <https://doi.org/10.1098/rspb.2000.1275>
- Pérez, V. A., Leyva, T. D., y Gómez, M. F. (2018). Desafíos y propuestas para lograr la seguridad alimentaria hacia el año 2050. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9 (1), 175-189. <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i1.857>
- Pico, P. J., Sarabia, D., Sancho, D., Pintado, P., Sarabia, D., y Landívar, D. (2020). Evaluación de la calidad de las proteínas de larvas de *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera curculionidae), a través del cálculo de puntaje químico de las proteínas. *La Técnica. Revista de las Agrociencias*, 24, 73-85. http://doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i24.2086
- Pino, C. M. (2018). Por qué todavía no comemos insectos: marco legal en la Unión Europea. *Revista de Bioética y Derecho*, 42, 311-341. <https://www.redalyc.org/journal/783/78355381016/html/>
- Ponce-Reyes, R., & Lessard, B. D. (2021). *Edible Insects - A roadmap for the strategic growth of an emerging Australian industry*, CSIRO. <https://research.csiro.au/edibleinsects/wp-content/uploads/sites/347/2021/04/CSIRO-Insectos-Comestibles.pdf>
- Pulido, C. V., González, C., Tapia, Y., y Celis, X. (2020). Insectos: Recursos del pasado que podrían ser una solución nutricional para el futuro. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 24(2), 81-100. <https://revistasacademicas.ucol.mx/index.php/agropecuaria/article/view/199/147>
- Ramos-Elorduy, J. (2009). ¿Los insectos se comen?. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ramos-Elorduy, J., Pino, M. J., y 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>
- Ramos-Elorduy, J., Pino, M.J., y Cuevas, C. S. (1998). Insectos comestibles del Estado de México y determinación de su valor nutritivo. *Anales del Instituto de Biología. Serie Zoología*, 69(1), 65-104. <https://www.redalyc.org/pdf/458/45869106.pdf>
- Ramos, R. B., Quintero, S. B., Ramos-Elorduy, J., Pino, M. J., Ángeles, C. S., García, P. A., y Barrera, G. D. (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/wp-content/uploads/2018/01/914-c-PINO-7.pdf>
- Raubenheimer, D. & Rothman, J. M. (2013). Nutritional ecology of entomophagy in humans and other primates. *Annu. Rev. Entomol*, 58(1), 141-160. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120710-100713>
- Santurino, C., García-Serrano, A., Molina, G. J., Sierra, F.P., Castro-Gómez, M., Calvo, M., y Fontecha, J. (2016). Los insectos como complemento nutricional de la dieta: fuente de lípidos potencialmente bioactivos. *Alim. Nutri. Salud*, 23(2), 50-56. <https://digital.csic.es/handle/10261/150384>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural [SADER]. (2020). ACUERDO por el que se modifican, adicionan y derogan diversas disposiciones del diverso por el que se dan a conocer los Lineamientos para la operación orgánica de las actividades agropecuarias, publicado el 29 de octubre de 2013. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5594612&fecha=08/06/2020#gsc.tab=0
- United States Department of Agriculture [USDA] (2019). *FoodData Center*. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/331897/nutrients>
- Van Huis, A. (2013). Potential of Insects as Food and Feed in Assuring Food Security. *Annual Review of Entomology*, 58, 563-583. <https://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev-ento-120811-153704>
- Viesca, G. F., y Romero, C. A. (2009). La Entomofagia en México. Algunos aspectos culturales. *El Periplo Sustentable*, 16, 57-83. <https://rperiplo.uaemex.mx/article/view/5039>
- Vilaplana, M. (2003). La alimentación como signo de cultura. *Ámbito farmacéutico. Nutrición OFFARM*, 22(4), 111-114. <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-pdf-13046056>
- Żuk-Gołaszewska, K., Gałęcki, R., Obremski, K., Smetana, S., Figiel, S., & Gołaszewski, J. (2022). Edible Insect Farming in the Context of the EU Regulations and Marketing-An Overview. *Insects*, 13(5), 446. <https://doi.org/10.3390/insects13050446>