

# LA ENTOMOFAGIA Y LA INDUSTRIALIZACIÓN DE LOS INSECTOS: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA

(Artículo de revisión)

Winston Marcelo Chávez Vera<sup>1</sup>

## Resumen

El presente artículo de revisión tiene como objetivo describir la entomofagia y su industrialización en los últimos 20 años, a partir de una revisión bibliográfica de 50 publicaciones, bajo una perspectiva puesta en la problemática alimentaria-nutricional de animales y personas del mundo teniendo en cuenta que los insectos son ricos en nutrientes digeribles, es por esto que se desarrolló la siguiente investigación para su conocimiento y desarrollo en nuestro país. Por lo que se conoce hay 1700 especies de insectos comestibles a nivel mundial, siendo el continente americano el más abundante con 39 %, le sigue África con 30 %, Asia con 20 %. Donde los más consumidos son los coleópteros 31 %, los lepidópteros 18 %, himenópteros 14 %, ortópteros 13 %, las especies más sobresalientes entre otras. Se alude además que la cría de insectos comestibles tiene menor impacto en el medio ambiente, así mismo es beneficioso para el consumo humano y animal debido a los altos niveles de proteína que aporta. Por otro lado gracias al reglamento 893/2017 de la Comisión Europea, se aprueban siete especies de insectos para la producción de piensos en la acuicultura y consumo animal, de los cuales hasta el tercer trimestre del año 2022 la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (ESFA) aprobó el consumo seguro para humanos en las siguientes presentaciones: del gusano amarillo de la harina (*Tenebrio molitor*) congelado, seco y en polvo; el grillo doméstico (*Acheta domestica*) seco, molido, congelado y parcialmente desgrasado; y el último fue el gusano de harina (*Alphitobius diaperinus* larva) en su forma congelada y liofilizada. Por tanto, se concluye que la práctica de la entomofagia evoluciona aceleradamente a nivel mundial como un medio de obtención de proteína sostenible para la alimentación humana y animal.

**Palabras clave:** entomofagia, insectos, industria, pienso animal, proteína.

## INTRODUCCIÓN

Se define la zootecnia como el “arte de la cría, multiplicación y mejora de los animales domésticos” (Real Academia Española, s.f.d). La cual es una de las áreas laborales más cotidianas para un médico veterinario y zootecnista, principalmente en la producción de alimentos de origen animal. Situación que en la actualidad debe cumplir con criterios de conservación y sostenibilidad, realizando el uso eficiente de la tierra para lograr la seguridad alimentaria de una población en crecimiento (Foley et al., 2005).

En la actualidad se tienen establecidos sistemas productivos de acuerdo a técnicas de manejo y producción intensiva, pero lamentablemente la rentabilidad y sostenibilidad ambiental de la agricultura y la ganadería se ven comprometidas por la expansión demográfica de la misma, el aumento de ingresos urbanos, la preferencia de alimentos de consumo intensivo y procesados, mientras que al mismo tiempo perduran la pobreza, la desigualdad, el desempleo y la desnutrición como explica la FAO (2018).

La FAO (2013b) consideró que la agricultura, silvicultura junto a la pesca se enfrentan a varios retos respecto a la demanda de alimento, por el creciente aumento poblacional que se estima que superará los 9000 millones de personas para el año 2050. Por lo cual existe una preocupación sobre el manejo de recursos finitos como las tierras agrícolas y el agua dulce, para satisfacer las necesidades alimentarias, previniendo tal situación se han trabajado proyectos e investigaciones para la producción de fuentes alternativas de alimentos para humanos (insectos, hongos, carne cultivada, micro y macroalgas) y para

<sup>1</sup> Estudiante, octavo semestre, Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. ORCID: 0000-0001-9011-8384. wins31heavy@gmail.com

animales (insectos, flujo secundario de alimentos, subproductos de biocombustibles) que son nutricionalmente saludables y que son obtenidos de manera más sostenible desde el año 2003, los cuales fueron sugeridos como una de las fuentes de proteína alternativas más idóneas en la cumbre que realizó la FAO el año 2012 en Roma (FAO, 2013a; Siemianowska et al., 2013; Parodi et al., 2018; FAO y Organización Mundial de la Salud [OMS], 2019).

Es entonces que con el presente artículo se detalla la información científica disponible a nivel internacional sobre la entomofagia y la industrialización de los insectos como alimento y piensos, haciendo énfasis en los insectos estudiados para el aprovechamiento productivo, los factores económicos y sociales, la recolección e industria existente y sobre las legislaciones existentes.

## **METODOLOGÍA**

Se realizó una Revisión Sistemática de Literatura Científica, la cual destaca por ser una descripción clara y precisa a través de una recolección de múltiples artículos y fuentes de información. La recopilación, selección y agrupación de datos se realizó con base en los siguientes criterios de búsqueda: entomofagia, insectos, industria, pienso animal y proteína.

Se obtuvo un total de 50 publicaciones seleccionadas, las cuales abarcan los últimos 20 años, desde 2002 hasta 2022 esto para tener un mejor entendimiento del panorama contemporáneo y la evolución de la entomofagia hasta la actualidad. Se llevó a cabo la búsqueda de artículos en inglés para abarcar mejor el tema de la industrialización a nivel mundial. La estrategia de búsqueda utilizada fue mediante motores de búsqueda (Google Académico, Google Libros), bibliotecas científicas (SciELO), bibliotecas virtuales, repositorios de libre acceso, entre otros.

## **DEFINICIÓN DE LA ENTOMOFAGIA E INDUSTRIA**

Entomofagia deriva de la lengua griega *éntomon* (Insecto) y *-fagia* (comer), refiriéndose al “hecho o práctica de comer insectos” (Real Academia Española, s.f.b). Así mismo se define alimento a aquel “alimento rico en uno o varios principios nutritivos de fácil digestión” (Real Academia Española, (s.f.a) Definición alimento concentrado). La industria se define como el “conjunto de operaciones materiales ejecutadas para la obtención, transformación o transporte de uno o varios productos naturales” (Real Academia Española, s.f.c.), lo cual encaja dentro de la producción de alimentos de origen animal, más aun teniendo en cuenta que los insectos son animales invertebrados, al igual que los crustáceos, moluscos, arácnidos, miriápodos entre otros (Romero, 2020).

Los humanos a lo largo de su evolución, antes de tener las capacidades para la caza y la agricultura, se alimentaban con insectos, dado que era una fuente nutricional importante en su dieta; su alimentación consistía en la recolección de productos accesibles como los insectos, situación que todavía forma parte de la dieta moderna de más de 2000 millones de personas aproximadamente en países de Asia, África y América (FAO, 2013a; Kouřimská y Adámková, 2016; Zaragoza, 2018).

Y forma parte de la cultura de muchas personas a nivel mundial, pues se estima alrededor de 1700 especies de insectos comestibles, siendo los mayores el continente americano con un 39 %, le sigue África con un 30 %, Asia con 20% (Siemianowska et al., 2013). Mientras se desarrollan más investigaciones relacionadas con el tema, este número de especies comestibles incrementa, siendo los más consumidos los coleópteros (escarabajos) 31 %, los lepidópteros (orugas) 18 %, himenópteros (abejas, avispas y hormigas) 14 %, ortópteros (grillos y saltamontes) 13 % las especies más sobresalientes entre otras (FAO, 2013a).

## **ESTUDIOS REALIZADOS CON INSECTOS**

Rumpold y Schlüter (2013) publicaron la composición nutricional de 236 insectos comestibles y encontraron que son ricos en proteínas, fibra dietética y ácidos grasos beneficiosos, micronutrientes como hierro, zinc, magnesio, manganeso, fósforo, selenio y zinc, vitaminas como riboflavina, ácido pantoténico, biotina y en algunos casos ácido fólico. Sin embargo, no hay información suficiente sobre la biodisponibilidad de estos micronutrientes. La composición nutricional entre las diferentes especies de insectos comestibles varía de acuerdo a la calidad del sustrato, la etapa de desarrollo, de la cosecha y factores ambientales (FAO, 2021).

Obiokpa et al. (2018) analizaron la calidad de la proteína de cuatro insectos comestibles en Nigeria: grillo de campo (*Gryllus assimilis*), saltamontes (*Melanoplus foedus*), termitas (*Macrotermes nigeriensis*) y oruga de la polilla (*Cirina forda*) si bien se encontró que las cuatro especies de insectos tenían un alto contenido de proteínas, se determinó que los grillos tienen una mayor calidad de proteínas y digestibilidad en comparación con los demás.

Existe poca información sobre las alergias que pueden generar el consumo de insectos. Sin embargo, se encontró un caso en Botswana, de una mujer de 36 años que tuvo dos episodios de choques anafilácticos con erupción cutánea, hinchazón facial e hipotensión leve, tras haber consumido la oruga mopane (*G. belina*) perteneciente a los Lepidópteros; y se menciona que algunos insectos pertenecientes a este orden inducen alergia por contacto (Mutungi et al., 2019). Turck et al. (2021) demostraron que el consumo de gusanos de la harina (*Tenebrio molitor*) puede causar sensibilidades primarias y secundarias en personas que son alérgicas a los crustáceos y ácaros del polvo, y que algunos alérgenos de los alimentos pueden terminar en el insecto.

## **BENEFICIOS DE LA ENTOMOFAGIA**

Son atribuidos mayormente a su alto valor nutricional principalmente de proteína además del hecho de que se pueden criar durante todo el año, la mayor parte de su cuerpo es comestible, tienen altas tasas de fecundidad y crecimiento, y convierten eficientemente sus sustratos en masa corporal, como en el caso del grillo donde hasta el 80 % de su cuerpo es comestible en comparación con el 55 por ciento de un pollo y un cerdo, y el 40 por ciento de una vaca (FAO, 2021).

La cría de los insectos comestibles tiene un impacto insignificante en la huella de carbono y requieren de pocos recursos para su crianza en comparación con la cría del ganado tradicional que provoca graves consecuencias ambientales como la contaminación de las aguas, la deforestación para ampliar el alimento para el ganado, que generan grandes emisiones de gases de efecto invernadero, (FAO, 2021). En el caso del gusano de la harina (*Tenebrio molitor*) y el supergusano (*Zophobas morio*), se requiere aproximadamente de 1 hectárea (ha) para su producción, mientras que para el ganado bovino se necesitan 10 ha y 3.5 ha para pollos y cerdos por kilogramo de proteína (Sun-Waterhouse et al., 2016; Oonincx y de Boer, 2012; Van Huis y Oonincx, 2017).

La crianza de moscas soldado negra (*Hermetia illucens*) con desechos orgánicos resulta en una producción de alimentos capaces de sustituir piensos como la harina de soya y la harina de pescado para las dietas de peces, aves y cerdos, debido a la alta tasa de conversión alimentaria de estos insectos, que además de generar fertilizantes orgánicos, desechos biológicos y combustibles (Surendra et al., 2020).

La composición nutricional de los insectos combinada con el uso más eficiente de los recursos naturales, contribuye a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) estipulados por la FAO para la

Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, número 2 (hambre cero), número 3 (salud y bienestar) y número 12 (producción y consumo responsables) y número 13 (acción por el clima) (FAO, 2021).

Los residuos orgánicos de los insectos que se crían en las granjas, es utilizado como abono, y en el área pecuaria incentivan la reducción del uso de plaguicidas en los alimentos; mediante el control y aprovechamiento de plagas en los cultivos, al incentivar su consumo como en el caso de las langostas (Imathiu, 2020).

## **RECOLECCIÓN Y CRIANZA**

A nivel mundial se conoce que la recolección de la naturaleza es la más aplicada en las culturas, dentro de la cual se practica la entomofagia, sin embargo actualmente, algunos de estos insectos son criados como fuente de alimento para tres grupos de consumidores: humanos, animales de compañía y animales de granja (Van Huis et al. 2013; FAO, 2021). En la actualidad se cría entre 1 billón a 1.2 billones de insectos en granjas para alimento y pienso. Existen de 79000 millones a 94000 millones de insectos vivos en las granjas de todo el mundo, Tailandia, Francia, Sudáfrica, China, Canadá y Estados Unidos son los países que más insectos cultivan en el mundo (Rowe, 2020).

En la amazonia las larvas de *Rynchoporum palmarum* L. conocido como Suri (Perú), tuyu tuyu (Bolivia), o chontacuro (Ecuador), son ofrecidas en los mercados locales y son muy apreciados por los lugareños y extranjeros por su valor nutricional y su buen sabor (Arriaga, 2020), en Bolivia las larvas de tuyu tuyu (*R. palmarum*) son producidas y colectadas en el trópico de Cochabamba, Beni, Pando, parte de Santa Cruz y en el norte de La Paz, por comunidades originarias (Calle, 2013). Miranda (2007) realizó un estudio de la estructura poblacional, producción de frutos y los usos de las palmeras de Majo (*Oenocarpus bataua* Martius) en el bosque montano de los municipios de Guanay, de donde podemos mencionar que el tronco del majo es utilizado como criadero de larvas de tuyu tuyu, que son colectados, consumidos y comercializados en los poblados cercanos.

Situación que pasa de manera similar con el cepe culón o tujo, son hormigas cortadoras de hojas del género *Atta* (especie *Atta laevigata*), estas son capturadas por montones durante la época de apareamiento cuando las reinas jóvenes comienzan el vuelo, siendo una fuente nutricional importante para las familias que las cocinan para su propio consumo o la venta en mercados locales a altos precio como una comida exótica para los turistas que llegan a estas regiones (Calle, 2013; Prado, 2018; Canelas, 2018).

La cría industrial de insectos es una práctica relativamente nueva y hasta ahora se ha centrado en gran medida en la producción de piensos. En los EE.UU., Europa y Canadá, las principales empresas como Protix, Agriprotein, Beta-Hatch y Ynsect están produciendo piensos de insectos como sustituto de la harina de pescado, el maíz y la soya, para el ganado y los peces del mundo, sin embargo, hay algunas granjas a escala industrial que producen insectos para el consumo humano en Asia, especialmente en China y Tailandia (Rowe, 2020). En el año 2020 se comercializaron alrededor de 19 especies de insectos dentro de la Unión Europea para consumo humano, siendo Austria, Reino Unido, Holanda, Dinamarca, Finlandia y Bélgica los países más destacados ("*Insectos para la alimentación humana: ¿qué dice la ley?*", 2020).

A través de la selección de especies con un alto poder para convertir los alimentos en biomasa rica en proteínas y ácidos grasos, se pueden desarrollar sistemas modulares para el tratamiento de desechos alimenticios y productos secundarios como los granos desechados de las cervecerías, cáscaras de papa, alimentos caducados y en descomposición, aclarando que el rendimiento productivo depende de los residuos utilizados (Ites et al, 2020).

Si bien en ciertas partes del mundo se impulsa la entomofagia, la recolección en lugares con pérdida de hábitat provoca la disminución de las poblaciones de insectos y la sobreexplotación de sus hábitats, como ha sucedido con gusanos y hormigas melíferas en Australia, gusanos mopane en Zimbabue y varias especies de insectos en México (Ramos-Elorduy, 2006; FAO, 2013b; Van Huis y Oonincx, 2017).

### **IMPLICACIONES ECONÓMICAS DE LA ENTOMOFAGIA A NIVEL MUNDIAL**

La venta de insectos comestibles recolectados de la naturaleza forma parte de la economía de las personas que habitan estas regiones, donde la crianza permite la diversificación alimenticia y los medios de vida de las comunidades rurales donde se practica la entomofagia y sus alrededores (FAO, 2021). Los hallazgos de Halloran et al. (2017) y Hanboonsong et al. (2013) muestran que, en Tailandia, el cultivo de grillos ha mejorado la vida de muchos agricultores en las zonas rurales del país con más de 20000 granjas establecidas que ganan más de 3 millones de dólares americanos al año.

En el sur de África, las larvas de la polilla o gusanos mopane (*Imbrasia Belina*), que se recolectan de la naturaleza, son consumidas por su valor nutricional y se comercializan en mercados que son una buena fuente de ingresos para las comunidades rurales y ha permitido a las mujeres desarrollar habilidades empresariales, mejorando así la calidad de vida en las comunidades rurales (FAO, 2021). Según Calle (2013) “El costo del tuyu tuyu [en Bolivia] está entre los Bs 150 y 200 la libra; y el tuju habitualmente no es comercializado, porque aparece sólo en la época de Todos Santos, en noviembre”, y suele ser consumida por los pobladores fritas y acompañadas con arroz. Además, las condiciones climáticas cambiantes amenazan esta importante fuente de alimentos e ingresos. Por ejemplo, en Botswana, una sequía prolongada provocó una escasez de gusanos mopane en 2019, lo que afectó los medios de vida rurales (FAO, 2021).

En la Unión Europea, se espera que la expansión del sector de la cría de insectos aumente el número de puestos de trabajo de unos pocos cientos a unos pocos miles para 2025, contribuyendo así a la economía (FAO, 2021; Plataforma Internacional de Insectos para Alimentos y Piensos [IPIFF], 2020). Se prevé que la producción primaria y el procesamiento de insectos comestibles se relacionen también con estos aumentos de empleo. Las oportunidades de empleo también están vinculadas a los puestos de trabajo creados para apoyar al sector, como el comercio minorista especializado, la administración, la logística y la investigación (IPIFF, s.f.a).

### **LEGISLACIÓN INTERNACIONAL Y NACIONAL**

Se menciona que se puede generar más puestos de trabajos en el rubro pecuario, debido al creciente interés en el sector de alimentos para animales a base de insectos, actualmente permitido en la acuicultura y alimentos para mascotas, según el reglamento 2283 (Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea, 2015).

Desde el año 2018 es aplicable el Reglamento UE 2015/2283 en la Unión Europea, con el fin de incluir nuevos alimentos alternativos a los tradicionales dentro de la dieta humana, como los insectos. Desde entonces se han desarrollado modelos productivos para la crianza y procesamiento de estos insectos. Situación que fue aprobada por la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) para el consumo humano y animal, en forma de piensos, bajo modelos controlados para poder aprovechar los nutrientes que estos insectos poseen, asegurando su inocuidad (Turck et al., 2021).

A partir del 1 de enero del año 2022 entro en vigencia el Arancel Aduanero de Importaciones Bolivia – 2022, aprobado bajo la Resolución Ministerial N°445, de 13 de diciembre del 2021 del Ministerio de Economía y Finanzas Pública (Agencia Boliviana de Información [ABI], 2021). El cual presenta cambios

y actualizaciones dentro las cuales se resalta la inclusión de nuevos productos comestibles, entre ellos los insectos, que son mencionados en los anexos del capítulo 4, Nota 6:

“En la partida 04.10, el término insectos se refiere a insectos comestibles, sin vida, enteros o en trozos, frescos, refrigerados, congelados, secos, ahumados, salados o en salmuera, así como la harina y polvo, de insectos, aptos para la alimentación humana. Sin embargo, este término no comprende los insectos comestibles, sin vida, preparados o conservados de otro modo” (Tellería, 2022).

Hasta el tercer trimestre del año 2022 la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (ESFA) se han aprobado cuatro autorizaciones de nuevos alimentos a los insectos comestibles, comenzando con la segunda autorización al gusano de la harina (*T. molitor*) congelado, seco y en polvo; la primera a el grillo doméstico (*Acheta domestica*) seco, molido, congelado y posteriormente parcialmente desgrasado; y la autorización sobre la seguridad de gusanos de harina (*Alphitobius diaperinus* larva) en su forma congelada y liofilizada (IPIFF, s.f.a).

### **INSECTOS CON POTENCIAL INDUSTRIAL**

Según el reglamento 893 de 2017 [Comisión Europea] se permiten siete especies de insectos para la producción de alimentos para animales en la acuicultura, 24 de mayo de 2017.

1. Mosca soldado negra (*Hermetia illucens*)
2. Mosca doméstica (*Musca domestica*)
3. Gusano de la harina o gusano amarillo (*Tenebrio molitor*)
4. Gusano de la harina menor o escarabajo de la basura (*Alphitobius diaperinus*)
5. Grillo doméstico (*Acheta domestica*)
6. Grillo de casa tropical o grillo de bandas (*Grylloides sigillatus*)
7. Grillo de campo jamaicano (*Gryllus assimilis*).

Estas especies son consideradas no patógenas y no representan un riesgo para la salud humana, animal o vegetal. No se consideran vectores, no son especies protegidas ni especies exóticas invasoras. De hecho, ahora se clasifican como “insectos de cultivo” lo cual les da un estatus similar al del ganado dentro del rubro productivo según EG 1069/2009 (*El negocio de los insectos como alimentación para cerdos, gallinas y peces a tamaño industrial*, 2020).

Los productores de harinas de insectos y subproductos para consumo animal, en forma de piensos deben estar registrados como “operadores de empresas de piensos” ante las autoridades competentes de cada país en la Unión Europea, según indica la IPIFF (s.f.b). La forma más diseminada del aprovechamiento de los insectos, aparte de su consumo directo y cocinado, es mediante su transformación en harinas y polvos que pueden ser agregados como ingredientes a una gran variedad de comidas y productos alimenticios.

El refinamiento de la biomasa requiere de más estudios para poder aprovechar los compuestos bioactivos como los péptidos antimicrobianos, los ácidos grasos de cadena media, la quitina y sus derivados como en el caso de la mosca soldado negra (*Hermetia illucens*) que podrían agregar valor a las dietas animales según Surendra et al. (2020).

Otros estudios indican que los grillos son dos veces más eficientes que las aves de corral para convertir el alimento en proteínas, y son cuatro y doce veces más eficientes que los cerdos y el ganado, respectivamente pues se pueden criar en espacios bastante pequeños, lo que los hace versátiles en términos de entornos agrícolas, ya sean rurales o urbanos (Imathiu, 2020).

Según Oonincx y de Boer (2012), en producciones industriales, aunque se requiere menos energía para producir un kilogramo de proteína y usualmente es utilizado para la climatización de insectos poiquiloterms, en comparación con la carne de res, puede compararse con la carne de cerdo y de pollo, la cual requiere un poco menos de energía.

Sin embargo, Oonincx y de Boer (2012) también encontraron que las larvas más grandes en los gusanos de la harina producen calor metabólico excedente, y sugieren que podría usarse para criar las larvas más pequeñas y que requieren más calor. Además de la cría, los pasos de procesamiento para insectos como el secado también pueden consumir mucha energía, cómo se descubrió a través de un análisis del ciclo de vida de las moscas soldado negras realizado por Salomone et al. (2017).

Los desechos de alimentos, residuos agrícolas y subproductos de la agroindustria se están considerando como una fuente sostenible de sustratos para los insectos cuando son cultivados bajo condiciones controladas, además que se han demostrado que varias especies de insectos comestibles pueden convertir estos materiales de bajo valor en productos de alto valor como biomasa (proteínas, lípidos), biocombustibles, lubricantes y como fertilizante (Ramos-Elorduy et al., 2002; Roffeis et al., 2015; Van Broekhoven et al., 2015; Salomone et al., 2017; Fowles y Nansen, 2020; Ites et al., 2020; Surendra et al., 2020).

## CONCLUSIONES

Mediante la revisión literaria, se encontró que los insectos comestibles son una gran fuente de proteína como también una alternativa rentable y sostenible para el uso adecuado de recursos naturales como el agua y el suelo. Además, se estima que existen alrededor de 1700 especies de insectos comestibles, de los cuales el 39 % se encuentran en el continente americano, le sigue África con un 30 %, Asia con 20 %. Siendo los escarabajos (31 %), las orugas (18 %), abejas, avispas y hormigas (14 %), grillos y saltamontes (13 %) las especies más consumidas y sobresalientes entre otras, que son recolectadas tradicionalmente por los pueblos y culturas entomófagas que perdura a través del tiempo. Mientras que los países desarrollados de Europa, América del Norte y Asia apuestan por grandes empresas para la producción de insectos industrialmente y en investigaciones que aseguren la inocuidad de los mismos. En Europa actualmente se permite siete especies de insectos para la producción de piensos animales: la mosca soldado negra (*Hermetia illucens*), la mosca doméstica (*Musca domestica*), el gusano de la harina o gusano amarillo (*Tenebrio molitor*), el gusano de la harina menor o escarabajo de la basura (*Alphitobius diaperinus*), el grillo doméstico (*Acheta domesticus*), el grillo de casa tropical o grillo de bandas (*Grylodes sigillatus*) y el grillo de campo jamaicano (*Gryllus assimilis*). Así mismo, en Europa se autoriza el comercio de insectos comestibles en diferentes presentaciones: los gusanos de la harina (*T. molitor*) congelados, secos y en polvo; los grillos domésticos (*A. domesticus*) secos, molidos, congelados y parcialmente desgrasados; y los gusanos de harina (*A. diaperinus*) congelados y liofilizados.

Cabe recalcar que los insectos comestibles van ganando su espacio en el comercio internacional con la exportación e importación de subproductos alimenticios en base a insectos, siendo una alternativa para el desarrollo económico de los productores locales que quieran incurrir en este mercado.

## BIBLIOGRAFÍA

Agencia Boliviana de Información (ABI). (2021, 31 de diciembre). Arancel Aduanero de Importaciones Bolivia - 2022 entrará en vigencia desde el 1 de enero. Agencia Boliviana de Información. [abi.bo/index.php/component/content/article/36-notas/noticias/economia/17671-Arancel-Aduanero-de-Importaciones-Bolivia---2022-entrará-en-vigencia-desde-el-1-de-enero?Itemid=101](http://abi.bo/index.php/component/content/article/36-notas/noticias/economia/17671-Arancel-Aduanero-de-Importaciones-Bolivia---2022-entrará-en-vigencia-desde-el-1-de-enero?Itemid=101)

Arriaga, V. (2020). Obtención de Harina a base de Chontacuro (*Rhynchophorus palmarum*) Aprovechando sus propiedades nutritivas (proteína) para la elaboración de Galletas. [Trabajo de titulación, Ingeniería Agrícola, Universidad Agraria del Ecuador]. [cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ARREAGA%20BARAHONA.pdf](http://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ARREAGA%20BARAHONA.pdf)

Canelas, L. (2018, 6 de agosto). Alimentos nativos: En el país se come desde tierra hasta hormigas. Los Tiempos. <https://www.lostiempos.com/tendencias/cocina/20180806/alimentos-nativos-pais-se-come-tierra-hormigas>

Calle, G. (2013, 24 de mayo). En Bolivia se preparan platos con 2 insectos de la Amazonia. La Razón. <https://www.la-razon.com/sociedad/2013/05/24/en-bolivia-se-preparan-platos-con-2-insectos-de-la-amazonia/>

Comisión Europea. (2017, 25 de mayo). Reglamento (UE) 2017/893 De La Comisión de 24 de mayo de 2017 que modifica los anexos I y IV del Reglamento (CE) n.o 999/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo y los anexos X, XIV y XV del Reglamento (UE) n.o 142/2011 de la Comisión por lo que se refiere a las disposiciones sobre proteína animal transformada (Texto pertinente a efectos del EEE). Diario de la Unión Europea 60 pp. (L138) 92-116 [eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=OJ:L:2017:138:TOC](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=OJ:L:2017:138:TOC)

El negocio de los insectos como alimentación para cerdos, gallinas y peces a tamaño industrial. (2020, 6 de octubre). Proteinsecta S.L. <https://proteinsecta.es/el-negocio-de-insectos-como-alimentacion-para-cerdos-gallinas-peces/>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2013a). La Contribución de los Insectos a la Seguridad Alimentaria, los Medios de Vida y el Medio Ambiente. <https://www.fao.org/publications/card/es/c/43148c54-4ac9-5510-84a1-79dba6fb6fef/>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2013b). Edible insects. Future prospects for food and feed security. FAO Forestry Paper 171. pp. 201. <http://www.fao.org/3/i3253e/i3253e.pdf>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2018). El futuro de la alimentación y la agricultura: Vías alternativas hacia el 2050. Versión resumida. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO <https://www.fao.org/3/CA1553ES/ca1553es.pdf>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la OMS (Agricultura y Organización Mundial de la Salud). (2019). Hazards associated with animal feed. Report of the Joint FAO/ WHO Expert Meeting 12 – 15 May 2015, FAO headquarters, Rome, Italy. FAO Animal Production and Health Report, No. 13, pp. 286 <http://www.fao.org/3/ca6825en/CA6825EN.pdf>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2021). Looking at edible insects from a food safety perspective. Challenges and opportunities for the sector. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb4094en>

Foley, J. A., DeFries, R., Asner, G. P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S. R., & Snyder, P. K. (2005). Global consequences of land use. *Science*, 309 (5734), 570-574. DOI: 10.1126/science.1111772

Fowles, T.M., & Nansen, C. (2020). Insect-Based Bioconversion: Value from Food Waste. In: Närvänen, E., Mesiranta, N., Mattila, M., Heikkinen, A. (eds) *Food Waste Management*. pp. 321–346 [https://doi.org/10.1007/978-3-030-20561-4\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-030-20561-4_12)

Halloran, A., Roos, N. & Hanboonsong, Y. (2017). Cricket farming as a livelihood strategy in Thailand. *The Geographical Journal*, 183, pp. 112–124. DOI:10.1111/GEOJ.12184

Hanboonsong, Y., Jamjanya, T. & Durst, P. (2013). Six-legged livestock: edible insect farming, collection and marketing in Thailand. FAO. pp iv. <http://www.fao.org/3/a-i3246e.pdf>

Imathiu, S. (2020). Benefits and food safety concerns associated with consumption of edible insects. *NFS Journal*, 18, pp. 1–11 DOI: 10.1016/j.nfs.2019.11.002

- Insectos para alimentación humana: ¿Que dice la Ley? (2020, 6 de febrero) Proteinsecta S.L. <https://proteinsecta.es/ley-insectos-para-alimentacion-humana/>
- IPIFF (Plataforma Internacional de Insectos para Alimentos y Piensos). (s.f.a). EU Novel Food Legislation [Legislación sobre nuevos alimentos en la UE] <https://ipiff.org/insects-novel-food-eu-legislation-2/>
- IPIFF (Plataforma Internacional de Insectos para Alimentos y Piensos). (s.f.b). EU Legislation [Legislación de la Unión Europea]. IPIFF. <https://ipiff.org/insects-eu-legislation/>
- Ites, S., Smetana, S., Toepfl, S. & Heinz, V. (2020). Modularity of insect production and processing as a path to efficient and sustainable food waste treatment. *Journal of Cleaner Production*, 248, 119248 <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119248>
- Kouřimská, L., & Adámková, A. (2016). Nutritional and sensory quality of edible insects. *NFS Journal*, 4, pp. 22-26. <https://doi.org/10.1016/J.NFS.2016.07.001>
- Miranda, J. (2007) Estructura poblacional, producción de frutos, y uso tradicional de la palmera majo (*Oenocarpus bataua Martius*) En Bosque Montano En La Región De Guanay, La Paz [Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés]. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/5238/T-1118.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- 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* 59 (2). <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1365330>
- Oibiokpa, F. I., Akanya, H. O., Jigam, A. A., Saidu, A. N., & Egwim, E. C. (2018). Protein quality of four indigenous edible insect species in Nigeria. *Food Science and Human Wellness*, 7(2), 175-183 DOI: <https://doi.org/10.1016/J.FSHW.2018.05.003>
- Ooninx, D. de Boer, I. (2012). Environmental Impact of the Production of Mealworms as a Protein Source for Humans – A Life Cycle Assessment. *PLoS ONE*, 7 (12): e51145. DOI: 10.1371/journal.pone.0051145
- Plataforma Internacional de Insectos para Alimentos y Piensos (IPIFF). (2020, junio). Edible insects on the European market. IPIFF. <https://ipiff.org/wp-content/uploads/2020/06/10-06-2020-IPIFF-edibleinsects-market-factsheet.pdf>
- Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea (2015, 11 de diciembre). Reglamento (UE) 2015/2283 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de noviembre de 2015, relativo a los nuevos alimentos, por el que se modifica el Reglamento (UE) n° 1169/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo y se derogan el Reglamento (CE) n° 258/97 del Parlamento Europeo y del Consejo y el Reglamento (CE) n° 1852/2001 de la Comisión (Texto pertinente a efectos del EEE). *Diario de la Unión Europea*. pp. (L327) 1 – 22. [eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:32015R2283](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:32015R2283)
- Parodi, A., Leip, A., de Boer, IJ, Slegers, PM, Ziegler, F., Temme, EH, Herrero, M., Tuomisto, HL, Valin, H., van Middelaar, CE, van Loon, JJ., & van Zanten, HH (2018). El potencial de los futuros alimentos para dietas sostenibles y saludables. *Sostenibilidad de la naturaleza*, 1 , pp. 782-789. DOI:10.1038/s41893-018-0189-7
- Prado, S. (2018, 25 de agosto). El Cepe Culón. *GustuBlog*. <http://blog.gustu.bo/?p=592>
- Ramos-Elorduy, J. (2006). Threatened edible insects in Hidalgo, Mexico and some measures to preserve them. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 2, pp. 51. DOI: <https://doi.org/10.1186/1746-4269-2-51>
- Ramos-Elorduy, J., González, E.A., Hernández, A.R. & Pino, J.M. (2002). Use of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) to recycle organic wastes and as feed for broiler chickens. *Journal of Economic Entomology*, 95, pp. 214–220. DOI: 10.1603/0022-0493-95.1.214

- Real Academia Española. (s.f.a). Alimento. En Diccionario de la lengua española. Recuperado en 10 de septiembre de 2022 <https://dle.rae.es/alimento?m=form>
- Real Academia Española. (s.f.b). Entomofagia. En Diccionario de la lengua española. Recuperado en 10 de septiembre de 2022 <https://dle.rae.es/entomofagia>
- Real Academia Española. (s.f.c). Industria. En Diccionario de la lengua española. Recuperado en 10 de septiembre de 2022 <https://dle.rae.es/industria>
- Real Academia Española. (s.f.d). Zootecnia. En Diccionario de la lengua española. Recuperado en 10 de septiembre de 2022 <https://dle.rae.es/zootecnia>
- Roffeis, M., Muys, B., Almeida, J., Mathijs, E., Achten, W.M.J., Pastor, B., Velásquez, Y., Martínez-Sánchez, A.I. & Rojo, S. (2015). Pig manure treatment with housefly (*Musca domestica*) rearing – an environmental life cycle assessment. *Journal of Insects as Food and Feed*, 1, pp. 195–214. DOI: <https://doi.org/10.3920/JIFF2014.0021>
- Romero, N. (2020, 2 de diciembre). Clasificación de los animales invertebrados. *Experto Animal*. <https://www.expertoanimal.com/clasificacion-de-los-animales-invertebrados-25240.html>
- Rowe, H. (2020, 15 de agosto) Insects raised for food and feed — global scale, practices, and policy. DOI: 10.31219/osf.io/nh6k3
- Rumpold, B. A. and O. K. Schlüter. (2013). Nutritional composition and safety aspects of edible insects. DOI: 10.1002/mnfr.201200735
- 6
- Salomone, R., Saija, G., Mondello, G., Giannetto, A., Fasulo, S. & Savastano, D. (2017). Environmental impact of food waste bioconversion by insects: Application of Life Cycle Assessment to process using *Hermetia illucens*. *Journal of Cleaner Production*, 140, pp. 890–905. DOI:10.1016/J.JCLEPRO.2016.06.154
- Siemianowska, E., Kosewska, A., Aljewicz, M., Skibniewska, K., Polak-Juszczak, L., Jarocki, A. and Jędras, M. (2013) Larvae of mealworm (*Tenebrio molitor* L.) as European novel food. *Agricultural Sciences*, 4(6) pp. 287–291. doi:10.4236/as.2013.46041.
- 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>
- Surendra, K. C., Tomberlin, J. K., van Huis, A., Cammack, J. A., Heckmann, L. H. L., & Khanal, S. K. (2020). Rethinking organic wastes bioconversion: Evaluating the potential of the black soldier fly (*Hermetia illucens* (L.)) (Diptera: Stratiomyidae) (BSF). *Waste Management*, 117, 58–80. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.07.050>
- Tellería, C. (2022, 16 de mayo). Bolivia autoriza la importación de insectos para comer y la FAO los ve con buenos ojos. *Guardiana (Boliviana)*. <https://guardiana.com.bo/especiales/insectos-al-rescate-de-la-humanidad/>
- Turck D, Bohn T, Castenmiller J, De Henauw S, Hirsch-Ernst KI, Maciuk A, Mangelsdorf I, McArdle HJ, Naska A, Pelaez C, Pentieva K, Siani A, Thies F, Tsabouri S, Vinceti M, Cubadda F, Frenzel T, Heinonen M, Marchelli R, Neuhauser-Berthold M, Poulsen M, Prieto Maradona M, Schlatter JR, van Loveren, H, Ververis, E., & Knutsen HK. (2021). Scientific Opinion on the safety of frozen and dried formulations from whole yellow mealworm (*Tenebrio molitor* larva) as a novel food pursuant to Regulation (EU) 2015/2283. *EFSA Journal* 2021; 19 (8): 6778, pp. 30. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2021.6778>
- Van Huis, A., Van-Itterbeck, J., Klunder, H., Mertens, E., Haññpran, A., Muir, G., & Vantomme, P. (2013). Edible insects: future prospects for food and feed security. *FAO FORESTRY PAPER* 171. <https://www.fao.org/fsnforum/resources/reports-and-briefs/edible-insects-future-prospects-food-and-feed-security>

- Van Huis, A. & Oonincx, D.G.A.B. (2017). The environmental sustainability of insects as food and feed. *Agronomy for Sustainable Development*, 37. DOI: 10.1007/s13593-017-0452-8
- Van Broekhoven, S., Oonincx, D.G.A.B., van Huis, A. & van Loon, J.J.A. (2015). Growth performance and feed conversion efficiency of three edible mealworm species (Coleoptera: Tenebrionidae) on diets composed of organic by-products. *Journal of Insect Physiology*, 73, pp. 1-10. DOI: 10.1016/j.jinsphys.2014.12.005.
- Zaragozano, F. (2018). Entomofagia: ¿una alternativa a nuestra dieta tradicional? *Sanidad Militar*, 74(1) <https://dx.doi.org/10.4321/s1887-85712018000100008>