



Journal Homepage: - www.journalijar.com

INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCED RESEARCH (IJAR)

Article DOI: 10.21474/IJAR01/20287

DOI URL: <http://dx.doi.org/10.21474/IJAR01/20287>



RESEARCH ARTICLE

EL POTENCIAL DEL GRILLO "*ACHETA DOMESTICUS*" COMO FUENTE PROTEICA SOSTENIBLE PARA EL FUTURO DE LA ALIMENTACIÓN HUMANA

Esmeralda Ramirez Zavala, Angel Sebastián López Riveroll and José Alberto Ariza Ortega

Manuscript Info

Manuscript History

Received: 24 November 2024

Final Accepted: 26 December 2024

Published: January 2025

Key words:-

Acheta Domesticus, Insectos
Comestibles, Proteína Alternativa,
Sostenibilidad Alimentaria, Entomofagia

Abstract

Ante la creciente demanda global de proteínas y las presiones ambientales cada vez mayores, la búsqueda de fuentes alimentarias sostenibles y eficientes se ha vuelto esencial. Este estudio presenta una revisión exhaustiva sobre la sostenibilidad del grillo *Acheta domesticus* como una fuente alternativa de proteína para el consumo humano. Se realizó una revisión sistemática de la literatura utilizando bases de datos científicas de alto impacto como PubMed y ScienceDirect, además de la biblioteca digital de la UAEH. Los resultados revelan que el *Acheta domesticus* destaca por su alto contenido proteico, su perfil nutricional favorable, que incluye aminoácidos esenciales, lípidos saludables y micronutrientes, y su bajo impacto ambiental en comparación con fuentes tradicionales de proteínas animales. Además, la producción de este insecto presenta una eficiencia notable en términos de recursos y emisiones, posicionándolo como una alternativa prometedora para mejorar la seguridad alimentaria y promover prácticas más sostenibles. Sin embargo, aún existen desafíos relacionados con la producción y aceptación social de los insectos como alimento, lo que requiere mayores investigaciones y campañas educativas para fomentar su inclusión en la dieta humana. Con el apoyo adecuado y el cambio en las percepciones sociales, los grillos podrían desempeñar un papel crucial en la transición hacia sistemas alimentarios más sostenibles y equilibrados.

Copyright, IJAR, 2025.. All rights reserved.

Introduction:-

En un mundo donde la población mundial se proyecta a superar los 9,700 millones para 2050 (United Nations, 2024), garantizar la seguridad alimentaria se ha convertido en un desafío prioritario. En este contexto, las proteínas desempeñan un papel central, ya que son macromoléculas esenciales para el mantenimiento y adecuado funcionamiento del organismo humano. Constituidas por aminoácidos, cumplen funciones fundamentales como la reparación de tejidos, la síntesis de enzimas y hormonas, y el transporte de moléculas clave en el cuerpo (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2019). Además, en momentos de déficit calórico, actúan como una fuente significativa de energía.

Sin embargo, la producción convencional de proteínas, particularmente a través de la ganadería y otros alimentos de origen animal, representa una de las principales causas de degradación ambiental. Entre los impactos más graves destacan las emisiones de gases de efecto invernadero, el consumo excesivo de agua y la pérdida de biodiversidad

(Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013). Estas problemáticas exigen la búsqueda de alternativas sostenibles para satisfacer las necesidades proteicas de la población mundial.

Actualmente, la carne bovina y las aves son las fuentes de proteína más consumidas y representan entre el 70 y el 85 por ciento de la proteína dietética en países como Estados Unidos (Phillips et al., 2015). En México, el consumo promedio de carne de res, cerdo y ave por persona en México se estima en 65 kilogramos anuales, según datos del SENASICA (2020), ubicando al país en el decimotercer lugar a nivel mundial. Sin embargo, según Forbes México (2024), el consumo per cápita de todo tipo de carnes (incluyendo borrego y chivo) ascendió a 80 kg en 2023, mostrando un incremento en los últimos años. En cuanto al consumo por tipo de carne, la preferencia se centra en el pollo, con 4,339 toneladas, seguido del cerdo (2,305 toneladas) y la res (1,865 toneladas). Este patrón refleja una dependencia significativa de las proteínas de origen animal, cuyas implicaciones ambientales han sido ampliamente documentadas, siendo explicadas a continuación.

Entre las implicaciones ambientales, se encuentra la ganadería no sostenible, es definida como aquella práctica ganadera, que no respeta al ambiente, permitiendo así que su proceso sea perjudicial para el ambiente, degradando los recursos naturales que la ganadería utiliza (Gobierno de México, 2023).

El modelo de producción ganadera actual, caracterizado por su insostenibilidad, se ve reflejado en el análisis de Goldstein, Moses, Sammons y Birkved (2017), quienes evidencian que el impacto ambiental del sistema alimentario estadounidense, medido per cápita, se sitúa entre los más elevados a nivel global, debido principalmente al consumo de productos de origen animal. Dentro de este grupo, la carne de res destaca como el producto con mayor impacto ambiental, tanto por su contribución global total como por su huella ecológica por unidad de masa. Numerosas investigaciones sobre los hábitos alimenticios en Estados Unidos han identificado el consumo de carne vacuna como un factor determinante en la generación de gases de efecto invernadero (derivados de procesos como la fermentación entérica y la deforestación), el consumo de recursos hídricos (tanto para la hidratación del ganado como para el riego de cultivos destinados a su alimentación) y la utilización de grandes extensiones de tierra (principalmente dedicadas a pastizales). De igual manera, Eshel, Shepon, Makov y Milo (2014), complementan esta información mediante un análisis estadístico, en el que concluyeron que la producción ganadera, especialmente la carne de res, requiere aproximadamente diez veces más recursos (uso de tierras, agua de riego, nitrógeno reactivo (Nr) y emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), a lo largo de su ciclo de vida completo, que las demás categorías de ganadas.

En términos económicos entre los países también se ejerce una insostenibilidad ambiental directa con la producción, pues dada su posición como uno de los principales productores mundiales de carne de res fresca (Carbajal, Hinojosa y Ramirez, 2023), Estados Unidos ejerce una influencia significativa en las tendencias de producción y consumo a nivel internacional, lo que convierte la mitigación de los impactos ambientales asociados al consumo de alimentos en una oportunidad crucial no solo para el país, sino para todo el planeta.

Sin embargo, la sobreproducción en Estados Unidos no es la única causante de la problemática en la ganadería sostenible, ya que su producción interna no satisface la demanda de su población, generando una dependencia de importaciones provenientes de países como Canadá y México, lo que extiende el impacto ambiental a estos territorios. Explicando mediante lo mencionado por Carbajal, Hinojosa y Ramirez, 2023, quienes refieren que el auge de las exportaciones de carne mexicana se debe, en gran parte, al aumento de la demanda del mercado estadounidense.

Esta sobreproducción no solo afecta al planeta como fue explicado en párrafos anteriores, sino que también impacta la seguridad alimentaria de los países en vías de desarrollo, definidos como aquellas naciones que aún no han logrado un grado significativo de industrialización en proporción a su número de habitantes, y que además presentan un estándar de vida comparativamente bajo (Velez y González, 2008). Esta relación se manifiesta, en gran medida, a través del uso extensivo de la tierra para la producción de alimento para ganado.

A nivel global, la producción de alimento para el ganado requiere una vasta extensión de tierra, aproximadamente 2.5 mil millones de hectáreas, lo que representa cerca de la mitad de la superficie agrícola mundial. De esta superficie, la mayor parte, 2 mil millones de hectáreas, corresponde a pastizales, de los cuales alrededor de 1.3 mil millones son pastizales naturales no aptos para el cultivo. Esto implica que el 57% de la tierra destinada a la producción de alimento para animales no es utilizable para la producción de alimentos para consumo humano. Esta

considerable dedicación de tierras a la ganadería plantea un desafío crucial para la seguridad alimentaria global (Mottet, De Haan, Falcucci y Tempio, 2017).

Este desafío está relacionado a la estimación realizada por Alexandratos y Bruinsma, 2012, quienes estiman que la demanda global de carne y leche aumentará un 57% y un 48% respectivamente entre 2005 y 2050. Por ende, el aumento en la demanda ejerce aún más presión sobre los recursos terrestres y sobre la seguridad alimentaria, especialmente en los países en desarrollo. Para satisfacer estas necesidades alimentarias de la creciente población mundial, se calcula que la producción anual de cereales deberá aumentar en casi mil millones de toneladas, y la producción de carne en más de 200 millones de toneladas, alcanzando un total de 470 millones de toneladas en 2050, con un 72% de esta producción concentrada en los países en desarrollo, en comparación con el 58% actual, abordar la seguridad alimentaria global implica también asegurar la producción de los alimentos necesarios para garantizar la seguridad nutricional (FAO, 2019).

Por ello, la búsqueda de alternativas sostenibles en la producción de proteínas no solo es necesaria, sino también urgente para prevenir problemas de salud asociados a la desnutrición, la pérdida muscular y la debilitación del sistema inmunológico, como lo señala la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2024).

En este contexto, los grillos, entre el que destaca, *Acheta domesticus*, emergen como una alternativa prometedora, debido a su composición química, la FAO refiere que los grillos tienen macronutrientes y micronutrientes de importancia para la salud humana, entre los que destacan su alta calidad y cantidad de proteínas, comparando directamente a las de productos bovinos y pesqueros (Morillo y Villegas, 2024). Además de sus cualidades nutricionales, los grillos destacan en su producción al requerir menos agua, emitir menores cantidades de gases de efecto invernadero y su facilidad en criarse en áreas reducidas, sin interferir directamente con los cultivos agrícolas destinados al consumo humano (Van Huis et al., 2017). Su potencial para diversificar las fuentes de proteína y su creciente aceptación cultural los posicionan como un elemento clave en el debate sobre la sostenibilidad alimentaria, por lo tanto, el objetivo del presente artículo es analizar la viabilidad de los grillos como una alternativa sostenible a las proteínas de origen animal para la nutrición humana, analizando sus beneficios ambientales y nutricionales en comparación con las fuentes proteicas tradicionales.

Grillos como solución alternativa

La entomofagia se define como el consumo de insectos y sus derivados (miel, cera y jalea). Su aceptación aumenta cuando se destacan sus múltiples beneficios, tanto nutricionales como ambientales. Entre sus aportes destacan el suministro de aminoácidos esenciales, ácidos grasos, minerales y fibra dietética, así como sus propiedades medicinales, presentes en productos como la miel y el propóleo. Además, su producción genera un menor impacto ambiental, incluyendo una reducción significativa en la emisión de gases de efecto invernadero en comparación con la ganadería tradicional (Murefu, Macheke, Musundire y Manditsera, 2019).

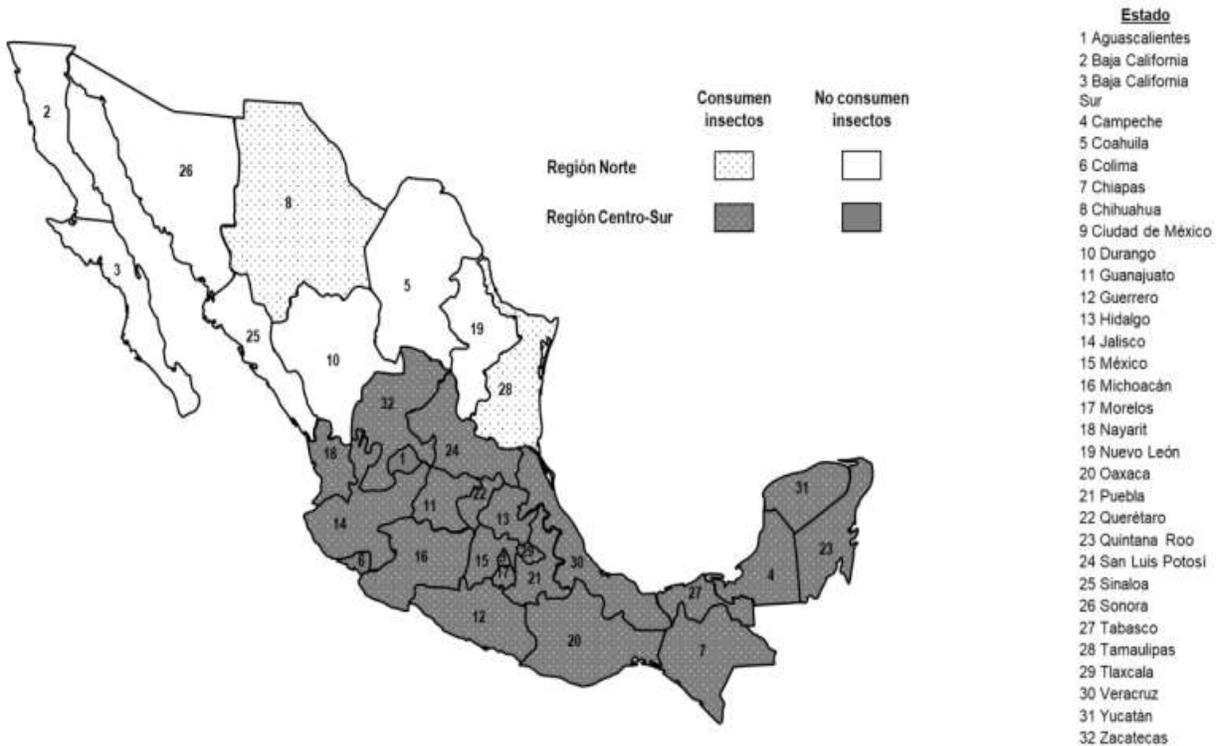
El consumo de insectos, una práctica extendida a nivel global, como se explicó con anterioridad, incluye diversas especies, entre las que destacan los *Orthoptera*. Este orden, que abarca chapulines, langostas y grillos, es consumido tanto en su etapa adulta como de ninfa, ocupando el cuarto lugar entre los órdenes de insectos más ingeridos (Ronquillo-de Jesús, 2024). Esta información se ve respaldada por el estudio de Apolo-Arévalo y Lannacone (2015), quienes identificaron a los órdenes Coleoptera, Hymenoptera, Orthoptera y Lepidoptera como los principales en el consumo humano.

En Perú, la crianza y el consumo del grillo común *Acheta domesticus* representan una alternativa tanto para la alimentación de ganado y otros animales de granja como para el consumo humano, debido a su elevado valor nutricional, bajo costo de producción y reducido impacto ambiental. Actualmente, a nivel global, esta especie se cultiva comercialmente como una opción viable para la nutrición humana, la alimentación de especies insectívoras y como cebo en la pesca deportiva (Apolo-Arévalo y Lannacone, 2015). De igual forma, en América, durante décadas en Estados Unidos la producción de grillos para alimentación animal ha sido clave para establecer las bases de su uso como alimento destinado al consumo humano. En Argentina, aunque en menor medida, esta práctica comenzó en 2003, desarrollando un conocimiento local para la industria (Red de Seguridad Alimentaria, 2021).

La Figura 1 (Marlés 2023), ilustra el marcado contraste en el consumo de insectos comestibles entre las regiones de México. En el norte, la entomofagia es una práctica poco común, limitada a Chihuahua y Tamaulipas, mientras que en el centro-sur se observa una tradición arraigada. Marlés (2023), aporta una perspectiva importante al señalar que

este consumo persistente en el centro y sur del país se debe, en gran medida, a la presencia de diversas comunidades indígenas, como los mixtecos, zapotecos, nahuas y otomíes, quienes han preservado numerosas formas de preparación y recetas, manteniendo viva esta práctica ya sea por arraigo a sus tradiciones o por limitantes económicas.

Imágen 1:- Mapa de México con la distribución de consumo de insectos por Estados de la República.



En el Estado de Hidalgo, se aprovecha una rica diversidad de insectos comestibles, alrededor de 73 especies pertenecientes a especies como Orthoptera, Isoptera, Hemiptera, Homoptera, Neuroptera, Coleoptera, Diptera, Lepidoptera e Hymenoptera. En un estudio realizado por Ramos-Elorduy, Moreno y De León (2002), se llegó a la conclusión de que el valor de estos insectos trasciende su composición química, posicionándolos como un recurso alimenticio importante y nutritivo, especialmente por su aporte proteico. Su consumo, además de ser una práctica ancestral arraigada en las tradiciones alimentarias y la cosmovisión de las comunidades rurales del Estado de Hidalgo, representa una estrategia sostenible de aprovechamiento de recursos naturales renovables. La recolección, aunque implica un esfuerzo energético, no representa un costo económico directo para las familias rurales que los consumen, quienes dependen de estos alimentos nutritivos y disponibles estacionalmente.

Acheta domesticus

El consumo de insectos es un campo amplio, pero esta investigación se enfocará específicamente en el grillo doméstico (*Acheta domesticus*), una especie del orden *Orthoptera* (clase insecta) extensamente cultivada y utilizada como alimento a nivel global. *A. domesticus* presenta características típicas de los ortópteros, como patas posteriores especializadas para el salto, dos pares de alas y cabeza en ángulo recto con el cuerpo, con la boca dirigida hacia abajo, además de ojos compuestos. Su ciclo vital comprende de 30 a 50 días, siendo el momento óptimo para su consumo alrededor del día 40, cuando alcanzan la madurez (Aguirre-Segura y Vega, 2015 y González, 2023). En la imagen dos se puede visualizar al grillo doméstico.

Esta especie de grillo, destaca por su facilidad para ser criado en cautiverio. Además, su producción tiene un impacto ambiental bajo, lo que la convierte en una opción sostenible. Su incorporación en la dieta resulta adecuada desde el punto de vista nutricional, ya que aporta proteínas y nutrientes de alta calidad, incluyendo proteínas esenciales, ácidos grasos y micronutrientes esenciales para la salud humana (González, 2023).

Imágen 2:- *Acheta domesticus*.

Valores nutricionales.

Debido a su alto contenido de macro y micronutrientes, como se explicó previamente, el *Acheta domesticus* se presenta como una opción alimenticia idónea para promover la salud de la población. A continuación, se analizará su composición nutricional (Tabla 1), tomando como referencia los datos aportados por tres autores (Magara, et al. 2021, González, 2023 y Rosales, Ortega y Cansino, 2022).

Tabla 1:- Valores nutricionales del grillo perteneciente a la familia *Acheta domesticus*.

Valor nutricional (g/100g)	Magara, et al. 2021.	González, 2023.	Rosales, Ortega y Cansino, 2022
Energía	455,19	525,0	414,41 - 455,19
Proteína	62,41 - 71,09	15,1	55 - 70,75
Hidratos de carbono	NR	<0,5	2,60 - 3,93
Lípidos	9,80 - 22,8	31,3	9,80 - 22,80
Fibra	10,20	4,2	14,92 - 22,02

- NR = No referido.

Como se observa en la tabla 1, el grillo destaca por su alto contenido de proteínas, que constituye el macronutriente predominante, seguido por los lípidos y los hidratos de carbono. Este análisis sugiere que los grillos representan una excelente fuente de proteínas; sin embargo, es fundamental evaluar su composición nutrimental a mayor detalle, por lo que a continuación se analizarán las proteínas, hidratos de carbono y lípidos.

Proteínas.

Las proteínas son biomoléculas esenciales formadas por cadenas de aminoácidos que adoptan estructuras tridimensionales específicas, lo que les permite desempeñar una amplia variedad de funciones en los organismos vivos. Estas estructuras están determinadas por la secuencia de aminoácidos codificada en el material genético de cada organismo y son sintetizadas por los ribosomas y destacan por ser las biomoléculas más versátiles, cumpliendo roles fundamentales como funciones estructurales, enzimáticas y de transporte, entre muchas otras (Guillen, 2009). Los grillos tienen una alta cantidad de proteínas como fue especificado en párrafos anteriores, los estudios muestran que los grillos comestibles, como el *Acheta domesticus*, destacan por su elevado contenido proteico, que varía según la especie, el hábitat, la dieta y el estado de desarrollo. En su forma en polvo, el *Acheta domesticus* contiene entre 55% y 78% de proteínas, cifras superiores a las fuentes tradicionales de carne como pollo, cerdo y res. Sin embargo, en su forma congelada, el contenido proteico no supera el 15% debido a su alta humedad. La digestibilidad de las proteínas del grillo es del 83.9%, ligeramente inferior a la de alimentos como los huevos (95%) y la carne de res

(98%), pero superior a la de muchas proteínas vegetales como el maíz, trigo y arroz (Magara, et al. 2021 y González, 2023).

De igual forma, el perfil de aminoácidos del *Acheta domesticus* es completo, con un 42.7% de aminoácidos esenciales, comparable al de las principales fuentes proteicas en la dieta humana. Destacan la lisina y treonina, ideales para complementar dietas ricas en cereales, así como su contenido de ácido glutámico, asociado al sabor umami. Sin embargo, presenta deficiencias en triptófano, metionina y cisteína. Aunque el método tradicional para calcular proteínas puede sobreestimar su valor debido a la presencia de quitina, el grillo doméstico cumple con los niveles requeridos de aminoácidos esenciales y representa una fuente de proteínas de alta calidad, sostenible y versátil para la nutrición humana (Magara, et al. 2021 y González, 2023).

La información presentada se complementa con los datos de la Tabla 2 (Magara, et al. 2021 y González, 2023), que detallan la cantidad de aminoácidos presentes en el *Acheta domesticus*, evidenciando su significativo aporte nutricional y los beneficios que su consumo puede ofrecer para la salud.

Tabla 2:- Cantidad de aminoácidos presentes en el grillo de la especie *Acheta Domesticus* (g/100 g proteína).

Aminoácidos	González, 2023.	Magara, et al. 2021.
Valina	4,5	1,07
Isoleucina	2,9	4,45 ± 0,21
Leucina	3,8	9,75 ± 0,35
Lisina	3,2	5,40 ± 0,00
Treonina	1,6	3,60 ± 0,00
Fenilalanina	2,4	3,00 ± 0,28
Metionina	1,0	1,40 ± 0,14
Histidina	1,7	2,25 ± 0,07
Triptófano	0,4	0,55 ± 0,07
Arginina	3,9	6,10 ± 0,00
Asparagina	4,6	NR
Glutamina	6,4	10,45 ± 0,07
Serina	1,6	1,02
Glicina	2,6	1,04
Alanina	3,7	8,85 ± 0,07
Cisteína	0,4	0,8 ± 0,00
Prolina	3,0	1,15
Tirosina	2,7	1,00

Como se puede observar en la tabla 2, los aminoácidos con mayor presencia en los grillos son glutamina,

Hidratos de carbono.

Los hidratos de carbono son glúcidos o azúcares, que tienen como función principal proporcionar energía al organismo. Desde un punto de vista químico, están formados por carbono, hidrógeno y oxígeno en la fórmula general (C_n:H_{2n}:O_n). Su unidad básica son los monosacáridos, o azúcares simples, entre los cuales destacan la glucosa, fructosa y galactosa por su relevancia nutricional (Azcona, 2013), en los grillos, aunque no dependen de los carbohidratos para su crecimiento debido a su capacidad de sintetizarlos a partir de aminoácidos y lípidos, constituyen una fuente energética importante. Según investigaciones, el contenido de carbohidratos en los grillos comestibles puede variar entre 2.50 y 47.20 g por cada 100 g de peso seco, influenciado principalmente por la dieta que consumen. Estos carbohidratos se almacenan mayormente como glucógeno en el cuerpo graso de los insectos, transformándose en trehalosa, una fuente de energía de rápida disponibilidad, particularmente útil durante procesos como la metamorfosis o la producción de sonidos en los machos (Magara, et al. 2021 y González, 2023).

En el caso específico del *Acheta domesticus*, se destaca su significativo aporte calórico. El polvo de grillo proporciona aproximadamente 525 kcal, mientras que el polvo parcialmente desgrasado tiene un valor energético cercano a las 362 kcal. Sin embargo, el contenido de carbohidratos es limitado: menos de 0.5 g en grillos congelados, 2.1 g en su versión en polvo y 4.6 g en el polvo parcialmente desgrasado. A pesar de este bajo contenido, los grillos comestibles aportan más carbohidratos en comparación con carnes convencionales como cabra, pollo y cerdo (Magara, et al. 2021 y González, 2023).

Lípidos.

Los lípidos, son un conjunto de compuestos caracterizados por su insolubilidad en agua y su solubilidad en solventes orgánicos. Dentro de este grupo se encuentran los triglicéridos, conocidos comúnmente como grasas, así como los fosfolípidos y los esteroides (Azcona, 2013b), en cuanto al último macronutriente, los grillos comestibles contienen una proporción destacada de ácidos grasos esenciales, principalmente oleico, linoleico, linoléico, palmítico y esteárico, con variaciones significativas entre especies, dietas, y condiciones ambientales. Por ejemplo, el ácido linoleico es el más abundante en varias especies, como *A. domesticus*, *T. emma* y *G. bimaculatus*, alcanzando valores entre 4.15 y 41.39 g/100 g de materia seca. En *Brachytrupes* sp. y *B. portentosus*, los ácidos grasos predominantes son el oleico (38.27 g/100 g) y araquidónico (50.43 g/100 g), respectivamente (Magara, et al. 2021 y González, 2023).

En el caso específico del *Acheta domesticus*, su composición de lípidos varía según la presentación. En su forma en polvo, el contenido total de grasas alcanza 31.3 g, con una distribución de 40.8% saturadas, 30.3% poliinsaturadas, y 28.9% monoinsaturadas, siendo los principales ácidos grasos el palmítico, oleico y linoleico. Por otro lado, en el polvo parcialmente desgrasado, la cantidad de lípidos disminuye a 10.2 g, con una mayor proporción de grasas monoinsaturadas (57.3%) frente a las poliinsaturadas (16.9%) y saturadas (25.8%), destacando los ácidos linoleico, palmítico, oleico y esteárico. En su forma congelada, aunque no se han reportado estudios detallados sobre la proporción de ácidos grasos, se sabe que contiene 5.9 g de grasas totales, de las cuales 2.4 g son saturadas (Magara, et al. 2021 y González, 2023). En la tabla 3 se puede observar la cantidad de lípidos presentes en el grillo *Acheta domesticus*.

Tabla 3:- Cantidad de lípidos presentes en *Acheta domesticus* (g/100 g proteína).

Lípidos	Magara, et al. 2021
Ácido láurico (C12:0)	0,10 ± 0,00
Ácido tridecanoico (C13:0)	NR
Ácido mirístico (C14:0)	0,44 ± 0,00
Ácido pentadecanoico (C15:0)	0,11 ± 0,00
Ácido palmítico (C16:0)	22,65 ± 0,37

Ácido heptadecanoico (C17:0)	0,12 ± 0,00
Ácido esteárico (C18:0)	8,54 ± 0,00
Ácido araquídico (C20:0)	NR
Ácido heneicosanoico (C21:0)	0,24 ± 0,00
Ácido behénico (C22:0)	NR
Ácido tricosanoico (C23:0)	0,02 ± 0,04
Ácido lignocérico (C24:0)	NR
Ácido miristoleico (C14:1)	0,44 ± 0,00
Ácido palmitoleico (C16:1)	0,34 ± 0,00
Ácido heptadecenoico (C17:1)	0,24 ± 0,00
MUFA	42,64
PUFA	64,36
TUFA	1,32
Omega 3	0,01
Omega 6	42,63

Como se puede observar en la tabla 3, el grillo *Acheta domesticus* destaca por su perfil lipídico rico en ácidos grasos insaturados, principalmente linoleico y oleico, así como en cantidades relevantes de ácidos grasos saturados como el palmítico y esteárico, posicionándolo como un alimento funcional, con potencial para reducir los riesgos asociados al consumo excesivo de grasas saturadas, como enfermedades cardiovasculares, obesidad y diabetes tipo 2. Su inclusión en la dieta puede contribuir al equilibrio entre ácidos grasos esenciales y saturados, favoreciendo la salud general.

Vitaminas y minerales.

En cuanto a minerales, contiene niveles significativos de fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro y zinc (Tabla 5). Aunque los grillos en general carecen de un esqueleto mineralizado, el calcio presente en *A. domesticus* supera al contenido en carne de res, pollo y cerdo. Además, esta especie se caracteriza por un bajo contenido de sodio, lo que la hace particularmente adecuada para dietas con restricciones de este mineral. En términos de vitaminas, *Acheta domesticus* es una excelente fuente de tiamina, riboflavina, niacina y vitamina B12. Su contenido de tiamina alcanza 0.4 mg/100 g de peso seco, mientras que la riboflavina varía entre 0.23 y 3.41 mg/100 g. Además, esta especie presenta retinol (vitamina A) y β -caroteno, con niveles de hasta 67 μ g y 0.02 μ g/100 g, respectivamente. También se han identificado cantidades significativas de vitamina E. Cabe destacar que las concentraciones de vitaminas y minerales en *A. domesticus* pueden variar según la dieta y las condiciones de cría. Sin embargo, su capacidad para proporcionar nutrientes clave la convierte en un recurso ideal para mejorar la calidad nutricional de diversas dietas. Además, la cría controlada de *A. domesticus* permite optimizar su contenido de vitaminas, superando las limitaciones relacionadas con la recolección en estado silvestre.

Tabla 4:- Cantidad de vitaminas presentes en *Acheta domesticus* (g/100 g proteína).

Vitaminas	Finke, 2002.	González, 2023.
-----------	--------------	-----------------

Retinol (Vitamina A)	<67,00	<21
β caroteno	<0,02	NR
Tiamina (Vitamina B1)	0,04	0,24
Riboflavina (Vitamina B2)	3,41	0,99
Niacina (Vitamina B3)	3,84	4,26
Ácido pantoténico (Vitamina B5)	2,30	4,35
Piridoxina (Vitamina B6)	0,23	97,6
Biotina (Vitamina B7)	0,02	101,2
Ácido fólico (Vitamina B9)	0,15	159,6
Vitamina B12	0,01	4,13
Vitamina C	3,00	NR
Vitamina D	<17,15	NR
Vitamina E	1,32	4,1
Vitamina K	NR	NR

Tabla 5:- Cantidad de minerales presentes en *Acheta domesticus*.

Minerales	Finke, 2002.	González, 2023.
Fósforo	832,9	706
Potasio	126,62	648
Sodio	435,06	280
Calcio	171,07	142
Magnesio	94,71	64
Zinc	20,22	24
Manganesio	3,35	4
Hierro	8,75	7
Cobre	1,43	3
Cobalto	NR	NR
Aluminio	NR	NR

Por lo tanto, *Acheta domestica* es una alternativa sostenible y nutritiva, capaz de cubrir las necesidades diarias de varios macronutrientes y micronutrientes esenciales, lo que refuerza su potencial como alimento funcional en la alimentación humana.

Bajo impacto ambiental.

Los insectos comestibles son una alternativa de proteína obtenida mediante prácticas de producción sostenibles y respetuosas con el medio ambiente, además de ofrecer un elevado valor nutricional, en contraste con la ganadería tradicional, su producción consume menos recursos naturales, como agua y alimentos, además de generar una menor cantidad de gases que contribuyen al efecto invernadero (Melendez, 2024). Apolo-Arévalo y Lannacone, 2015, refieren que este tipo de insectos pueden ser criarse con desechos vegetales provenientes de la alimentación humana a demás de naturaleza como tallos, hojas y plantas. Los desechos producidos por los insectos pueden transformarse en abono orgánico. En lo referente al uso del suelo, los insectos tienen una mayor ventaja debido a su pequeño tamaño, ya que pueden criarse en mayores densidades, optimizando la utilización del espacio, permitiendo producir 64 kg de insectos por metro cúbico, en comparación con los 40 kg por metro cuadrado de carne de pollo o los 0,13 kg por metro cuadrado de carne de res.

Imágen 3:- Reproducción de *Acheta domestica*.



Aunque se han realizado estudios sobre los grillos, pocos integran los aspectos de sostenibilidad, valor nutricional y aceptación social, la inclusión de los grillos como proteína en la dieta humana subraya una solución innovadora para enfrentar los desafíos actuales relacionados con la seguridad alimentaria, el cambio climático y el uso eficiente de los recursos naturales. Los grillos como fuente de proteína representan una alternativa prometedora, incluirlos en la dieta humana, promueve un sistema alimentario más resiliente y responsable. Adoptar esta fuente de proteína implica un cambio cultural significativo, pero necesario, para avanzar hacia un sistema alimentario más sostenible, capaz de satisfacer las necesidades de una población mundial en crecimiento sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para alimentar al planeta. Esta revisión sistemática se realizó con el objetivo de analizar la viabilidad de los grillos y su potencial como fuente de proteínas de alta calidad.

Metodología:-

Se llevó a cabo una revisión bibliográfica exhaustiva con el objetivo de analizar la sostenibilidad del grillo *Acheta domestica* como una fuente alternativa de proteína para la nutrición humana. Para ello, se consultaron diversas bases de datos científicas de alto impacto, como PubMed y ScienceDirect, además de la biblioteca digital de la UAEH. Asimismo, se incluyeron artículos científicos, libros especializados y revistas académicas relacionadas con el tema.

La búsqueda de información abarcó publicaciones en inglés y español, utilizando palabras clave específicas, entre las que destacan: "*Acheta domesticus*," "insectos comestibles," "proteína alternativa," "sostenibilidad alimentaria," y "entomofagia."

Los criterios de inclusión consideraron estudios publicados entre 2005 y la actualidad, investigaciones revisadas por pares, y materiales que abordan aspectos relacionados con:

- Composición nutricional del grillo *Acheta domesticus*.
- Impacto ambiental de su producción.
- Aceptación cultural y percepción del consumo de insectos.
- Viabilidad económica de su cultivo a gran escala.

Se excluyeron documentos que no ofrecieran información primaria o relevante para los objetivos del estudio, así como aquellos con metodología o datos insuficientemente documentados.

Resultados y Discusión:-

En un mundo donde la demanda de proteínas sigue en aumento y los recursos naturales se vuelven cada vez más escasos, como se revisó en secciones anteriores, es necesario explorar alternativas innovadoras y sostenibles para satisfacer las necesidades nutricionales de la población. En este contexto, el grillo "*Acheta domesticus*" se presenta como una opción prometedora, ya que ofrece un alto contenido proteico, un bajo impacto ambiental y una gran versatilidad en su uso. Sin embargo, también existen desafíos y limitaciones que deben ser abordados para que esta alternativa sea viable y accesible para todos.

Composición nutricional del grillo *Acheta domesticus*

Uno de los aspectos fundamentales para evaluar la viabilidad del grillo *Acheta domesticus* como alternativa proteica es su composición nutricional. Comprender su contenido en proteínas, aminoácidos esenciales, lípidos, vitaminas y minerales permite no solo posicionarlo frente a otras fuentes de proteína tradicionales, sino también determinar su potencial para satisfacer las necesidades dietéticas de diversas poblaciones. A continuación, en la tabla 6 se presentan los hallazgos sobre su perfil nutricional y se analizan en comparación con fuentes alimentarias convencionales.

Tabla 6:- Valores nutricionales y su comparación.

	Energía	Proteína	Hidratos de carbono	Lípidos	Referencia
<i>Acheta domesticus</i> (g/100 g)	414,41	55 - 70,75	2,60 - 3,93	9,80 - 22,80	Rosales, Ortega y Cansino, 2022
Filete de res (g/30 g)	119.88	7,2 24,00	0,0	0,8 2,66	Bertha y Palacios, 2022
Carne de cerdo (40 gr)	56 140	7,9 19,75	0,0	2,5 6,25	Bertha y Palacios, 2022
Pechuga de pollo (30 gr)	31 103,33	6,3 21	0,0	0,4 1,33	Bertha y Palacios, 2022
Filete de pescado (40 gr)	36 90	7,5 18,75	0,0	0,5 1,25	Bertha y Palacios, 2022

Como se puede observar en la tabla anterior, los resultados obtenidos sugieren que *Acheta domesticus*, tiene un perfil nutricional superior en comparación con fuentes tradicionales de proteína animal como el pescado, la pechuga de pollo, el filete de res y la carne de cerdo. El grillo presenta una mayor concentración de calorías, proteínas y lípidos por cada 100 g, lo que lo convierte en una opción eficiente para satisfacer las necesidades dietéticas de energía y macronutrientes esenciales. Su elevado contenido proteico, especialmente en aminoácidos esenciales, y su mayor densidad calórica lo posicionan como una alternativa prometedora para la suplementación o sustitución de proteínas animales en dietas humanas, especialmente en contextos de inseguridad alimentaria o donde se buscan fuentes sostenibles y de bajo impacto ambiental. A pesar de estos beneficios nutricionales, la viabilidad del grillo como sustituto dietético aún enfrenta desafíos, principalmente en términos de aceptación cultural y la percepción del consumo de insectos en diversas regiones del mundo. Además, aunque se ha demostrado que los insectos pueden ser una fuente de proteínas de alta calidad, la falta de infraestructura adecuada para la producción masiva y la comercialización podría limitar su acceso en algunas áreas. No obstante, los avances en la producción de insectos comestibles y la creciente demanda de fuentes de proteínas sostenibles abren un camino favorable para considerar el grillo como un suplemento viable en la dieta humana en el futuro cercano.

Impacto ambiental de la producción de grillos

En los últimos años, la producción de insectos comestibles ha captado un creciente interés, especialmente debido a su potencial para mejorar la seguridad alimentaria en países en desarrollo y proporcionar una alternativa más sostenible a las fuentes de proteínas animales tradicionales (Liceaga, 2022). Históricamente, los insectos han sido parte de la dieta humana, como es el caso de las civilizaciones mesoamericanas prehispánicas (Poveda et al., 2019). Actualmente, existen más de 250 empresas a nivel mundial dedicadas al cultivo de insectos o productos derivados con fines alimentarios, de las cuales aproximadamente 133 están enfocadas en el consumo humano, ubicándose principalmente en Europa, Asia del Sur y América del Norte (Van Huis, 2019; Avendaño, Sánchez y Valenzuela, 2020). Entre los países destacados en la producción de insectos se encuentran Bélgica, Brasil, Canadá, Dinamarca, España y Estados Unidos, con Tailandia como el mayor productor mundial de grillos comestibles (Van Huis, 2019). En México, la industria entomofágica tiene presencia en varios estados, como Oaxaca, Puebla, Querétaro y Ciudad de México (UNAM, 2020).

El uso de insectos como alimento presenta varias ventajas. En primer lugar, su producción tiene un menor impacto ambiental en comparación con la ganadería, ya que requiere menos explotación de tierras, favorece la restauración de la fertilidad del suelo y contribuye a la mitigación del cambio climático, lo que la convierte en una alternativa prometedora para una agricultura más sostenible (Ferruzca, Guevara, y Guzmán, 2023). Además, los insectos comestibles son una fuente confiable de proteínas y otros nutrientes esenciales, lo que les confiere un gran potencial como suplemento alimenticio. La cría de grillos en particular, ha mostrado ser eficiente en el uso de recursos, presentando un perfil ambiental favorable en cuanto a la cantidad de agua utilizada, las emisiones de gases de efecto invernadero, el uso de la tierra y los desechos generados durante el proceso.

Comparándolo, la producción de alimentos de origen animal, particularmente la ganadería, tiene un impacto ambiental considerable que ha sido ampliamente documentado. Por ejemplo, la ganadería es responsable de alrededor del 40% de las emisiones de gases de efecto invernadero en América Latina, y utiliza una gran parte de los suelos y pastizales disponibles para la producción alimentaria, lo que genera una presión significativa sobre los recursos naturales (FAO, nd). Además, la agricultura intensiva, necesaria para alimentar al ganado, requiere un uso intensivo de fertilizantes y pesticidas sintéticos, lo que puede ocasionar la contaminación de ecosistemas y afectar la biodiversidad (Lindgren et al., 2018).

En este contexto, la cría de insectos, como el grillo *Acheta domesticus*, ofrece una alternativa más sostenible con un menor impacto ambiental. Diversos estudios han demostrado que la producción de insectos emite hasta 100 veces menos gases de efecto invernadero y diez veces menos amonio que las carnes de res y cerdo (Oonincx et al., 2018; Fiala, 2008; Steinfeld et al., 2006). Este menor impacto en términos de emisiones de gases de efecto invernadero es un factor clave que respalda la viabilidad de los insectos como una alternativa más ecológica.

Otro aspecto crucial es la eficiencia en el uso de recursos. La producción de carne de res requiere 12 kg de alimento para generar 1 kg de carne, mientras que los grillos necesitan solo 1.7 kg de alimento para producir la misma cantidad de masa (Hanboonsong et al., 2017). Este alto rendimiento en la conversión de alimento en biomasa implica que la producción de insectos es mucho más eficiente en cuanto al uso de alimentos y recursos en comparación con la ganadería, lo que reduce significativamente la presión sobre los ecosistemas.

El impacto ambiental de la producción de insectos, en especial los grillos, también se ha comparado favorablemente con el de la producción avícola. Un análisis de ciclo de vida (ACV) realizado por Smetana et al. (2016) para la producción de insectos comestibles en comparación con proteínas derivadas de concentrados y suero de leche, encontró que la proteína obtenida de insectos es de dos a cinco veces más sostenible en términos ambientales. Halloran et al. (2017) realizaron otro ACV comparando el impacto ambiental de la producción de grillos (*Gryllus bimaculatus* y *Acheta domesticus*) en Tailandia con la producción avícola. Los resultados indicaron que la producción de pollo tiene un impacto ambiental significativamente mayor, especialmente en cuanto al calentamiento global, la contaminación del agua y la eutrofización terrestre, en comparación con los grillos.

Además, los insectos requieren un espacio mínimo para su producción, lo que hace que el uso de la tierra en la cría de grillos sea mucho menor que en la ganadería. El espacio requerido para la producción de un kilogramo de carne de res, por ejemplo, es mucho mayor que el necesario para producir la misma cantidad de masa de insectos. Esta eficiencia en el uso del espacio es otra ventaja de la producción de insectos. De hecho, los grillos son casi dos veces más eficientes que los pollos, tres veces más que los cerdos y siete veces más que el ganado vacuno en la conversión de alimento en biomasa (Smil, 2002; Hanboonsong et al., 2017).

En resumen, la producción de grillos presenta ventajas ambientales claras sobre las fuentes tradicionales de proteína animal, no solo en términos de emisiones de gases de efecto invernadero, sino también en cuanto a la eficiencia en el uso de recursos como el alimento, el agua y el espacio. Estos factores hacen que la cría de insectos, en particular el grillo *Acheta domesticus*, sea una alternativa viable y sostenible para la producción de proteínas a gran escala, con el potencial de mitigar muchos de los desafíos ambientales asociados con la producción de alimentos tradicionales.

Aceptación cultural y percepción del consumo de insectos

Diversos autores entre los que destacan Cadena (2020), han evaluado la aceptación de los insectos como alimentos, este autor menciona que para abordar la aceptación de la entomofagia, se formuló un modelo teórico basado en los hallazgos previos de la literatura. Este modelo busca explicar la aceptación de la entomofagia como una variable dependiente a través de diversas variables independientes seleccionadas. Entre las variables independientes del modelo, que incluyen aspectos psicográficos y relacionados con el comportamiento dietético, se encuentran las siguientes y su posible impacto en la aceptación:

1. Neofobia alimentaria (con un efecto negativo).
2. Desagrado hacia los insectos (con un efecto negativo).
3. Conciencia ambiental y nutricional de los participantes (con un efecto positivo).
4. Evaluación del riesgo asociado a la entomofagia (con un efecto negativo).
5. Familiaridad con la entomofagia (con un efecto positivo).

Estas variables incluyen el género, la edad y el nivel educativo de los participantes, aunque no se establecieron hipótesis previas sobre la dirección de su influencia. Este autor, encontró en sus resultados que, la aceptación de la entomofagia entre los consumidores de la población encuestada es relativamente baja, con solo un pequeño porcentaje dispuesto a incluir insectos en su dieta. En términos generales, se estima que este potencial podría alcanzar entre el 10% y el 15% de los consumidores. El análisis también ofrece información valiosa sobre los grupos de consumidores a los que se podrían dirigir las estrategias de comercialización, destacándose los hombres jóvenes, quienes se muestran más receptivos a probar nuevos alimentos, y que podrían constituir un grupo objetivo clave. El estudio también reveló que las campañas informativas simples que educan a las personas sobre los beneficios de la entomofagia pueden no ser suficientes para aumentar su aceptación. Por lo tanto, podría resultar más efectivo ofrecer a las personas más oportunidades para probar insectos comestibles, lo que ayudaría a reducir los prejuicios y a generar experiencias positivas, especialmente cuando los insectos no son visibles en los platos.

De manera similar, González y Contreras (2009) analizan diversas teorías que podrían explicar la baja tasa de consumo de insectos en la actualidad, a pesar de que la historia demuestra que estos han formado parte de la dieta humana desde tiempos remotos. La teoría de la caza y recolección óptima sugiere que los cazadores o recolectores se enfocarán en especies que maximicen el rendimiento calórico en relación con el tiempo invertido en la actividad. Siempre habrá al menos una especie prioritaria, seleccionada por proporcionar la mayor cantidad de calorías por hora de trabajo, considerando tareas como su búsqueda, captura, transporte, preparación y cocción. Los recolectores o cazadores incorporarán otras especies a su dieta solo si su inclusión aumenta la eficiencia calórica total derivada del esfuerzo acumulado, pudiendo explicar el por qué las comunidades con diversos insectos que podrían consumir, prefieren otras alternativas. Además, estos autores señalan que este rechazo también podría derivar del arraigado

vínculo cultural que asocia el consumo de insectos con enfermedades, falta de higiene y posibles riesgos para la salud pública.

Además, su falta de consumo proviene también de la falta de legislación en los países para su consumo. En Europa, los insectos son percibidos como un alimento inusual, a diferencia de otras regiones del mundo donde su consumo es más común. Esta ausencia de consumo se atribuye tanto a la aversión cultural hacia ellos como a la falta de legislación comunitaria que los regule. Para ilustrar la situación de la comercialización de grillos fritos enteros, se plantean dos escenarios en un caso práctico: la venta en octubre de 2017 y en enero de 2025. En el primer caso, los grillos no podían ser comercializados debido al vacío legal en la normativa comunitaria y española. Sin embargo, para 2025, serán clasificados como nuevos alimentos, lo que permitirá su comercialización. No obstante, se requerirán normativas adicionales para garantizar su calidad y seguridad alimentaria (Cebrián, 2018).

En México, de igual forma, hace falta una mejor legislación para permitir un consumo sano y adecuado de insectos, la Norma Oficial Mexicana NOM-017-SSA2-2012, para la Vigilancia Epidemiológica, establece las directrices para la recolección sistemática, continua, oportuna y confiable de información sobre las condiciones de salud de la población y sus determinantes, a través del Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica (SINAVE). Este proceso permite analizar e interpretar los datos obtenidos, sentando las bases para la toma de decisiones y garantizando su difusión adecuada, sin embargo, no se hace referencia, a la existencia de una vigilancia epidemiológica dirigida a las comunidades que consumen insectos. En consecuencia, en México no se realiza un seguimiento epidemiológico específico relacionado con este aspecto. (Cordero-Mendoza, et al, 2023).

Producción de grillo *Acheta Domesticus*.

Las granjas de grillos emergen como una alternativa económica frente a los sistemas de producción tradicionales, especialmente en áreas donde el costo elevado de la tierra, el espacio limitado y las condiciones climáticas impredecibles constituyen desafíos importantes. La viabilidad de la producción, ya sea semi-intensiva o intensiva, depende del tamaño de la instalación y de los costos iniciales y operativos asociados (Fagua, Arévalo y Vernot, 2021).

Al establecer una granja de grillos, es fundamental seleccionar una ubicación elevada con buena capacidad de drenaje, alejada de vientos fuertes, aislada y de fácil acceso. Estas condiciones son esenciales para minimizar los riesgos derivados de condiciones climáticas adversas y ruidos provenientes del proceso de producción. Es igualmente importante evitar la proximidad a zonas industriales, ya que la contaminación ambiental y del agua puede comprometer la eficiencia del sistema productivo (Fagua, Arévalo y Vernot, 2021).

El ambiente ideal para el desarrollo de los grillos exige temperaturas entre los 25 y 32 °C y una humedad relativa entre el 40 y el 70 %. Para mantener estos parámetros constantes durante todo el año, se deben contar con equipos de medición y, dependiendo del clima local, podría ser necesario instalar sistemas de calefacción y ventilación (Fagua, Arévalo y Vernot, 2021).

La capacidad productiva de una granja depende de su tamaño y las condiciones ambientales. Por ejemplo, en experimentos realizados a una temperatura promedio de 21 °C, una granja de 60 m² (12 x 5 metros) puede albergar hasta 90 contenedores de cría, cada uno capaz de producir 4 kg de grillos frescos y 2 kg de excremento por ciclo. Este excremento, comercializable como fertilizante orgánico, contribuye al valor añadido de la producción. En total, una granja de este tamaño puede generar 360 kg de insectos frescos y 180 kg de fertilizante orgánico por ciclo, lo que implica una producción anual de 1.08 toneladas de insectos y 540 kg de fertilizante (Fagua, Arévalo y Vernot, 2021).

Este modelo de producción no solo se muestra prometedor desde el punto de vista económico, sino también como una alternativa sostenible. La eficiencia del uso del espacio y los recursos en la cría de insectos hace que este sistema sea especialmente atractivo en contextos donde los recursos tradicionales de producción son limitados. Además, el aprovechamiento del excremento como fertilizante subraya el valor ecológico de esta actividad, contribuyendo a la economía circular al mismo tiempo que reduce el impacto ambiental.

A partir de los resultados obtenidos, se pueden identificar varios desafíos y oportunidades relacionados con el uso del grillo *Acheta domesticus* como una fuente alternativa de proteína. Entre los principales desafíos, se encuentra la

aceptación cultural de los insectos como alimento, que varía significativamente según la región. Además, la falta de regulación y legislación adecuada en varias naciones también representa un obstáculo.

Por otro lado, las oportunidades son significativas. Desde un punto de vista nutricional, los grillos son una fuente eficiente de proteínas, aminoácidos esenciales, calorías y lípidos, con un perfil nutricional superior en comparación con fuentes tradicionales de proteínas animales (Cordero-Mendoza et al., 2023). Esto los posiciona como una alternativa viable para combatir la inseguridad alimentaria en regiones que carecen de acceso a fuentes de proteína animal convencionales. Además, los impactos ambientales de su producción son considerablemente menores que los de la ganadería, con menores emisiones de gases de efecto invernadero y un uso más eficiente de los recursos como el agua, la tierra y el alimento (Van Huis, 2019). Estas ventajas ecológicas hacen que la producción de insectos, y en particular los grillos, sea una opción atractiva para mercados sostenibles y para reducir la presión sobre los recursos naturales.

Conclusión:-

Esta revisión sistemática confirma que el grillo "*Acheta domestica*" representa una fuente de proteína prometedoras y sostenible para la nutrición humana. Los estudios revisados destacan su alto valor nutricional, que incluye una rica composición de proteínas, grasas saludables y micronutrientes, así como su bajo impacto ambiental en comparación con fuentes proteicas tradicionales. La eficiencia en la producción de grillos refuerza aún más su potencial como alternativa sostenible, especialmente en un contexto de creciente demanda por fuentes de proteínas más responsables con el medio ambiente.

Además, la innovación tecnológica en el cultivo de insectos, el fortalecimiento de normativas y el cambio en las percepciones sociales abren oportunidades clave para el crecimiento de esta industria. A pesar de estos avances, es esencial destacar que se necesitan más investigaciones para abordar las limitaciones actuales en la producción y procesamiento de grillos además de llevar a cabo campañas educativas para superar la percepción negativa de los insectos en la dieta humana y fomentar políticas que promuevan la producción y comercialización de los grillos. Con el apoyo adecuado y una mayor aceptación social, los grillos podrían jugar un papel clave en la transición hacia una alimentación más sostenible y equilibrada.

Referencias:-

1. United Nations. (2024). World Population Prospects. Retrieved from United Nations website: <https://population.un.org/wpp/>
2. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2013). A global Assessment of emissions And mitigation opportunities TACKLING CLIMATE CHANGE THROUGH LIVESTOCK. Retrieved from <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/492bb0b2-8b73-4e49-b188-8176b1d8c711/content>
3. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2019). Proteínas. Retrieved from Food and Agriculture Organization of the United Nations website: <https://www.fao.org/nutrition/requirements/proteinas/es/>
4. Organización Mundial de la Salud. (2024). Malnutrición. Retrieved from [www.who.int](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/malnutrition) website: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/malnutrition>
5. Phillips, S. M., Fulgoni, V. L., Heaney, R. P., Nicklas, T. A., Slavin, J. L., & Weaver, C. M. (2015). Commonly consumed protein foods contribute to nutrient intake, diet quality, and nutrient adequacy. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 101(6), 1346S1352S. <https://doi.org/10.3945/ajcn.114.084079>
6. Gobierno de México. (2023). Carne mexicana para una dieta sana y equilibrada. Retrieved from [gob.mx](https://www.gob.mx/senasica/articulos/carne-mexicana-para-una-dieta-sana-y-equilibrada) website: <https://www.gob.mx/senasica/articulos/carne-mexicana-para-una-dieta-sana-y-equilibrada>
7. Forbes México. (2024). Consumo de carnes en México sube 9 kilos en cinco años: cárnicos. Retrieved from Forbes México website: <https://forbes.com.mx/consumo-de-carnes-en-mexico-sube-9-kilos-en-cinco-anos-industria-de-carnicos/>
8. Goldstein, B., Moses, R., Sammons, N., & Birkved, M. (2017). Potential to curb the environmental burdens of American beef consumption using a novel plant-based beef substitute. *PLOS ONE*, 12(12), e0189029. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189029>
9. Carbajal, F. R., Hinojosa, A. S., & Ramírez, R. I. (2023). Competitividad de la carne de res fresca mexicana en el mercado estadounidense, 1967-2020. *Análisis Económico*, 38(97), 129-148. <https://doi.org/10.24275/uam/azc/dcsh/ae/2022v38n97/rinconada>

10. Vélez, M. A., & González, C. B. (2008). Conocimiento y crecimiento económico: Una estrategia para los países en vías de desarrollo. Retrieved from Redalyc website: <https://www.redalyc.org/pdf/866/86601806.pdf>
11. Eshel, G., Shepon, A., Makov, T., & Milo, R. (2014). Land, irrigation water, greenhouse gas, and reactive nitrogen burdens of meat, eggs, and dairy production in the United States. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(33), 11996–12001. <https://doi.org/10.1073/pnas.1402183111>
12. Mottet, A., De Haan, C., Falcucci, A., Tempio, G., & Opio, C. (2017). (PDF) Livestock: On our plates or eating at our table? A new analysis of the feed/food debate. Retrieved from ResearchGate website: https://www.researchgate.net/publication/312201313_Livestock_On_our_plates_or_eating_at_our_table_A_new_analysis_of_the_feedfood_debate
13. Alexandratos, N., & Bruinsma, J. (2012). The 2012 Revision. Retrieved from <https://www.fao.org/4/ap106e/ap106e.pdf>
14. Morillo, C. G., & Villegas, P. R. (2024). Potencial proteico de harina de grillo (*Acheta domesticus*) como una alternativa sostenible para el consumo humano. *Revista Científica Pakamuros*, 12(1), 16–26. <https://doi.org/10.37787/jh8b0c66>
15. Murefu, T. R., Macheke, L., Musundire, R., & Manditsera, F. A. (2019). Safety of wild harvested and reared edible insects: A review. *Food Control*, 101, 209–224. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.03.003>
16. Red de Seguridad Alimentaria (2021). Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Producción de insectos para consumo humano. Retrieved from <https://rsa.conicet.gov.ar/wp-content/uploads/2021/12/Informe-final-Produccion-de-insectos-para-consumo-humano-RSA-CONICET-AC.pdf>
17. Ronquillo-De Jesús, E. (2024). The prevalence of insect consumption in Mexico. Retrieved from https://upfim.edu.mx/wp-content/AGROSYTA/divulgacion-InsectosMx_08072024.pdf?t=1726032043
18. Marlés, A. (2023). Insectos comestibles como modelo de negocio sostenible: Revisión Sistemática. *UVserva: Revista Electrónica de La Coordinación Universitaria de Observatorios de La Universidad Veracruzana*, (16), 188–205. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9154341.pdf>
19. Ramos-Elorduy, J., Moreno, J. M., & De León, J. M. (2002). Edible insects of chiapas, Mexico. *Ecology of Food and Nutrition*, 41(4), 271–299. <https://doi.org/10.1080/03670240214081>
20. Aguirre-Segura, A., & Vega, P. (2015). CLASE INSECTA Orden Orthoptera. *Revista IDE@ -SEA*, N°, 46, 1–13. Retrieved from http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_46.pdf
21. González, M. R. (2023). El grillo doméstico (*Acheta domesticus*) como nuevo alimento en la Unión Europea. Usos y aplicaciones en la Industria Alimentaria. Retrieved from Universidad del País Vasco website: https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/62394/TFG_Rojo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
22. Magara, H. J. O., Niassy, S., Ayieko, M. A., Mukundamago, M., Egonyu, J. P., Tanga, C. M., ... Ekesi, S. (2021). Edible Crickets (Orthoptera) Around the World: Distribution, Nutritional Value, and Other Benefits—A Review. *Frontiers in Nutrition*, 7(537915). <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.537915>
23. Guillen, V. L. (2009). ESTRUCTURA Y PROPIEDADES DE LAS PROTEÍNAS Máster Ingeniería Biomédica. Retrieved from https://www.uv.es/tunon/pdf_doc/proteinas_09.pdf
24. Azcona, A. C. (2013). 458 2013 07 24 cap 7 hidratos carbono. Retrieved from Universidad Complutense de Madrid website: <https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2013-07-24-cap-7-hidratos-carbono.pdf>
25. Azcona, A. C. (2013). cap 6 grasas y lípidos. Retrieved from Universidad Complutense de Madrid website: <https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2013-07-24-cap-6-grasas.pdf>
26. Finke, M. D. (2002). Complete nutrient composition of commercially raised invertebrates used as food for insectivores. *Zoo Biology*, 21(3), 269–285. <https://doi.org/10.1002/zoo.10031>
27. Ferruzca, E. A., Guevara, R. G., & Guzmán, R. (2023). Vista de Insectos como alimento y para el desarrollo de una agricultura sostenible | Perspectivas de la Ciencia y la Tecnología. Retrieved from [Revistas.uaq.mx website: https://revistas.uaq.mx/index.php/perspectivas/article/view/1093/1197](https://revistas.uaq.mx/index.php/perspectivas/article/view/1093/1197)
28. Fagua, D. C., Arévalo, A., & Vernot, D. (2021). Antrópodos. Producción de grillos de forma sustentable. Retrieved from Universidad de La Sabana website: https://www.researchgate.net/publication/356761107_Artrópodos_Produccion_de_grillos_de_forma_sustentable
29. Poveda, J., Jiménez-Gómez, A., Saati-Santamaría, Z., Usategui-Martín, R., Rivas, R., & García-Fraile, P. (2019). Mealworm frass as a potential biofertilizer and abiotic stress tolerance-inductor in plants. *Csic.es*. <https://doi.org/0929-1393>

30. Liceaga, A. M. (2022). Chapter Four - Edible insects, a valuable protein source from ancient to modern times (J. Wu, Ed.). Retrieved from ScienceDirect website: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1043452622000110>
31. Van Huis, A. (2019). Insects as Food and feed, a New Emerging Agricultural sector: a Review. *Journal of Insects as Food and Feed*, 6(1), 1–18. <https://doi.org/10.3920/jiff2019.0017>
32. Avendaño, C., Sánchez, M., & Valenzuela, C. (2020). Insectos: son realmente una alternativa para la alimentación de animales y humanos. *Revista Chilena de Nutrición*, 47(6), 1029–1037. <https://doi.org/10.4067/s0717-75182020000601029>
33. UNAM. (2020). Cultivo y consumo de insectos, opción ante la creciente demanda de alimentos. Retrieved from www.dgcs.unam.mx website: https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2020_236.html
34. Ferruzca Campos, E. A., Guevara González, R. G., & Guzmán Cruz, R. (2023). Insectos como alimento y para el desarrollo de una agricultura sostenible. *Insects as food and for the development of a sustainable agriculture*, 15. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>
35. FAO. (n.d.). Ganadería sostenible en América Latina y el Caribe | Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Retrieved from FAO-RLC website: <https://www.fao.org/americas/regional-initiatives/top-pages/sustainable-livestock-farming-in-latin-america-and-the-caribbean/es>
36. Lindgren, E., Harris, F., Dangour, A. D., Gasparatos, A., Hiramatsu, M., Javadi, F., ... Haines, A. (2018). Sustainable Food Systems—a Health Perspective. *Sustainability Science*, 13(6), 1505–1517. <https://doi.org/10.1007/s11625-018-0586-x>
37. Steinfeld, H., Gerber, P. J., Wassenaar, T., & Castel, V. (2006). (PDF) *Livestock’s Long Shadow: Environmental Issues and Options*. Retrieved from ResearchGate website: https://www.researchgate.net/publication/239524071_Livestock
38. Landholm, D. M., Pradhan, P., Wegmann, P., Sánchez, M. A. R., Salazar, J. C. S., & Kropp, J. P. (2019). Reducing deforestation and improving livestock productivity: greenhouse gas mitigation potential of silvopastoral systems in Caquetá. *Environmental Research Letters*, 14(11), 114007. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab3db6>
39. van Huis, A. (2017). Did early humans consume insects? *Journal of Insects as Food and Feed*, 3(3), 161–163. <https://doi.org/10.3920/jiff2017.x006>
40. de Oliveira Silva, R., Barioni, L. G., Hall, J. A. J., Folegatti Matsuura, M., Zanett Albertini, T., Fernandes, F. A., & Moran, D. (2016). Increasing beef production could lower greenhouse gas emissions in Brazil if decoupled from deforestation. *Nature Climate Change*, 6(5), 493–497. <https://doi.org/10.1038/nclimate2916>
41. Alkemade, R., Reid, R. S., van den Berg, M., de Leeuw, J., & Jeuken, M. (2012). Assessing the impacts of livestock production on biodiversity in rangeland ecosystems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(52), 20900–20905. <https://doi.org/10.1073/pnas.1011013108>
42. Abbasi, T., & Abbasi, S. A. (2011). Ocean Acidification: The Newest Threat to the Global Environment. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 41(18), 1601–1663. <https://doi.org/10.1080/10643389.2010.481579>
43. Oonincx, D. G. A. B., Mwangi, M. N., Stouten, T., Veenbos, M., Melse-Boonstra, A., Dicke, M., & van Loon, J. J. A. (2018). Insects as sources of iron and zinc in human nutrition. *Nutrition Research Reviews*, 31(2), 248–255. <https://doi.org/10.1017/s0954422418000094>
44. Fiala, N. (2008). Meeting the demand: An estimation of potential future greenhouse gas emissions from meat production. *Ecological Economics*, 67(3), 412–419. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.12.021>
45. Smetana, S., Palanisamy, M., Mathys, A., & Heinz, V. (2016). Sustainability of insect use for feed and food: Life Cycle Assessment perspective. *Journal of Cleaner Production*, 137, 741–751. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.148>
46. Halloran, A., Hanboonsong, Y., Roos, N., & Bruun, S. (2017). Life cycle assessment of cricket farming in north-eastern Thailand. *Journal of Cleaner Production*, 156, 83–94. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.04.017>
47. Smil, V. (2002). Eating Meat: Evolution, Patterns, and Consequences. *Population and Development Review*, 28(4), 599–639. <https://doi.org/10.1111/j.1728-4457.2002.00599.x>
48. Pérez Lizaur, A. B., & Palacios González, B. (2022). Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes (5a edición). Fomento de Nutrición y Salud, A.C.
49. Ocampo Cadena, A. (2020). Percepciones sobre el consumo de insectos como sustituto de las fuentes de proteínas tradicionales en los consumidores hispanohablantes. *Revista Kavilando*, 12(2), 413–428. Retrieved from <https://kavilando.org/revista/index.php/kavilando/article/view/406>

50. Cebrián, M. P. (2018). Por qué todavía no comemos insectos: marco legal en la Unión Europea. *Revista de Bioética Y Derecho*, (42), 311–341. Retrieved from https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1886-58872018000100016&lng=es&tlng=es
51. Cordero-Mendoza, D. D., Saraf Martínez-Llargo, Rivera-Gómez, R. C., Martínez-Campos, J. F., & Ortiz-Polo, A. (2023). Consumo de insectos y seguridad alimentaria. *Educación Y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de La Salud Universidad Autónoma Del Estado de Hidalgo*, 12(23), 106–110. <https://doi.org/10.29057/icsa.v12i23.11204>
52. Meléndez, A. de la B. (2024). Insectos: una prometedor industria alimentaria. Retrieved from TecScience website: <https://tecscience.tec.mx/es/divulgacion-ciencia/grillos-comestibles/>
53. Abbasi, T., & Abbasi, S. A. (2011). Ocean Acidification: The Newest Threat to the Global Environment. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 41(18), 1601–1663. <https://doi.org/10.1080/10643389.2010.481579>
54. Aguirre-Segura, A., & Vega, P. (2015). CLASE INSECTA Orden Orthoptera. *Revista IDE@ -SEA*, N° 46, 1–13. Retrieved from http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_46.pdf
55. Alexandratos, N., & Bruinsma, J. (2012). The 2012 Revision. Retrieved from <https://www.fao.org/4/ap106e/ap106e.pdf>
56. Alkemade, R., Reid, R. S., van den Berg, M., de Leeuw, J., & Jeuken, M. (2012). Assessing the impacts of livestock production on biodiversity in rangeland ecosystems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(52), 20900–20905. <https://doi.org/10.1073/pnas.1011013108>
57. Avendaño, C., Sánchez, M., & Valenzuela, C. (2020). Insectos: son realmente una alternativa para la alimentación de animales y humanos. *Revista Chilena de Nutrición*, 47(6), 1029–1037. <https://doi.org/10.4067/s0717-75182020000601029>
58. Azcona, A. C. (2013a). 458 2013 07 24 cap 7 hidratos carbono. Retrieved from <https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2013-07-24-cap-7-hidratos-carbono.pdf>
59. Azcona, A. C. (2013b). cap 6 grasas y lípidos . Retrieved from Universidad Complutense de Madrid website: <https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2013-07-24-cap-6-grasas.pdf>
60. Carbajal, F. R., Hinojosa, A. S., & Ramírez, R. I. (2023). Competitividad de la carne de res fresca mexicana en el mercado estadounidense, 1967-2020. *Análisis Económico*, 38(97), 129–148. <https://doi.org/10.24275/uam/azc/dcsh/ae/2022v38n97/rinconada>
61. Cebrián, M. P. (2018). Por qué todavía no comemos insectos: marco legal en la Unión Europea. *Revista de Bioética Y Derecho*, (42), 311–341. Retrieved from https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1886-58872018000100016&lng=es&tlng=es
62. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. (2021). Producción de insectos para consumo humano. Retrieved from <https://rsa.conicet.gov.ar/wp-content/uploads/2021/12/Informe-final-Produccion-de-insectos-para-consumo-humano-RSA-CONICET-AC.pdf>
63. Cordero-Mendoza, D. D., Saraf Martínez-Llargo, Rivera-Gómez, R. C., Martínez-Campos, J. F., & Ortiz-Polo, A. (2023). Consumo de insectos y seguridad alimentaria. *Educación Y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de La Salud Universidad Autónoma Del Estado de Hidalgo*, 12(23), 106–110. <https://doi.org/10.29057/icsa.v12i23.11204>
64. de Oliveira Silva, R., Barioni, L. G., Hall, J. A. J., Folegatti Matsuura, M., Zanett Albertini, T., Fernandes, F. A., & Moran, D. (2016). Increasing beef production could lower greenhouse gas emissions in Brazil if decoupled from deforestation. *Nature Climate Change*, 6(5), 493–497. <https://doi.org/10.1038/nclimate2916>
65. Escamilla Rosales, M. F., Ariza Ortega, J. A., & Cruz Cansino, N. del S. (2022). Evaluación química sensorial, capacidad antioxidantes y de bioaccesibilidad in vitro de una pasta en forma de tallarín con polvo de grillo (Tesis de licenciatura).
66. Eshel, G., Shepon, A., Makov, T., & Milo, R. (2014). Land, irrigation water, greenhouse gas, and reactive nitrogen burdens of meat, eggs, and dairy production in the United States. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(33), 11996–12001. <https://doi.org/10.1073/pnas.1402183111>
67. Fagua, D. C., Arévalo, A., & Vernot, D. (2021). Antrópodos. Producción de grillos de forma sustentable. Retrieved from Universidad de La Sabana website: https://www.researchgate.net/publication/356761107_Artropodos_Produccion_de_grillos_de_forma_sustentable
68. FAO. (n.d.). Ganadería sostenible en América Latina y el Caribe | Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Retrieved from FAO-RLC website: <https://www.fao.org/americas/regional-initiatives/top-pages/sustainable-livestock-farming-in-latin-america-and-the-caribbean/es>

69. Ferruzca, E. A., Guevara, R. G., & Guzmán, R. (2023). Vista de Insectos como alimento y para el desarrollo de una agricultura sostenible | Perspectivas de la Ciencia y la Tecnología. Retrieved from Revistas.uaq.mx website: <https://revistas.uaq.mx/index.php/perspectivas/article/view/1093/1197>
70. Fiala, N. (2008). Meeting the demand: An estimation of potential future greenhouse gas emissions from meat production. *Ecological Economics*, 67(3), 412–419. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.12.021>
71. Finke, M. D. (2002). Complete nutrient composition of commercially raised invertebrates used as food for insectivores. *Zoo Biology*, 21(3), 269–285. <https://doi.org/10.1002/zoo.10031>
72. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. (2013). A global Assessment of emissions And mitigation opportunities TACKLING CLIMATE CHANGE THROUGH LIVESTOCK. Retrieved from <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/492bb0b2-8b73-4e49-b188-8176b1d8c711/content>
73. Forbes México. (2024). Consumo de carnes en México sube 9 kilos en cinco años: cárnicos. Retrieved from Forbes México website: <https://forbes.com.mx/consumo-de-carnes-en-mexico-sube-9-kilos-en-cinco-anos-industria-de-carnicos/>
74. Gobierno de México. (2023). Carne mexicana para una dieta sana y equilibrada. Retrieved from gob.mx website: <https://www.gob.mx/senasica/articulos/carne-mexicana-para-una-dieta-sana-y-equilibrada>
75. Goldstein, B., Moses, R., Sammons, N., & Birkved, M. (2017). Potential to curb the environmental burdens of American beef consumption using a novel plant-based beef substitute. *PLOS ONE*, 12(12), e0189029. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189029>
76. González, M. R. (2023). El grillo doméstico (*Acheta domesticus*) como nuevo alimento en la Unión Europea. Usos y aplicaciones en la Industria Alimentaria . Retrieved from Universidad del País Vasco website: https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/62394/TFG_Rojo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
77. Guillen, V. L. (2009). ESTRUCTURA Y PROPIEDADES DE LAS PROTEÍNAS Máster Ingeniería Biomédica. Retrieved from https://www.uv.es/tunon/pdf_doc/proteinas_09.pdf
78. Guzmán, R., Ferruzca, E. A., & Guevara, R. G. (2024). Insectos como alimento y para el desarrollo de una agricultura sostenible. *Perspectivas de La Ciencia Y La Tecnología*, 272–292. <https://doi.org/10.61820/pct.vi.1093>
79. Halloran, A., Hanboonsong, Y., Roos, N., & Bruun, S. (2017). Life cycle assessment of cricket farming in north-eastern Thailand. *Journal of Cleaner Production*, 156, 83–94. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.04.017>
80. Landholm, D. M., Pradhan, P., Wegmann, P., Sánchez, M. A. R., Salazar, J. C. S., & Kropp, J. P. (2019). Reducing deforestation and improving livestock productivity: greenhouse gas mitigation potential of silvopastoral systems in Caquetá. *Environmental Research Letters*, 14(11), 114007. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab3db6>
81. Liceaga, A. M. (2022). Chapter Four - Edible insects, a valuable protein source from ancient to modern times (J. Wu, Ed.). Retrieved from ScienceDirect website: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1043452622000110>
82. Lindgren, E., Harris, F., Dangour, A. D., Gasparatos, A., Hiramatsu, M., Javadi, F., ... Haines, A. (2018). Sustainable Food Systems—a Health Perspective. *Sustainability Science*, 13(6), 1505–1517. <https://doi.org/10.1007/s11625-018-0586-x>
83. Magara, H. J. O., Niassy, S., Ayieko, M. A., Mukundamago, M., Egonyu, J. P., Tanga, C. M., ... Ekesi, S. (2021). Edible Crickets (Orthoptera) Around the World: Distribution, Nutritional Value, and Other Benefits—A Review. *Frontiers in Nutrition*, 7(537915). <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.537915>
84. Marlés, A. (2023). Insectos comestibles como modelo de negocio sostenible: Revisión Sistemática. *UVserva: Revista Electrónica de La Coordinación Universitaria de Observatorios de La Universidad Veracruzana*, (16), 188–205. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9154341.pdf>
85. Meléndez, A. de la B. (2024). Insectos: una prometedora industria alimentaria. Retrieved from TecScience website: <https://tecscience.tec.mx/es/divulgacion-ciencia/grillos-comestibles/>
86. Morillo, C. G., & Villegas, P. R. (2024). Potencial proteico de harina de grillo (*Acheta domesticus*) como una alternativa sostenible para el consumo humano. *Revista Científica Pakamuros*, 12(1), 16–26. <https://doi.org/10.37787/jh8b0c66>
87. Mottet, A., De Haan, C., Falcucci, A., Tempio, G., & Opio, C. (2017). (PDF) Livestock: On our plates or eating at our table? A new analysis of the feed/food debate. Retrieved from ResearchGate website: https://www.researchgate.net/publication/312201313_Livestock_On_our_plates_or_eating_at_our_table_A_new_analysis_of_the_feedfood_debate

88. Murefu, T. R., Macheke, L., Musundire, R., & Manditsera, F. A. (2019). Safety of wild harvested and reared edible insects: A review. *Food Control*, 101, 209–224. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.03.003>
89. Mwangi, M. N., Oonincx, D. G. A. B., Stouten, T., Veenenbos, M., Melse-Boonstra, A., Dicke, M., & van Loon, J. J. A. (2018). Insects as sources of iron and zinc in human nutrition. *Nutrition Research Reviews*, 31(2), 248–255. <https://doi.org/10.1017/s0954422418000094>
90. Ocampo Cadena, A. (2020). Percepciones sobre el consumo de insectos como sustituto de las fuentes de proteínas tradicionales en los consumidores hispanohablantes. *Revista Kavilando*, 12(2), 413–428. Retrieved from <https://kavilando.org/revista/index.php/kavilando/article/view/406>
91. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2019). Proteínas. Retrieved from Food and Agriculture Organization of the United Nations website: <https://www.fao.org/nutrition/requirements/proteinas/es/>
92. Organización Mundial de la Salud. (2024). Malnutrición. Retrieved from [www.who.int](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/malnutrition) website: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/malnutrition>
93. Pérez Lizaur, A. B., & Palacios González, B. (2022). Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes (5a edición). Fomento de Nutrición y Salud, A.C.
94. Phillips, S. M., Fulgoni, V. L., Heaney, R. P., Nicklas, T. A., Slavin, J. L., & Weaver, C. M. (2015). Commonly consumed protein foods contribute to nutrient intake, diet quality, and nutrient adequacy. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 101(6), 1346S1352S. <https://doi.org/10.3945/ajcn.114.084079>
95. Poveda, J., Jiménez-Gómez, A., Saati-Santamaría, Z., Usategui-Martín, R., Rivas, R., & García-Fraile, P. (2019). Mealworm frass as a potential biofertilizer and abiotic stress tolerance-inductor in plants. *Csic.es*. <https://doi.org/0929-1393>
96. Ramos-Elorduy, J., Moreno, J. M., & De León, J. M. (2002). Edible insects of chiapas, Mexico. *Ecology of Food and Nutrition*, 41(4), 271–299. <https://doi.org/10.1080/03670240214081>
97. Ronquillo-De Jesús, E. (2024). The prevalence of insect consumption in Mexico. Retrieved from https://upfim.edu.mx/wp-content/AGROSYTA/divulgacion-InsectosMx_08072024.pdf?t=1726032043
98. Smetana, S., Palanisamy, M., Mathys, A., & Heinz, V. (2016). Sustainability of insect use for feed and food: Life Cycle Assessment perspective. *Journal of Cleaner Production*, 137, 741–751. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.148>
99. Smil, V. (2002). Eating Meat: Evolution, Patterns, and Consequences. *Population and Development Review*, 28(4), 599–639. <https://doi.org/10.1111/j.1728-4457.2002.00599.x>
100. Steinfeld, H., Gerber, P. J., Wassenaar, T., & Castel, V. (2006). (PDF) Livestock's Long Shadow: Environmental Issues and Options. Retrieved from ResearchGate website: https://www.researchgate.net/publication/239524071_Livestock
101. UNAM. (2020). Cultivo y consumo de insectos, opción ante la creciente demanda de alimentos. Retrieved from www.dgcs.unam.mx website: https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2020_236.html
102. United Nations. (2024). World Population Prospects. Retrieved from United Nations website: <https://population.un.org/wpp/>
103. Van Huis, A. (2019). Insects as Food and feed, a New Emerging Agricultural sector: a Review. *Journal of Insects as Food and Feed*, 6(1), 1–18. <https://doi.org/10.3920/jiff2019.0017>
104. van Huis, A. (2017). Did early humans consume insects? *Journal of Insects as Food and Feed*, 3(3), 161–163. <https://doi.org/10.3920/jiff2017.x006>
105. Vélez, M. A., & González, C. B. (2008). Conocimiento y crecimiento económico: Una estrategia para los países en vías de desarrollo. Retrieved from Redalyc website: <https://www.redalyc.org/pdf/866/86601806.pdf>