

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

Beneficios de la entomofagia para la nutrición humana y el medio ambiente: una revisión bibliográfica

Cristina Estefanía Garcés López

Ingeniería en Alimentos

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito
para la obtención del título de
Ingeniería en Alimentos

Quito, 20 de diciembre de 2021

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ
Colegio de Ciencias e Ingenierías

HOJA DE CALIFICACIÓN
DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA

Beneficios de la entomofagia para la nutrición humana y el medio ambiente: una revisión bibliográfica

Cristina Estefanía Garcés López

Nombre del profesor, Título académico

Javier Garrido Espinosa, Máster

Quito, 20 de diciembre de 2021

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombres y apellidos: Cristina Estefanía Garcés López

Código: 00143662

Cédula de identidad: 1803574415

Lugar y fecha: Quito, 20 de diciembre de 2021

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETHeses>.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETHeses>.

RESUMEN

En esta revisión bibliográfica se exponen las ventajas de los insectos comestibles en la dieta de los seres humanos y como esto conlleva al cuidado del medio ambiente. Se describen los lugares donde es mayor el consumo de insectos y el interés de los consumidores ante esta nueva práctica alimentaria; donde se destacan Asia y África. Los insectos que se consumen más son los Coleópteros, principalmente los escarabajos: *Dytiscidae*, *Gyrinidae* y *Hydrophilidae*; y los Lepidópteros como las orugas: *Imbrasia belina* y *Omphisa fuscidentalis: Pyralidae*. La cría de los insectos comestibles tiene menor impacto en el medio ambiente, en cuanto al uso de energía para la obtención de alimento, agua, y espacio requerido para la crianza. El consumo de insectos es beneficioso para la salud del ser humano, ya que tiene buena fuente de proteína, aminoácidos esenciales; ácidos grasos esenciales como el linoleico y el alfa linolénico; vitaminas y minerales como la vitamina B12 y el hierro. En cuanto a alergias se han presentado choques anafilácticos por el consumo de orugas, principalmente la mopane.

Palabras clave: Entomofagia, insectos comestibles, sostenible, gases de efectos invernadero, proteína, nutrición.

ABSTRACT

In this bibliographical review, the advantages of edible insects in the diet of human beings are exposed and how this leads to caring for the environment. It describes the places where the consumption of insects is greater and the interest of consumers in this new food practice; where Asia and Africa stand out. The most commonly consumed insects are Coleoptera, mainly beetles as Dytiscidae, Gyrinidae and Hydrophilidae; and Lepidoptera as caterpillars: *Imbrasia belina* and *Omphisa fuscidentalis* as Pyralidae. The rearing of edible insects has less impact on the environment, in terms of the use of energy to obtain food, water, and space required for rearing. The consumption of insects is beneficial for human health since it has a good source of protein, essential amino acids; essential fatty acids such as linoleic and alpha linolenic; vitamins and minerals such as vitamin B12 and iron. As for allergies, anaphylactic shocks have occurred due to the consumption of caterpillars, mainly mopane.

Key words: Entomophagy, edible insects, sustainable, greenhouse gases, protein, nutrition.

TABLA DE CONTENIDO

Introducción.....	11
Metodología.....	13
Definición del problema	13
Búsqueda de la información	14
Organización de la información	16
Análisis de la información.....	18
Entomofagia	18
Insectos comestibles	19
Sostenible	20
Gases de efecto invernadero	21
Nutrición.....	23
Proteína	23
Aminoácidos.	23
Ácidos grasos.....	24
Vitaminas y minerales.	25
Alergias.....	27
Conclusiones.....	28
Referencias bibliográficas	29
Anexo A: Contenido de aminoácidos.....	31

Anexo B: Contenido de ácidos grasos.....	33
Anexo C: Contenido de minerales.....	34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Búsqueda de la información en bases de datos académicas	14
Tabla 2. Publicaciones utilizadas para la revisión de la información.....	16

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Almacenamiento de la información a través de Mendeley Web Importer.....	15
Figura 2. Colección Entomofagia en Mendeley Reference Manager.....	17
Figura 3. Complemento de Mendeley cite para Microsoft Word.....	17
Figura 4. Tipos de insectos comestibles y su consumo	19
Figura 5. Beneficios ambientales de la cría de insectos comestibles	22
Figura 6. Contenido de aminoácidos en diferentes especies de insectos.....	24
Figura 7. Contenido de ácidos grasos en las diferentes clases de insectos.....	25
Figura 8. Contenido de minerales en diferentes especies de insectos	26

INTRODUCCIÓN

La entomofagia es la ingesta de insectos por parte de los seres humanos. Las regiones que más consumen insectos comestibles son Asia, África y América Latina. Sin embargo, esta práctica no es demasiado común en América del Norte, aunque últimamente ha ido teniendo mayor popularidad porque se incluyen en comidas cotidianas de los comensales como galletas, chips, harinas, polvos de proteína, etc. Todavía no existe una mayor demanda de insectos comestibles, por lo cual se espera que las entidades reguladoras de los alimentos en cada país busquen la implementación de reformas para así crear seguridad en el consumidor y que la aceptación de los insectos comestibles vaya aumentando para así también generar mayores oportunidades de mercado (Raheem et al., 2019).

El término insectos comestibles hace hincapié, en primer lugar a animales invertebrados pequeños que poseen seis patas e inclusive alas; dentro de los cuales se pueden encontrar las hormigas, gusanos, moscas y orugas. En los últimos tiempos, se ha ido implementando el término minigano (*minilivestock*), el cual se refiere al cultivo de insectos y su posterior consumo de forma segura para los seres humanos. El segundo término comestibles, hace referencia a algo que no es peligroso para el consumidor (Skrivervik, 2020).

La producción de insectos comestibles es una manera más sostenible para el consumo de proteína animal en comparación con otras fuentes como el pollo, cerdo y res. Por ejemplo, los grillos no producen metano, solamente el 1% de los gases de efecto invernadero en contraste con el ganado. Esta fuente de proteína para el ser humano, contiene los aminoácidos esenciales (leucina 6-8g aminoácido/100g de proteína, lisina 4-6g aminoácido/100g de proteína, valina 5-7g aminoácido/100g de proteína) y en referencia a los minerales se ha encontrado que los insectos comestibles pueden tener el doble de hierro que la espinaca. Por otro lado, los jóvenes adultos están buscando nuevas alternativas alimentarias sostenibles, por lo cual la entomofagia

es una de ellas, este grupo etario se ve interesado en el tipo de insectos que se pueden consumir, además, de los procesos de conservación y preparación de estos este tipo de insectos (Looy et al., 2014; Raheem et al., 2019; Skrivervik, 2020).

Adicionalmente, la calidad y cantidad de proteína de esta nueva fuente de alimento está relacionado con el proceso de extracción, cultivo, reproducción, ciclo de vida del insecto, tamaño y tipo de especie (de Castro et al., 2018; Skrivervik, 2020).

El objetivo de esta revisión bibliográfica es compilar estudios científicos referentes a la entomofagia y los beneficios que presenta esta práctica para la nutrición de los seres humanos por la disponibilidad de proteína en los insectos comestibles. Adicionalmente, esta revisión bibliográfica se enfoca en el medio ambiente en términos de sostenibilidad, porque se produce una disminución de los gases de efecto invernadero.

METODOLOGÍA

Para esta revisión bibliográfica se han analizado publicaciones científicas desde el año 2013 hasta el año 2021. Para lo cual a través de los recursos electrónicos de la Universidad San Francisco de Quito se han utilizado diversas bases de datos como: Elsevier, Springer link, y Taylor & Francis.

Definición del problema

Para el año 2050 se prevé que solo va a estar disponible la mitad de la comida para el total de la población mundial existente. Razón por la cual se han estado buscando nuevas formas de alimentación para suplir la demanda a nivel mundial. Adicionalmente, el objetivo de desarrollo sostenible número 2 propuesto por la ONU plantea que para el año 2030 se erradique el hambre y la mal nutrición. Entonces una nueva alternativa alimentaria para la adquisición de los nutrientes que requiere el ser humano es la entomofagia (FAO, 2009; ONU, n.d.).

Búsqueda de la información

Se utilizaron las bases de datos detalladas en la Tabla 1 con ecuaciones de búsqueda en inglés.

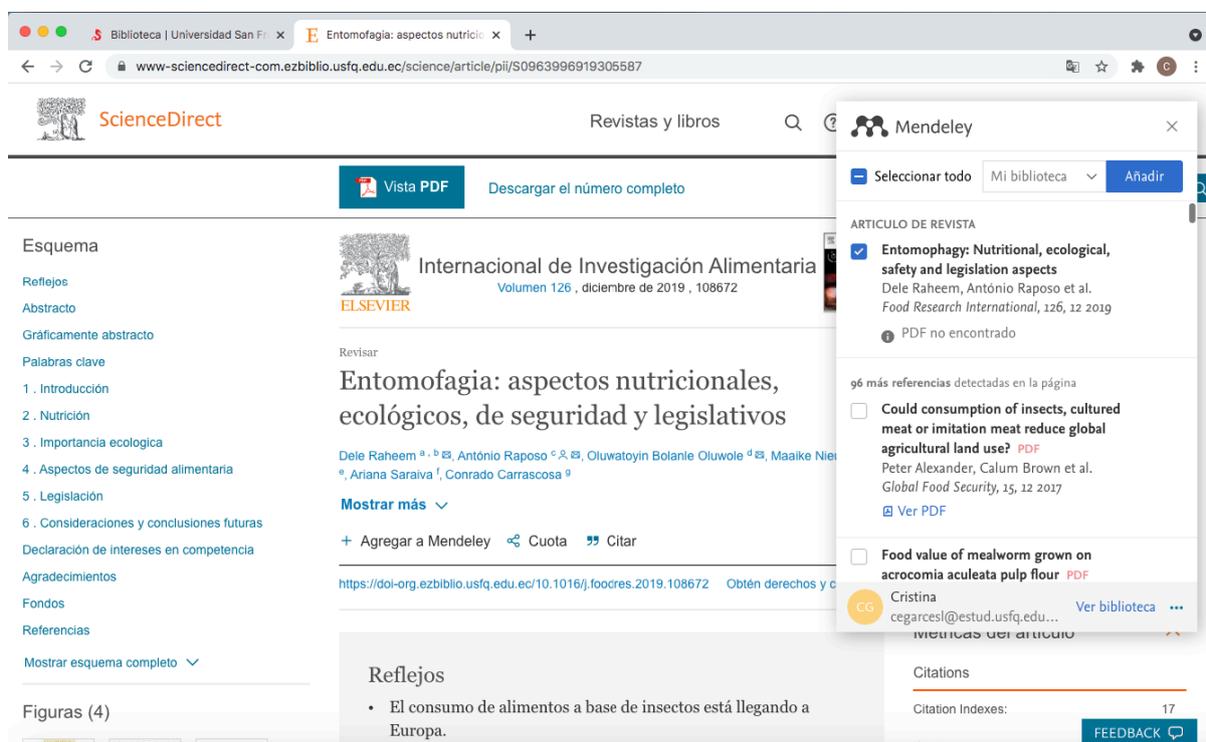
Tabla 1. Búsqueda de la información en bases de datos académicas

Palabra Clave	Ecuaciones de búsqueda	Base de datos	Resultados
entomophagy	entomophagy	Elsevier	357
	entomophagy	Springer Link	166
	entomophagy	Taylor & Francis	79
edible insects	edible insects/insectos comestibles	Elsevier	12454
	edible insects/insectos comestibles	Springer Link	3950
	edible insects/insectos comestibles	Taylor & Francis	3950
sustainable	cricket sustainable	Taylor & Francis	6012
	edible insects sustainable	Springer Link	399
protein	edible insects protein	Taylor & Francis	1785
greenhouse gases	livestock greenhouse gases	Taylor & Francis	3329
nutrition	cricket nutritional	Taylor & Francis	1056
TOTAL			33537

Fuente: Elaboración propia

Recopilación de la información

Para la recopilación y el almacenamiento de los artículos científicos que se utilizaron para esta revisión bibliográfica se utilizó la extensión Mendeley Web Importer para Google Chrome, como se visualiza en la Figura 1.



The screenshot shows a web browser window displaying a ScienceDirect article page. The article title is "Entomofagia: aspectos nutricionales, ecológicos, de seguridad y legislativos" from the journal "Internacional de Investigación Alimentaria". The Mendeley Web Importer extension is open, showing a list of articles to be imported. The first article, "Entomophagy: Nutritional, ecological, safety and legislation aspects" by Dele Raheem, António Raposo et al., is selected. Other articles listed include "Could consumption of insects, cultured meat or imitation meat reduce global agricultural land use?" and "Food value of mealworm grown on acrocomia aculeata pulp flour". The extension also shows the user's name, Cristina cegarcesl@estud.usfq.edu..., and a citation index of 17.

Figura 1. Almacenamiento de la información a través de Mendeley Web Importer

Organización de la información

En la Tabla 2 se puede observar una clasificación detallada de la información utilizada para esta revisión bibliográfica. El material informativo está compuesto por 10 artículos científicos, 2 revisiones bibliográficas, 1 libro, 3 páginas web y 1 página web de prensa escrita. Las bases de datos más utilizadas fueron Elsevier y Taylor & Francis con 6 y 4 artículos respectivamente.

Tabla 2. Publicaciones utilizadas para la revisión de la información

Material informativo	Base de datos	Número de artículos
Artículo científico	Elsevier	5
	Springer Link	2
	Taylor & Francis	3
Revisión bibliográfica	Elsevier	1
	Taylor & Francis	1
Páginas web	ONU	1
	FAO	1
	Otros	1
Libros	FAO	1
Prensa escrita	El Comercio	1
Total		17

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la Figura 2, se utilizó la aplicación de escritorio Mendeley Reference Manager para ir organizando y añadiendo la información que se iba recopilando para esta revisión bibliográfica; a través de colecciones donde se archivaba el material

informativo necesario, en este caso se creó la colección Entomofagia y cada una de las referencias están compuestas por los respectivos autores, año de publicación, título, fuente, archivo. Adicionalmente, como se aprecia en la Figura 3, se instaló el complemento Mendeley Cite para Microsoft Word, el cual permitió añadir las citas y las referencias bibliográficas que se encuentran almacenadas en Mendeley Reference Manager.

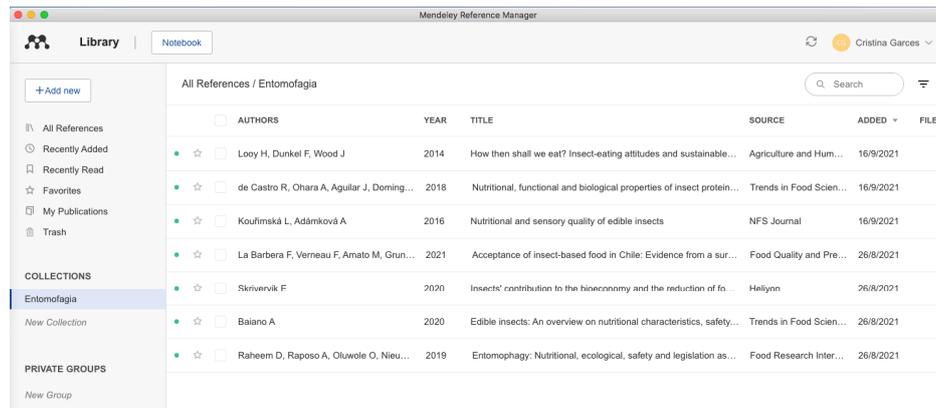


Figura 2. Colección Entomofagia en Mendeley Reference Manager

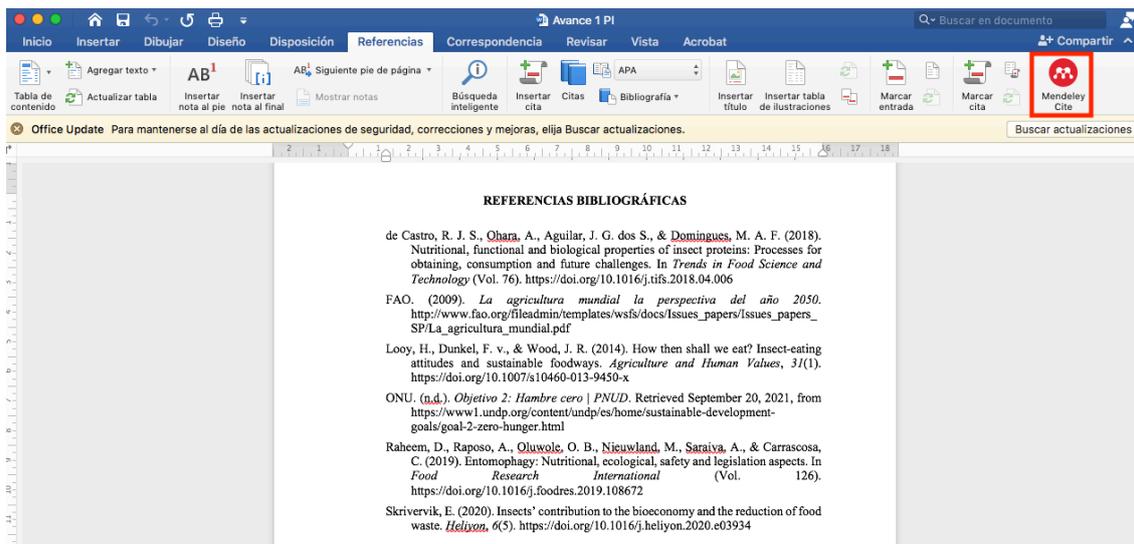


Figura 3. Complemento de Mendeley cite para Microsoft Word

ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Entomofagia

La entomofagia, como es conocido el consumo de insectos, es una práctica de consumo que contribuye al medio ambiente, y al mejoramiento de la salud del ser humano. En varias regiones alrededor del mundo principalmente en Asia y África los insectos son una nueva fuente de alimento, también es una influencia en prácticas culturales y religiosas. Sin embargo, en América esto aún no es demasiado generalizado, porque las personas asocian el consumo de insectos como un comportamiento primitivo. Por lo tanto, es indispensable la generación de una estrategia de comunicación de medios e información educativa para promover el consumo de los insectos en la sociedad occidental. Esto permitiría generar impacto en el público a través de los consumidores, inversores, emprendedores, e investigadores (van Huis et al., 2013).

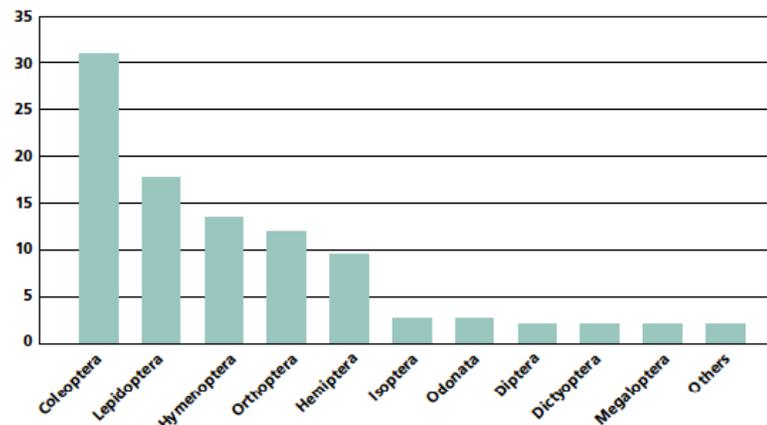
En el 2020 en Chile se llevó a cabo un Cuestionario de Actitud Entomofagia (EAQ- *Entomophagy Attitude Questionnaire*) a 483 personas conformadas por 226 hombres y 257 mujeres de 18 a mayores de 35 años de edad, para ver si los chilenos tienen la intención de probar alimentos a base de insectos. Se encontró que se ven más interesados en probar y adoptar productos que contengan insectos ya procesados, más no probarlos directamente (la Barbera et al., 2021).

En el Ecuador, el consumo de insectos en los últimos años ha ido recién teniendo popularidad, una de las granjas que se dedica a la cría y comercialización de grillos principalmente es SAR Grillo, vende los grillos ya pulverizados, enteros y el abono de estos (Banco de Ideas, n.d.). Una empresa que vende productos a base de grillo es Crick Superfoods,

la materia prima la obtiene de SAR Grillo y vende nachos, toppings y tortillas a base de harina de grillo; los cuales tienen un alto valor proteico (Alvarado, 2021).

Insectos comestibles

A nivel mundial, los insectos que mayormente se consumen son los Coleopteros 31% (escarabajos); Lepidoptera 18% (orugas); Himenópteros 14% (abejas, hormigas y avispas); Ortópteros 13% (saltamontes, grillos y langostas); Himenópteros 10% (cigarras, chicharritas, cochinitillas); Dipteros 2% (moscas); y otros 5% (van Huis et al., 2013). Esta descripción se ve en la Figura 4.



Fuente: (van Huis et al., 2013)

Figura 4. Tipos de insectos comestibles y su consumo

Existe una amplia gama de los escarabajos (Colópteros), alrededor de 78 son escarabajos acuáticos comestibles como *Dytiscidae*, *Gyrinidae* y *Hydrophilidae*. La cría de los escarabajos es fácil, se utilizan inclusive cereales como el trigo, avena y maíz; también verduras como las papas, lechugas y zanahorias. Las larvas del gusano de la harina son una gran fuente de proteína y pesan entre 130 a 160 mg. Las orugas (Lepidóptera), existen 27 especies que son consumidas en México, principalmente en Chiapas. La oruga que representa un mayor rédito

económico es la oruga mopane (*Imbrasia belina*) se consume mayormente en África del Sur, la oruga de bambú (*Omphisa fuscidentalis: Pyralidae*) es consumida en Asia. El peso de las orugas es de 25 a 500 mg y crecen a una temperatura de 20 a 31 °C y en desechos orgánicos. Las abejas, avispas y hormigas (Himenópteros), son diversos en tamaño desde 0.2 mm a 5 cm. Para la crianza es imprescindible tomar en cuenta la temperatura, dieta, humedad relativa; y esto varía de acuerdo a la especie y a la etapa de crecimiento del insecto. El consumo de los himenópteros es popular en China, ya que han sido aprobados desde 1996; es popular el consumo de las larvas de la avispa de chaqueta amarilla (*Vespula y Dolichovespula spp*). En cuanto, las langostas, saltamontes y grillos (ortópteros) hay más de 27000 especies alrededor del mundo. Los tamaños de estos insectos están entre 2 mm a 567 mm, la dieta que requieren es de plantas como las gramíneas (Sun-Waterhouse et al., 2016).

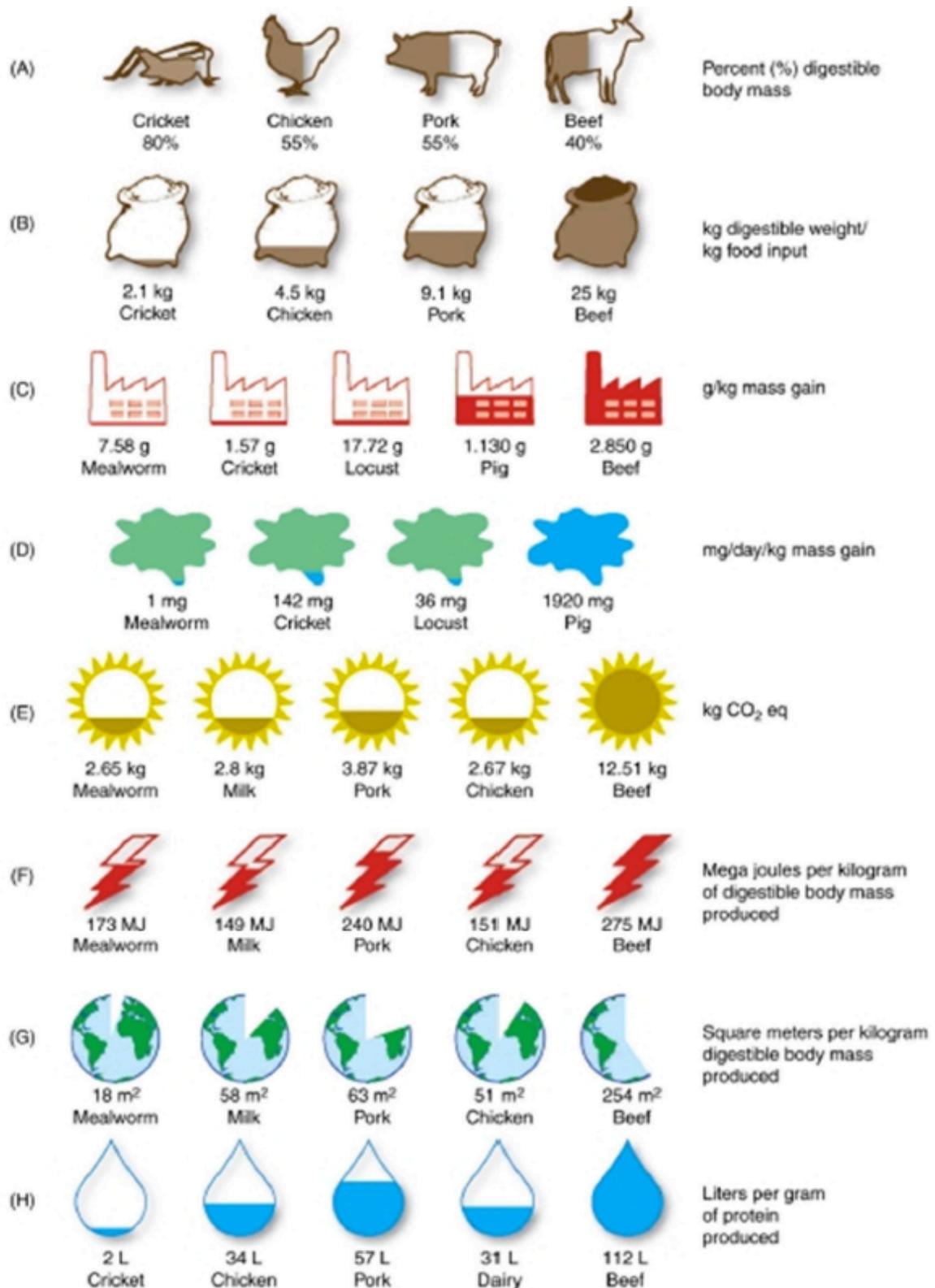
Sostenible

La cría del ganado contribuye a graves consecuencias ambientales como la contaminación tanto de las aguas superficiales como subterráneas; la deforestación para ampliar los espacios de alimentación para el ganado e inclusive la emisión de gases de efecto invernadero (GEI). Por el contrario, la cría de los insectos comestibles tiene un impacto insignificante en la huella de carbono. Entre las ventajas de este minigano se encuentran el aprovechamiento de los residuos orgánicos de los insectos que se crían en las granjas, lo cual posteriormente es utilizado como abono; menor necesidad de agua para la crianza de los insectos; reducción del uso de plaguicidas, lo cual influye en la reducción de los mismos en los alimentos; permiten un control de las plagas de otros insectos en los cultivos, ya que algunos de ellos, como la langosta son considerados plagas y al incentivar su consumo se disminuye el daño generado por el uso de productos químicos (Imathiu, 2020). Los ciclos de reproducción de los insectos son cortos, por lo cual representan una alta capacidad productiva y alto potencial

económico. La superficie para la producción de los insectos requiere de aproximadamente 1 ha para el gusano de la harina, en comparación con el ganado bovino 10 ha; y 3.5 ha para pollos y cerdos (Sun-Waterhouse et al., 2016).

Gases de efecto invernadero (GEI)

El porcentaje de biomasa digerible es mayor en los grillos (80%), en comparación con la gallina (55%), el cerdo (55%) y el ganado vacuno (40%). Los grillos requieren 2.1 kg de peso digerible/ kg de entrada de alimento, mientras que el ganado vacuno requiere 25 kg de peso digerible/ kg de entrada de alimento. El grillo produce 1.57 g GEI/kg de ganancia de masa corporal en cambio, el ganado vacuno genera 2.850 g GEI/ kg de masa corporal ganada. Si consideramos la producción generada por la contaminación de amoníaco por kg de ganancia de masa corporal, el insecto que menor produce esta contaminación es el gusano de seda, 1 mg, si lo comparamos con los grillos que producen 142 mg, y el cerdo que genera 1920 mg. La influencia de la crianza de varios de estos animales en el potencial del calentamiento global es de 2.65 kg del gusano de seda, superado por el ganado vacuno con 12.51 kg. El uso de energía que se requiere para la obtención de alimento es de 173 MJ para el gusano de seda y 275 MJ para el ganado vacuno. El espacio requerido para la crianza del gusano de seda es 18 m², en cuanto del ganado vacuno 254 m². El uso del agua que requiere un grillo para su crianza es de 2 L, en cambio el ganado vacuno requiere de 112 L (Raheem et al., 2019).



Fuente: (Raheem et al., 2019)

Figura 5. Beneficios ambientales de la cría de insectos comestibles

Nutrición

Utilizar los insectos como fuente de alimento tiene el potencial de reducir significativamente la desnutrición a nivel mundial, la FAO estima que alrededor de 805 millones de personas están desnutridas; esto implica un déficit total de energía alimentaria de 67.6 millones de kcal al día, es decir 84 kcal al día por persona. Sin embargo, teóricamente este déficit puede reducirse al emplear cerca de 15586 a 92976 ha. con la cría de los insectos comestibles (Nadeau et al., 2015). Adicionalmente, se ha encontrado que cerca del 77 al 98% de los insectos estudiados son digestibles, representando así una alternativa de alimento para el ser humano (Nowakowski et al., 2020).

Proteína.

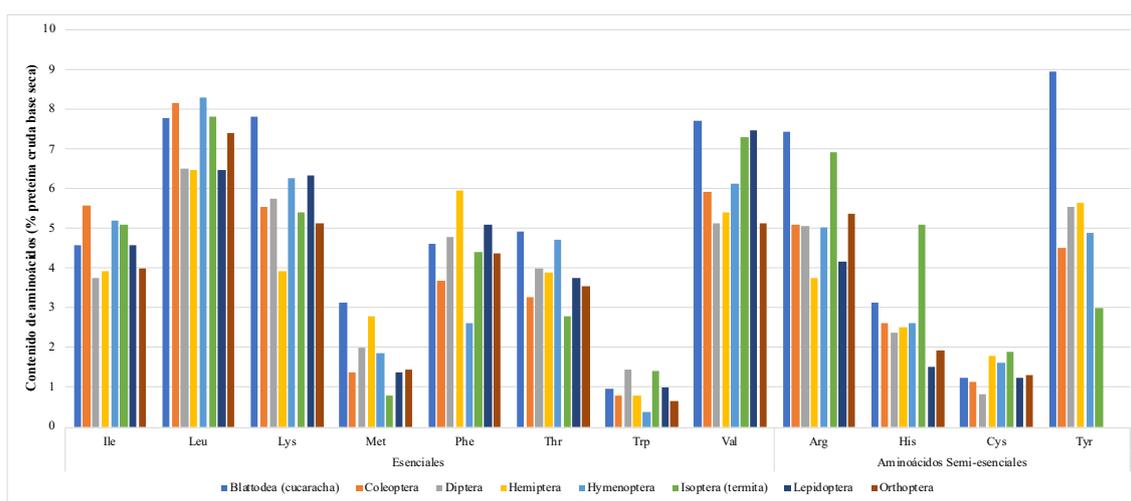
El componente principal en los insectos es el contenido de proteína, de acuerdo a los diferentes tipos de insectos esta puede ir variando. Por ejemplo: Coleóptera (20-71%), Díptera (36-70%), Ephemeroptera (37-68%), Hymenoptera (10-62%), Lepidóptera (13-64%) y Orthoptera (27-76%) (Avendaño et al., 2020).

En Uganda el consumo de los saltamontes por persona aporta 16100 kcal y 513 g de proteína anualmente (Mutungi et al., 2019). El grillo de casa *Acheta domesticu*, es más nutritivo que los alimentos tradicionales tales como la res y el pollo, ya que tiene un promedio de contenido proteico de 65% por materia seca; siendo este superior a otras fuentes tanto animales como vegetales: huevos (52%), leche (30%), y soya (45%) (Nowakowski et al., 2020).

Aminoácidos.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) sugiere que los seres humanos tengan una dieta de al menos 40% de aminoácidos. Los insectos comestibles tienen de 46% al 96% de aminoácidos esenciales, esto es mayor que las proteínas de la carne de res y en el caso de los

vegetales superior a la soja. El grupo de insectos que pertenecen a los Ortóperos, como es el grillo de casa *Acheta domesticu*, tiene mayor contenido de leucina (13 mg) que la soja y es similar al de la leche desnatada (Nowakowski et al., 2020). Como se puede observar en la Figura 6. los insectos que pertenecen al grupo de *Blattodea*, presentan cantidades altas de lisina (7.80% en proteína cruda base seca), valina (7.70% en proteína cruda base seca), metionina (3.13% en proteína cruda base seca), arginina (7.43% en proteína cruda base seca) y tirosina (8.93% en proteína cruda base seca) (Tang et al., 2019).



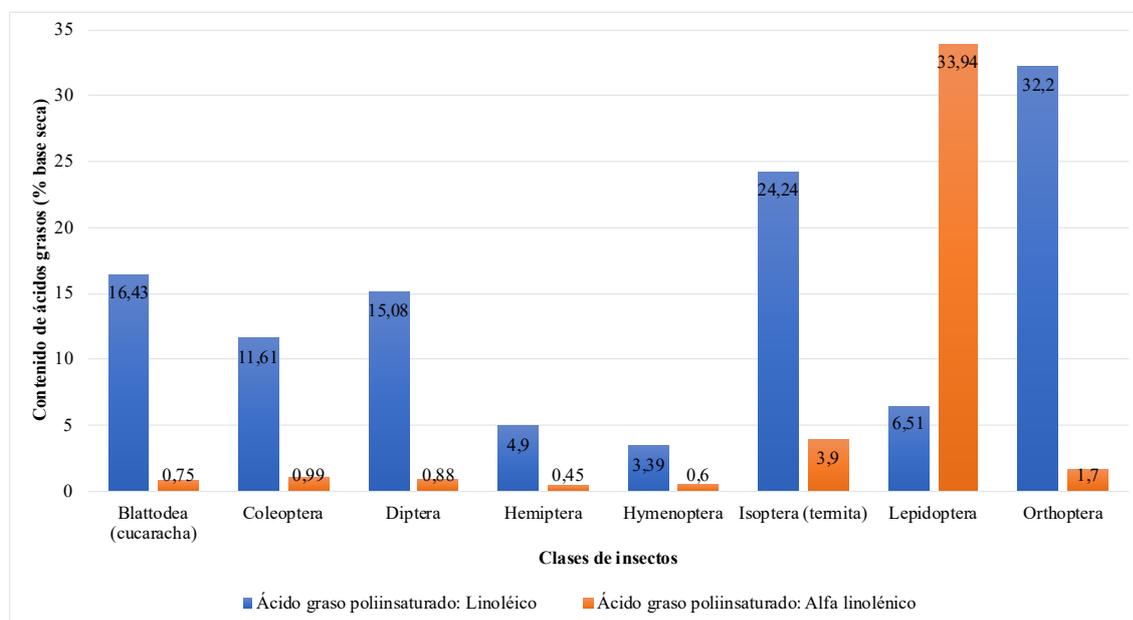
Fuente: Elaboración propia

Figura 6. Contenido de aminoácidos en diferentes especies de insectos

Ácidos grasos.

Los ácidos grasos saturados (AGS) en los insectos comestibles se encuentra entre el 31 y el 42%, principalmente los ácidos: palmítico (C16:0) y esteárico (C18:0). Los monoinsaturados están presentes entre el 22 al 49%, se destaca el ácido oleico (C18:1). En cuanto, a los poliinsaturados como el linoleico (C18:2), linolénico (C18:3) representan el 16 al 40% en los insectos (Avendaño et al., 2020). En la Figura 7. los insectos Lepidópteros son ricos en ácido graso linolénico (33.94% grasa cruda base seca), en cuanto los Orthoptera tienen

altas cantidades del ácido graso linoleico (32.2% grasa cruda base seca). Estos ácidos grasos poliinsaturados son esenciales para la dieta del ser humano porque no pueden ser sintetizados y deben ser obtenidos a través de los alimentos (Tang et al., 2019).



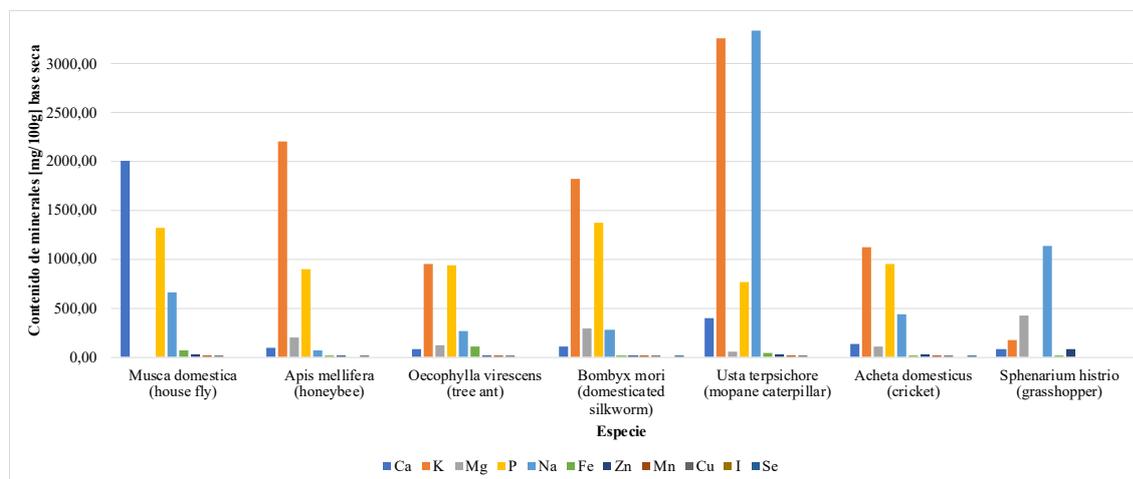
Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Contenido de ácidos grasos en las diferentes clases de insectos

Vitaminas y minerales.

Los insectos comestibles tienen vitaminas y minerales, principalmente poseen hierro hemo y esto es un gran beneficio para la dieta del ser humano por su fácil digestión a diferencia del hierro que regularmente tienen las plantas. Los grillos son ricos en hierro, el grillo de casa *Acheta domesticu* tiene alrededor de 8.75 mg de hierro por 100 g de materia seca, presenta un 180% más que la carne de res, por lo tanto, es una excelente fuente de hierro en comparación a la tradicional. También este grillo posee 5.4 mg de vitamina B12 por 100 g de materia seca; y en análisis de harina de grillo se ha encontrado que tiene 12 veces más vitamina B12 que la carne (Nowakowski et al., 2020). En la figura 3, se puede observar como varias especies de insectos comestibles son ricas en diversos minerales, se destacan *Oecophylla virescens* (tree

ant) tiene 109,00 mg/100g base seca de Hierro, en cuanto la fuente más grande de Calcio se encuentra en *Musca domestica* (house fly) (2010 mg/100g base seca) (Tang et al., 2019).



Fuente: Elaboración propia

Figura 8. Contenido de minerales en diferentes especies de insectos

El contenido de fibra cruda, en estudios se ha encontrado que la polilla *Latebraria amphipyrioides*, perteneciente a los Lepidópteros tiene 29% de fibra cruda. Por otro lado, el insecto que menor fibra cruda tiene es la larva *Aegiale hespeiaris* con 0.12% (Avendaño et al., 2020).

El procesamiento de los insectos puede afectar al valor nutricional y a las propiedades funcionales. El proceso de cocción de orugas *Hemijana* redujo su valor energético (44%) y el contenido proteico (15%). La fritura aumentó el contenido de lípidos en *Rhynchophorus phoenicis* (6%) y *Oryctes monoceros* (10%), lo cual llevó al aumento del colesterol en 3 y 10% respectivamente. En cuanto, al proceso de liofilización duplicó la concentración de los aminoácidos esenciales y no esenciales. El secado al horno de los gusanos indicó un contenido mayor de proteína (50.9%) y menor cantidad de grasa (22.8%). El secado solar de saltamontes y termitas indicó una pérdida sustancial de vitaminas como riboflavina (20-46%), piridoxina

(9-13%), retinol (30-56%), ácido ascórbico (25-55%), ácido fólico (47-66%) y alfa-tocoferol (9-30%) (Mutungi et al., 2019).

Alergias.

Existe escasez de información sobre las alergias que pueden generar los insectos. Sin embargo, en África se encontró un caso en Botswana, una mujer de 36 años tuvo dos episodios de choques anafilácticos que se presentaron con erupción cutánea, hinchazón facial e hipotensión leve. Todo esto después de haber consumido la oruga mopane, en etapa larvaria de la polilla *G. belina* perteneciente a los Lepidópteros; algunos insectos pertenecientes a este orden inducen alergia por contacto (Mutungi et al., 2019).

CONCLUSIONES

En esta revisión bibliográfica, se encontró que los insectos comestibles son una gran fuente de proteína, principalmente los insectos pertenecientes a los Coleópteros ya que presentan del 20 al 71% de proteína. Además, en cuanto a aminoácidos esenciales se destacan los insectos de la especie Blattodea con un 7.80% de lisina. En la composición de ácidos grasos esenciales los Lepidópteros presentan 33.94% del ácido alfa linolénico, en cuanto los Ortóperos 12.2% del ácido graso linoleico. En el contenido de vitaminas los grillos *Acheta domesticu*, tienen 8.75 mg de hierro. Por lo tanto, se ve que los insectos presentan grandes beneficios para la dieta del ser humano, ya que inclusive algunas especies llegan a tener un mayor valor nutricional que las fuentes de alimentos tradicionales como son las carnes de res, cerdo y aves. Además, es una nueva práctica que conllevaría grandes beneficios para los diferentes actores involucrados; y en el Ecuador se puede ver que es un mercado nuevo y se requiere mayor investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, A. (2021, March 8). *¿Comería grillos? En Ecuador se preparan 'snacks', suplementos y platos con esa proteína.* <https://www.elcomercio.com/tendencias/gastronomia/proteina-grillos-ecuador-platillos-snacks.html>
- 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). <https://doi.org/10.4067/s0717-75182020000601029>
- Banco de Ideas. (n.d.). *SARGRILLO, CRÍA DE GRILLOS PARA ALIMENTO HUMANO.* <http://www.bancodeideas.gob.ec/proyecto/view?data=aWQ9MTA1MDM%3D>
- de Castro, R. J. S., Ohara, A., Aguilar, J. G. dos S., & Domingues, M. A. F. (2018). Nutritional, functional and biological properties of insect proteins: Processes for obtaining, consumption and future challenges. In *Trends in Food Science and Technology* (Vol. 76). <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.04.006>
- FAO. (2009). *La agricultura mundial la perspectiva del año 2050.* http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues_papers/Issues_papers_SP/La_agricultura_mundial.pdf
- Imathiu, S. (2020). Benefits and food safety concerns associated with consumption of edible insects. In *NFS Journal* (Vol. 18). <https://doi.org/10.1016/j.nfs.2019.11.002>
- Looy, H., Dunkel, F. v., & Wood, J. R. (2014). How then shall we eat? Insect-eating attitudes and sustainable foodways. *Agriculture and Human Values*, 31(1). <https://doi.org/10.1007/s10460-013-9450-x>
- la Barbera, F., Verneau, F., Amato, M., Grunert, K. G., & Schnettler, B. (2021). Acceptance of insect-based food in Chile: Evidence from a survey using the entomophagy attitude questionnaire (EAQ). *Food Quality and Preference*, 93. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2021.104269>
- Mutungu, C., Irungu, F. G., Nduko, J., Mutua, F., Affognon, H., Nakimbugwe, D., Ekesi, S., & Fiaboe, K. K. M. (2019). Postharvest processes of edible insects in Africa: A review of processing methods, and the implications for nutrition, safety and new products development. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* (Vol. 59, Issue 2). <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1365330>
- Nadeau, L., Nadeau, I., Franklin, F., & Dunkel, F. (2015). The Potential for Entomophagy to Address Undernutrition. *Ecology of Food and Nutrition*, 54(3). <https://doi.org/10.1080/03670244.2014.930032>
- Nowakowski, A. C., Miller, A. C., Miller, M. E., Xiao, H., & Wu, X. (2020). Potential health benefits of edible insects. In *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1867053>
- ONU. (n.d.). *Objetivo 2: Hambre cero | PNUD.* <https://www1.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-2-zero-hunger.html>

- Raheem, D., Raposo, A., Oluwole, O. B., Nieuwland, M., Saraiva, A., & Carrascosa, C. (2019). Entomophagy: Nutritional, ecological, safety and legislation aspects. In *Food Research International* (Vol. 126). <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108672>
- Skrivervik, E. (2020). Insects' contribution to the bioeconomy and the reduction of food waste. *Heliyon*, 6(5). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03934>
- Sun-Waterhouse, D., Waterhouse, G. I. N., You, L., Zhang, J., Liu, Y., Ma, L., Gao, J., & Dong, Y. (2016). Transforming insect biomass into consumer wellness foods: A review. In *Food Research International* (Vol. 89). <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.10.001>
- Tang, C., Yang, D., Liao, H., Sun, H., Liu, C., Wei, L., & Li, F. (2019). Edible insects as a food source: a review. *Food Production, Processing and Nutrition*, 1(1). <https://doi.org/10.1186/s43014-019-0008-1>
- van Huis, A., van Itterbeeck, J., Klunder, H., Mertens, E., Halloran, A., Muir, G., & Vantomme, P. (2013). *Edible Insects - Future prospects for food and feed security*. <http://www.fao.org/3/i3253e/i3253e.pdf>

ANEXO A: CONTENIDO DE AMINOÁCIDOS

Table 1 Amino acid content of common edible insects (% in crude protein of dry weight)

Name	Stage/Part	Crude protein (%)	Essential								Semi-essential			
			Ile	Leu	Lys	Met	Phe	Thr	Trp	Val	Arg	His	Cys	Tyr
Blattodea (cockroach)		68.33	4.57	7.77	7.80	3.13	4.60	4.93	0.97	7.70	7.43	3.13	1.23	8.93
<i>Blatta lateralis</i>	Nymph	76.00	7.70	12.00	12.80	3.40	7.70	7.90	1.70	12.30	14.00	5.50	1.40	14.30
<i>Periplaneta americana</i>	Adult	66.00	3.10	5.60	5.00	3.60	3.10	3.60	0.60	6.50	5.10	2.00	2.00	6.90
<i>Periplaneta australasiae</i>	Adult	63.00	2.90	5.70	5.60	2.40	3.00	3.30	0.60	4.30	3.20	1.90	0.30	5.60
Coleoptera		41.75	5.58	8.13	5.55	1.38	3.68	3.25	0.78	5.90	5.10	2.60	1.13	4.50
<i>Callipogon barbatus</i> (longhorned beetle)	Larva	41.00	5.80	10.00	5.70	2.00	4.70	4.00	0.70	7.00	5.90	2.00	2.00	4.20
<i>Rhynchophorus phoenicis</i> (African palm weevil)	Larva	33.00	7.80	5.90	6.40	1.20	3.30	1.40	0.50	5.50			1.10	1.40
<i>Tenebrio molitor</i> (Yellow mealworm beetle)	Larva	48.00	4.00	6.90	4.90	1.20	3.20	3.60	1.00	5.90	4.50	2.70	0.60	5.40
<i>Zophobas morio</i> (superworm)	Larva	45.00	4.70	9.70	5.20	1.10	3.50	4.00	0.90	5.20	4.90	3.10	0.80	7.00
Diptera		48.80	3.74	6.48	5.74	2.00	4.76	3.98	1.43	5.12	5.05	2.38	0.83	5.52
<i>Copestylum anna</i> (hoverfly)	Larva	37.00	4.00	7.40	5.50	1.90	5.40	4.90	0.70	6.10	6.30	2.90	1.80	6.60
<i>Ephydra hians</i>	Larva	42.00	4.00	7.40	5.50	1.90	5.40	4.90	0.70	6.10		1.00		5.10
<i>Hermetia illucens</i> (soldier fly)	Larva	49.00	4.00	6.60	5.60	1.40	3.80	3.60	1.10	5.60	4.80	2.60	0.70	6.00
<i>Musca domestica</i> (house fly)	Pupa	62.00	3.50	5.30	5.20	2.60	4.20	3.20		3.40	4.20	2.60	0.40	4.80
<i>Musca domestica</i> (house fly)	Larva	54.00	3.20	5.70	6.90	2.20	5.00	3.30	3.20	4.40	4.90	2.80	0.40	5.10
Hemiptera		48.83	3.93	6.45	3.93	2.78	5.93	3.90	0.78	5.38	3.76	2.50	1.80	5.62
<i>Aspongubus viduatus</i> (melon bug)	Adult	27.00	2.10	2.30	1.60	3.60	1.10	1.80		2.60	1.30	2.10	2.10	1.70
<i>Euschistus egglestoni</i> (stink bug)	Adult	46.00	4.40	7.00	3.00	2.80	3.30	4.80	0.60	6.10	4.30	3.20	1.00	4.80
<i>Hoplophorion monogramma</i> (treehopper)	Adult	62.00	4.10	7.70	5.30	1.90	4.70	4.50	1.00	7.40	4.50	1.50	2.10	9.00
<i>Krizousacorixa azteca</i> (waterboatman)	eggs	64.00	5.00	8.00	3.50	2.90	6.20	4.00	1.10	6.00				
<i>Pachilis gigas</i>	Adult	65.00	4.20	6.90	4.50	3.60	14.40	3.60	0.60	6.20	4.10	2.00	2.40	5.80
<i>Umbonia reclinata</i>	Adult	29.00	3.80	6.80	5.70	1.90	5.90	4.70	0.60	4.00	4.60	3.70	1.40	6.80
Hymenoptera		51.43	5.20	8.27	6.27	1.85	2.60	4.70	0.39	6.10	5.03	2.61	1.60	4.87
<i>Apis mellifera</i> (honeybee)	Adult	51.00	5.60	9.60	6.60		0.90	5.50	0.00	6.90	5.90	2.50	1.70	4.50
<i>Apis mellifera</i> (honeybee)	Pupa	49.00	5.60	7.70	7.30		0.50	4.60	0.00	5.90	5.60	2.70	1.00	4.90
<i>Apis mellifera</i> (honeybee)	Larva	42.00	6.00	9.40	7.00		0.80	6.10	0.00	6.20	6.00	2.60	1.30	2.00
<i>Atta mexicana</i> (leafcutting ant)	Adult	58.00	5.30	8.00	4.90	1.90	4.10	4.30	0.60	6.40	4.70	2.50	1.50	4.70
<i>Brachygastra azteca</i> (wasp)	Pupa	70.00	5.10	8.50	6.10	1.40	4.10	4.40	0.70	6.40	4.40	2.80	1.60	6.50
<i>Parachartegus apicalis</i> (wasp)	Pupa	50.00	4.20	7.70	5.80	2.00	4.30	4.70	0.50	5.70	4.30	2.90	2.00	7.10
Bee brood	Immature stages	40.00	4.60	7.00	6.20	2.10	3.50	3.30	0.90	5.20	4.30	2.30	2.10	4.40
Isoptera (termite)		33.00	5.10	7.80	5.40	0.80	4.40	2.80	1.40	7.30	6.90	5.10	1.90	3.00
<i>Macrotermes bellicosus</i>	Dewinged adults	33.00	5.10	7.80	5.40	0.80	4.40	2.80	1.40	7.30	6.90	5.10	1.90	3.00
Lepidoptera		65.25	4.58	6.45	6.33	1.38	5.10	3.75	1.00	7.45	4.17	1.50	1.23	
<i>Anaphe venata</i> (African silkworm)	Larva	58.00	2.10	1.30	0.90	0.00	2.10	0.40	0.00	1.80	0.30	0.80	0.00	2.50
<i>Imbrasia epimethea</i> (mopane caterpillar)	Larva	62.00	2.90	8.10	7.40	2.20	6.50	4.80	1.60	10.20	6.60	2.00	1.90	7.50
<i>Imbrasia truncata</i> (mopane caterpillar)	Larva	65.00	2.40	7.30	7.90	2.20	6.20	4.70	1.70	10.20	5.60	1.70	1.70	7.60
<i>Usta tersichore</i> (mopane caterpillar)	Larva	76.00	10.90	9.10	9.10	1.10	5.60	5.10	0.70	7.60			1.30	3.30
Orthoptera		59.17	3.98	7.40	5.12	1.45	4.37	3.53	0.65	5.12	5.35	1.93	1.30	

Table 1 Amino acid content of common edible insects (% in crude protein of dry weight) (Continued)

Name	Stage/Part	Crude protein (%)	Essential								Semi-essential			
			Ile	Leu	Lys	Met	Phe	Thr	Trp	Val	Arg	His	Cys	Tyr
<i>Acheta domesticus</i> (cricket)	Adult	62.00	2.60	4.50	3.50	0.90	1.40	2.20	0.40	3.70	3.70	1.60	2.50	
<i>Boopedon flaviventris</i> (boopies)	Adult	56.00	4.70	8.80	5.50	1.80	4.10	4.40	0.60	5.70	4.30	2.40	7.40	
<i>Gryllus assimilis</i> (cricket)	Adult	56.00	3.40	6.60	5.00	1.20	2.90	3.30	0.70	5.30	5.80	2.10	4.50	
<i>Grylodes siliigatus</i> (cricket)	Nymph	56.00	3.70	6.90	5.30	1.60	3.10	3.50	0.90	5.20	5.70	2.20	4.20	
<i>Sphenarium histrio</i> (grasshopper)	Adult	60.00	5.30	8.70	5.70	0.70	4.40	4.00	0.60	5.10	6.60	1.10	7.30	
<i>Sphenarium purpurascens</i> (grasshopper)	Adult	65.00	4.20	8.90	5.70	2.50	10.30	3.80	0.70	5.70	6.00	2.20	6.30	
Common Meat														
Beef			5.10	8.40	8.40	2.30	4.00	4.00		5.70	6.60	2.90	3.20	
Pork			4.90	7.50	7.90	2.50	4.10	5.10		5.00	6.40	3.20	3.00	
Chicken	Broiler, breast		4.20	6.90	7.80	2.10	2.50	3.70		4.60	6.40	4.40	3.50	
Amino acid requirement in human nutrition (mg)			30.00	59.00	45.00	16.00		23.00	6.00	39.00		15.00	16.00	

The average data of each order are bold. The data were summarized by the following references: Józefiak et al. 2016, Kulma et al. 2016, Finke 2005, 2013, Mariod et al. 2011, Van Huis et al. 2013, Belluco et al. 2013, Ramos-Elorduy et al. 1997, Rumpold and Schluter 2013. Mean values are shown if multiple different reports exist

Ile Isoleucine, Leu Leucine, Lys Lysine, Met Methionine, Cys Cysteine, Phe Phenylalanine, Tyr Tyrosine, Thr Threonine, Trp Tryptophan, Val Valine, Arg Arginine, His Histidine

ANEXO B: CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS

Table 2 Fat content (%) of common edible insects (% in crude fat of dry weight)

Name	Stage/Part	Crude fat (%)	Saturated fatty acids				Monounsaturated fatty acids			Polyunsaturated fatty acids (EFA)		
			Total SFA	C14:0	C16:0	C18:0	Total MUFA	C16:1 n7	C18:1 n9	Total PUFA	C18:2 n6	C18:3 n3
Blattodea (cockroach)												
<i>Blatta lateralis</i>	Nymph	21.90	48.30	1.90	26.80	18.10	42.20	3.30	38.00	9.60	8.70	0.70
<i>Periplaneta americana</i>	Nymph	28.20	26.07	0.54	19.47	4.72	47.84	1.35	45.76	26.09	24.17	0.79
Coleoptera												
<i>Copris nevinsoni</i>	Larva	13.60	44.02	1.76	28.97	13.29	50.41	2.75	47.66	5.57	3.92	0.84
<i>Rhynchophorus phoenicis</i> (African palm weevil)	Larva	50.23	39.90	2.85	34.20	1.70	55.00	19.65	35.05	22.85	19.50	2.75
<i>Tenebrio molitor</i> (Yellow mealworm beetle)	Larva	38.00	30.12	0.39	28.20	0.89	66.77	5.98	60.63	3.11	2.84	0.18
<i>Zophobas morio</i> (superworm)	Larva	41.42	36.69	1.47	27.70	5.70	40.31	0.91	36.29	20.51	20.19	0.18
Diptera												
<i>Hermetia illucens</i> (soldier fly)	Larva	26.00	67.93	9.87	13.25	2.02	17.39	4.08	12.84	14.67	13.91	0.53
<i>Musca domestica</i> (house fly)	Pupa	15.50	33.40	3.20	27.60	2.20	38.90	20.60	18.30	17.00	14.90	2.10
<i>Musca domestica</i> (house fly)	Larva	24.31	35.89	6.83	26.74	2.31	47.67	25.92	21.75	16.44	16.44	0.00
Hemiptera												
<i>Aspongubus viduatus</i> (melon bug)	Adult	54.20	37.87	0.34	31.33	3.47	56.78	10.62	45.53	5.35	4.90	0.45
<i>Tessaratoma papillosa</i>		23.55	41.46		0.46	41.00	7.27		7.27	53.35		
<i>Memuna opalifera</i>	Adult	19.00	56.99	1.99	2.47	52.53	1.20	0.28	0.92	43.80		
Hymenoptera												
<i>Apis mellifera</i> (honeybee)	Adult	12.30	25.20	0.60	14.40	9.30	67.00	2.60	45.20	7.80	7.80	
<i>Apis mellifera</i> (honeybee)	Pupa	20.10	51.10	2.90	35.10	12.60	48.90	0.60	47.60			
<i>Apis mellifera</i> (honeybee)	Larva	18.91	51.80	2.40	37.30	11.80	48.20	0.70	47.50			
<i>Polyrhachis vicina</i> (ant)	Pupa	22.00	24.10	0.60	17.67	4.30	72.27	8.77	61.43	3.60	2.07	0.80
Bee brood	Immature stages	20.25	20.70	1.20	14.70	4.30	18.50	0.20	18.20	0.80	0.30	0.40
Isoptera (termite)												
<i>Macrotermes bellicosus</i>	Dewinged adults	36.80	48.98	2.17	42.45	2.86	17.94	2.10	15.84	33.08	24.24	3.90
Lepidoptera												
<i>Bombyx mori</i> (domesticated silkworm)	Pupa	35.00	28.80	0.10	24.20	4.50	27.70	1.70	26.00	43.60	7.30	36.30
<i>Imbrasia belina</i> (mopane caterpillar)	Larva	23.38	37.88	1.15	31.90	4.71	36.00	1.80	34.20	26.12	6.02	19.60
<i>Imbrasia truncata</i> (mopane caterpillar)	Larva	16.40	46.50	0.20	24.60	21.70	7.60	0.20	7.40	44.40	7.60	36.80
<i>Samia ricinii</i> (mopane caterpillar)	Larva	77.00	32.50	0.00	26.97	5.53	19.10	1.78	17.33	48.17	5.11	43.06
Orthoptera												
<i>Acheta confirmata</i> (cricket)	Adult	21.14	32.80	26.10	5.50	1.20	33.50	2.40	31.10	33.90	32.20	1.70
<i>Brachytrupes portentosus</i>	Adult	18.70	37.53	1.61	35.79	0.13	4.11	0.71	3.40	58.37		
Common meat												
Beef			32.25	0.77	16.74	9.53	18.83		10.52	49.08	36.10	6.16
Pork			41.04	3.43	21.68	12.71	43.04	2.93	39.39	16.00	7.29	1.71
Chicken			33.33	1.33	22.67	8.00	46.67	0.27	41.33	20.00	14.00	0.67
Fatty acid requirement in human nutrition (g)			26.90				30.85			16.90	14.95	1.50

SFA Saturated fatty acids: C14:0, myristic acid; C16:0, palmitic acid; C18:0, stearic acid. MUFA: C16:1 n7 – palmitoleic acid; C18:1 n9 – oleic acid. PUFA: C18:2 n6 – linoleic acid; C18:3 n3 – α -linolenic acid. The average data of each order are bold. The data were summarized by the following references: Elmadfa and Kornsteiner 2009, Wood et al. 2004, Józefiak et al. 2016, Kulma et al. 2016, Finke 2005, 2013, Mariod et al. 2011, Van Huis et al. 2013, Belluco et al. 2013, Rumpold and Schlüter 2013. Mean values are shown if multiple different reports exist

ANEXO C: CONTENIDO DE MINERALES

Table 3 Mineral composition [mg/100 g] (dry weight)

Species	Stage/Part	Common elements					Trace elements					
		Ca	K	Mg	P	Na	Fe	Zn	Mn	Cu	I	Se
Blattodea (cockroach)												
<i>Blatta lateralis</i>	Nymph	24.00	160.00	21.00	122.00	53.00						
<i>Periplaneta americana</i>	Nymph	38.50	224.00	25.00	176.00	74.40	1.48	3.27	0.26	0.79	0.03	0.03
Coleoptera												
<i>Callipogon barbatus</i> (long-horned beetle)	Larva	157.00	15.20	135.00	15.20	47.20						
<i>Rhynchophorus phoenicis</i> (African palm weevil)	Larva	54.10	1025.00	131.80	352.00	52.00	14.70	26.50	0.80	1.60		-
<i>Tenebrio molitor</i> (Yellow mealworm beetle)	Larva	47.18	895.01	210.24	748.03	140.94	5.41	13.65	1.36	1.60	0.01	0.07
<i>Zophobas morio</i> (superworm)	Larva	81.02	750.59	118.29	562.95	112.83	3.92	7.29	1.02	0.86		-
Diptera												
<i>Drosophila melanogaster</i> (fruit fly)	Larva	140.00		130.00	1100.00		45.42	14.70	1.61	0.87		
<i>Hemeta illucens</i> (soldier fly)	Larva	934.00	453.00	174.00	356.00	88.70	6.66	5.62	6.18	0.40	0.03	0.03
<i>Musca domestica</i> (house fly)	Adult	76.50	303.00	80.60	372.00	135.00	12.50	8.58	2.66	1.29	0.01	0.02
<i>Musca domestica</i> (house fly)	Larva	2010.00			1320.00	660.00	60.40	23.70	5.60	3.40		
Hemiptera												
<i>Aspongubus viduatus</i> (melon bug)	Adult	1021.21	200.08	301.10	1234.33	401.10						
<i>Agonoscelis pubescens</i>	Adult	759.51	412.52	309.22	923.11	340.41						
<i>Euschistus egglestoni</i> (stink bug)	Adult	204.00	108.00	1910.00		397.00	57.00	59.00				
Hymenoptera												
<i>Apis mellifera</i> (honeybee)	Adult	222.90	1585.40	201.70	860.10	75.60	37.70	14.00		4.60		
<i>Apis mellifera</i> (honeybee)	Pupa	97.00	2207.30	193.90	900.00	60.80	15.30	11.70		3.70		
<i>Apis mellifera</i> (honeybee)	Larva	84.90	1871.90	177.00	782.50	59.40	13.30	11.60		3.60		
<i>Oecophylla virescens</i> (tree ant)	Adult	79.70	957.00	122.10	936.00	270.00	109.00	16.90	6.30	2.17		
<i>Polybia occidentalis</i>	Pupa	93.00	54.00	982.00		59.00	35.00	28.00				
Bee brood	Immature stages	59.48	1159.48	90.95	771.55	55.17	5.56	6.90	0.26	1.72		
Isoptera (termite)												
<i>Macrotermes nigeriensis</i>	Dewinged adults	0.10	336.00	6.10	1.49	112.00	0.96	0.10	0.08	0.07		0.00
Lepidoptera												
<i>Anaphe venata</i> (African silkworm)	Larva	40.00	1150.00	50.00	730.00	30.00	10.00	10.00	40.00	1.00		
<i>Bombyx mori</i> (domesticated silkworm)	Larva	102.31	1826.59	287.86	1369.94	274.57	9.54	17.75	2.49	2.08		0.08
<i>Bombyx mori</i> (domesticated silkworm)	Pupa	158.00		207.00	474.00		26.00	23.00	0.71	0.15		
<i>Imbrasia epimethea</i> (mopane caterpillar)	Larva	224.73	1258.06	402.15	666.67	75.27	13.01	11.08	5.81	1.18		
<i>Imbrasia truncata</i> (mopane caterpillar)	Larva	131.61	1348.44	192.02	841.42	183.39	8.74	11.11	3.24	1.40		
<i>Usta tersichore</i> (mopane caterpillar)	Larva	391.00	3259.00	59.00	766.00	3340.00	39.10	25.30	6.70	2.60		
Orthoptera												
<i>Acheta domesticus</i> (cricket)	Adult	132.14	1126.62	109.42	957.79	435.06	6.27	21.79	3.73	2.01		0.06
<i>Boopeton flaviventris</i> (boopies)	Adult	88.00	66.00	521.00		173.00	24.00	32.00				
<i>Ruspolia differens</i> (cricket)	Adult	24.50	259.70	33.10	121.00	229.70	13.00	12.40	2.50	0.50		
<i>Sphenarium histrio</i> (grasshopper)	Adult	82.00	177.00	420.00		1142.00	16.00	78.00				
<i>Sphenarium purpurascens</i> (grasshopper)	Adult	112.00	377.00	424.00		609.00	18.00	42.00				
Recommended daily intakes [mg/day] for adults		1300.00	4700.00	240.00	700.00	<=1500	33.00	8.50	2.20	1.10		0.03

The data were summarized by the following references: Józefiak et al. 2016, Kulma et al. 2016, Finke 2005, 2013, Mariod et al. 2011, Van Huis et al. 2013, Belluco et al. 2013, Ramos-Elorduy et al. 1997, Rumpold and Schluter 2013. Mean values are shown if multiple different reports exist