



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



# UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

## ***DESARROLLO DE NUEVOS ALIMENTOS PARA CONSUMO HUMANO A BASE DE PROTEINA DE INSECTOS***

TRABAJO FIN DE MÁSTER UNIVERSITARIO EN GESTIÓN  
DE LA SEGURIDAD Y CALIDAD ALIMENTARIA

ALUMNO/A: ELIZABETH ARGENTINA GERTRUDIS MORENO

TUTOR/A ACADEMICO: ANTONIO MARTINEZ LOPEZ

*Curso Académico: 2019-2020*

VALENCIA, FECHA

# **DESARROLLO DE NUEVOS ALIMENTOS PARA CONSUMO HUMANO A BASE DE PROTEINA DE INSECTOS**

Elizabeth Argentina Gertrudis Moreno, Antonio Martínez López<sup>1</sup>

## **RESUMEN**

La entomofagia destaca frente a otras fuentes de proteína animal, por los beneficios que proporcionan a la salud humana y al medioambiente, generando el interés de potenciar la actividad de manera internacional. El consumo de insectos en la cultura occidental se ha visto limitado por la legislación, además de la repulsión o fobia que algunas personas poseen a los insectos. En la Unión Europea, se evalúa el riesgo para la salud humana del consumo de insectos y sus partes. El desarrollo de productos a base de harina de insectos podría disminuir el desagrado hacia los insectos y sus partes, otorgar alternativas en cuanto a la forma de consumo, aparte de aportar los beneficios nutricionales de los insectos. Estos al igual que otros alimentos, durante su producción se deben cumplir los requisitos higiénicos obligatorios. Los peligros presentes en los insectos dependen en gran magnitud de su alimentación durante la cría, por ello es preciso suministrarles alimentos seguros.

Palabras Clave: Alimentación sostenible, entomofagia, nuevos alimentos, harina de insectos, seguridad alimentaria.

## **ABSTRACT**

Entomophagy stands out compared to other sources of animal protein, due to the benefits they provide to human health and the environment, generating interest in promoting the activity internationally. The consumption of insects in Western culture has been limited by legislation, in addition to the repulsion or phobia that some people have of insects. In the European Union, the risk to human health of the consumption of insects and their parts is evaluated. The development of products based on insect meal could reduce the dislike of insects and their parts, provide alternatives in terms of the way of consumption, as well as provide the nutritional benefits of insects. Insects, like other foods, must meet the mandatory hygienic requirements during their production. The dangers present in insects depend to a great extent on their feeding during breeding, therefore safe food must be provided to them.

---

<sup>1</sup> Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (IATA-CSIC), Calle Catedrático Agustín Escardino Benlloch, 7, 46980 Paterna, Valencia.

Keywords: Sustainable food, entomophagy, novel foods, insect meal, food safety and security.

## **RESUM**

L'entomofagia destaca front a altres fonts de proteïna animal, pels beneficis que proporcionen a la salut humana i al MEDIOAMBIENTE, generant l'INTERÉS de potenciar l'activitat de manera internacional. El consum d'insectes en la cultura occidental s'ha vist llimitat per la legislació, ademés de la repulsió o fòbia que algunes persones posseïxen als insectes. En l'Unió Europea, s'evalua el risc per a la salut humana del consum d'insectes i les seues parts. El desenvolup de productes a base de farina d'insectes podria disminuir el desgat cap als insectes i les seues parts, otorgar alternatives en quant a la forma de consum, APARTE d'aportar els beneficis NUTRICIONALES dels insectes. Estos a l'igual que altres aliments, durant la seua producció se deuen complir els requisits higienics obligatoris. Els perills presents en els insectes depenen en gran magnitud de la seua alimentació durant la cria, per això es precis suministrar-los aliments segurs.

Paraules Clau: Alimentació sostenible, entomofagia, nous aliments, farina d'insectes, seguretat alimentària.

## INTRODUCCIÓN

Dentro de los nutrientes esenciales para el desarrollo de la vida humana se encuentran las proteínas. Estas son el componente principal de células y tejidos, además de ser utilizadas para diversas funciones del organismo, tales como crecimiento, desarrollo corporal, reparación y mantenimiento de tejidos, suministro de energía y otras actividades metabólicas. Las fuentes convencionales de proteínas han sido los productos cárnicos procedentes de animales de granja. Sin embargo, el aprovisionamiento y consumo de estas fuentes de proteína, causa un gran impacto ambiental sobre el planeta, que se acentuará en los próximos años con el aumento de la población total. Por consiguiente, es necesario encontrar fuentes alternativas de proteína más respetuosas con el medio ambiente.

Actualmente, se está trabajando sobre el uso de algas como fuente de proteínas. Además, los insectos y sus derivados han sido recientemente reconocidos por la Unión Europea como “Nuevos Alimentos”, para alimentación humana, lo que significa que se podrán consumir una vez hayan pasado una evaluación de riesgos y la aprobación por parte de la Unión Europea. También están siendo objeto de estudio para su uso en piensos para animales, reemplazando en un determinado porcentaje a las fuentes tradicionales de proteína como la soja, harina o aceite de pescado.

Los insectos son de gran contenido proteico y desde la antigüedad se han utilizado para proveer los nutrientes necesarios para el desarrollo de la vida humana por muchas culturas, en algunas por la carencia de alimentos y en otras por ser considerados manjares. Sin embargo, con el paso del tiempo la entomofagia (consumo de insectos) fue disminuyendo, adoptando así la costumbre de criar ganado para su consumo, ya sea por la obtención de otros beneficios diferentes a la carne (pieles, lana, lácteos) o en por el intercambio e imposición de nuevas culturas.

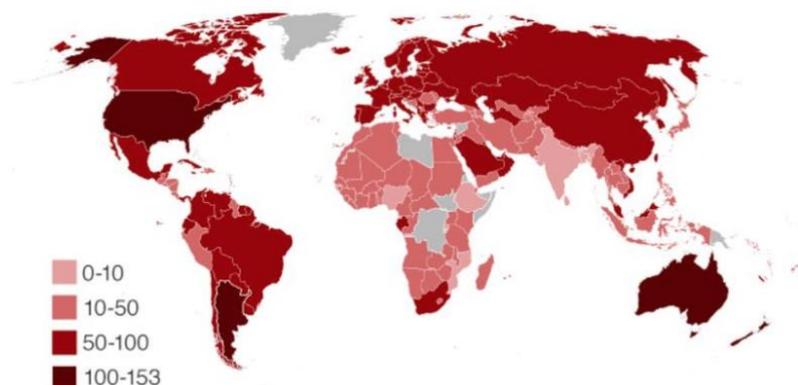
En países como India, China, México, Perú y países africanos los insectos continúan siendo consumidos y se han generado nuevos métodos de preparación. Además, se ha estado incitando a las personas a comer insectos y estos podrían convertirse, en un futuro no muy lejano, en alimentos normales en la dieta de los occidentales, ya que estos tienen la posibilidad de contribuir a un envejecimiento saludable contrario a otras fuentes de proteínas. Por su gran contenido nutricional deberían de formar parte de la solución a problemas de desnutrición y hambruna, sumando a esto que, la crianza de insectos supone menos uso y contaminación de los recursos naturales y el medio ambiente que la crianza de ganado para producción de carnes y derivados(FAO, 2013).

Esto hace que sea necesario la búsqueda de nuevos métodos para eliminar barreras socioculturales y disminuir la repulsión hacia la comida elaborada con insectos que se aprecia en los países desarrollados. Esto podría ser posible al incorporar harina de insectos, o sus derivados proteicos, en alimentos en lugar de los insectos enteros o parte de ellos.

## DESCRIPCIÓN DE LOS PROBLEMAS ACTUALES EN CUANTO AL IMPACTO ECOLOGICO DE LA CRIA DE ANIMALES DE GRANJA PARA LA ALIMENTACIÓN HUMANA (PRODUCCIÓN DE PROTEÍNAS)

La crianza de animales de granja es una de las actividades principales de la industria alimentaria. Como se mencionaba anteriormente, estos constituyen una fuente importante de proteínas, por su explotación para la producción de carne y leche, además de que no solo se consumen en su forma básica, sino que también se incorporan como materia prima en la producción de otros alimentos.

La demanda de productos cárnicos y derivados ha aumentado conforme al crecimiento poblacional mundial, siendo los países desarrollados los principales consumidores de carne (Figura 1) (Ritchie, 2019). Sin embargo, el consumo excesivo de calorías, proteínas y grasas animales, que favorece la obesidad y las enfermedades cardiovasculares, diabetes y otras, y los grandes problemas ambientales que generan las actividades ganaderas han provocado que en países de Europa y en América del Norte las personas se vean motivadas a llevar una dieta equilibrada y consigan una disminución del consumo de la carne e inclusión de otros alimentos en esta, aunque aún sigue siendo elevado su consumo a nivel global.



**Figura 1.** Consumo Mundial de Carne (Kg/persona.año). Fuente: Ritchie, 2019

### Uso y Contaminación del Agua

El agua es una sustancia vital para animales y plantas. En el caso de los animales de granja (ganado) se adquiere de forma directa e indirecta a través de los piensos y del forraje que consumen. Aproximadamente una cuarta parte de la superficie de la tierra se utiliza para el pastoreo de ganado, lo cual tiene importantes repercusiones en la cantidad y la calidad del agua disponible (Livestock, Environment And Development Initiative, 2005), puesto que la agricultura consume el 70% del agua dulce utilizada en el mundo.

La ganadería ha logrado convertirse en una actividad muy importante para la agricultura, en el aspecto económico, debido a que un tercio de los cereales producidos son destinados a la alimentación del ganado. El

incremento de la ganadería daría lugar a la necesidad de más tierra para sembrar cereales y soja, trayendo consigo la posibilidad de deforestación y el aumento de precio de estos productos básicos en países en vía de desarrollo o subdesarrollados.

En consecuencia, la crianza de animales de granja esta propensa a generar hambre y escasez de agua en países de escasos recursos, donde la producción de cereales y soja podría estar dirigida a la alimentación humana, en lugar de ser utilizados para la producción de alimentos para los animales. Cabe destacar que, 1 Kg de proteína animal requiere 40 veces más agua que la necesaria para generar 1 Kg de proteína proveniente de cereales (Riechmann, 2017). La contaminación del agua es un aspecto importante a tener en cuenta en la crianza de ganado y la producción de alimentos cárnicos, ya que, a parte del alto consumo de agua, los efluentes del ganado aumentan la carga orgánica de estas. Esta situación contribuye al crecimiento de algas fitoplanctónicas, que a su vez dificultan la vida acuática y provocan pérdidas de la biodiversidad al limitar el desarrollo de la vegetación y competir por el espacio con otras especies para su desarrollo. Las consecuencias van desde la destrucción de los arrecifes de coral, hasta la contribución al crecimiento de microorganismos patógenos que eleva la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5) y la Demanda Química de Oxígeno (DQO). El sector ganadero es el principal productor de contaminantes del agua, procedentes sobre todo de los desechos de los animales, antibióticos, hormonas, las sustancias químicas utilizadas en las curtidurías, los fertilizantes y plaguicidas usados en los cultivos forrajeros, y sedimentos de los pastizales erosionados (FAO, 2006).

## **Uso y Contaminación de la Tierra**

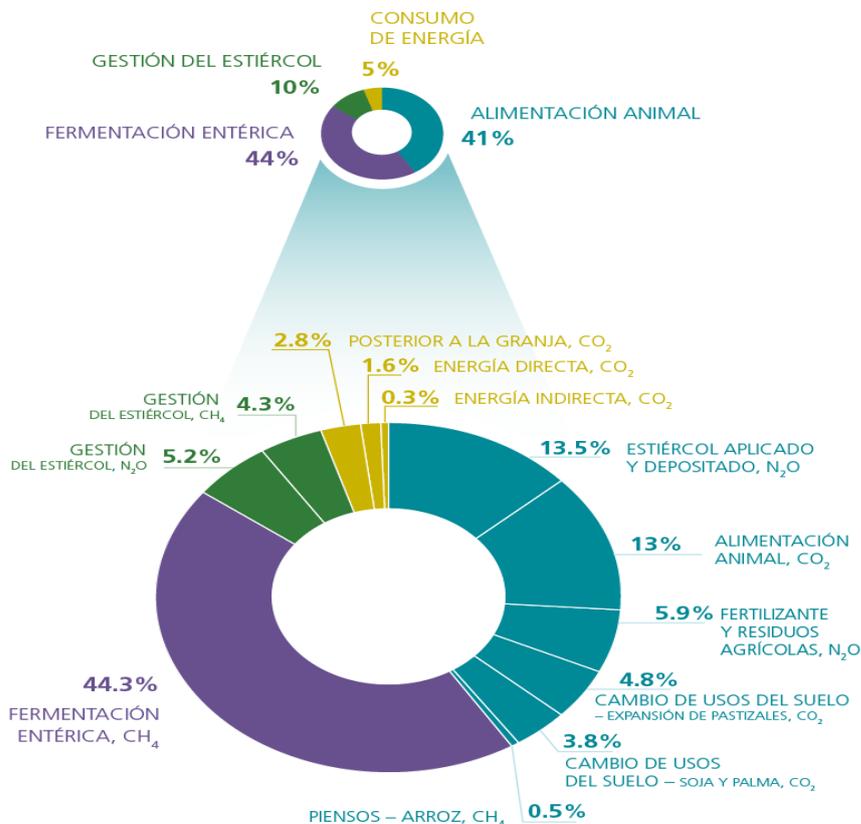
De acuerdo con la FAO (2006), se estima que el 30% del terreno donde no hay hielo se utiliza para la ganadería directa o indirectamente. Esta ocupa 78% de la tierra agrícola y cerca de 33% de la tierra con cultivos (Pérez Espejo, 2008). Y teniendo en cuenta los requerimientos para una dieta carnívora y una dieta vegetariana (sin contar el consumo de lácteos), el terreno fértil necesario para la producción es de 4000m<sup>2</sup> y menos de 1000m<sup>2</sup> respectivamente (Riechmann, 2017). Se calcula que, ocupamos el 59% de tierra cultivable con el pastoreo de ganado (Zero Emissions Objective, 2020), esto quiere decir que una gran cantidad de terreno, el cual se podría dedicar a la producción de proteínas para el consumo humano, se destina a cultivar materias primas para la producción de piensos para el ganado.

Por otro lado, además de hacer uso de la tierra para generar forraje y piensos, los animales contribuyen al deterioro del suelo (erosión) por el pisoteo, sus excretas y la deforestación. La expansión de las tierras de pastoreo es un factor decisivo de la deforestación, sobre todo en América Latina: un 70% de los bosques amazónicos se usan como pastizales, y los cultivos forrajeros cubren una gran parte de la superficie restante. Cerca del 70% de las tierras de pastoreo en las zonas áridas están degradadas, principalmente a causa del exceso de pastoreo, la compactación de la tierra y la erosión causadas por el ganado (FAO, 2006).

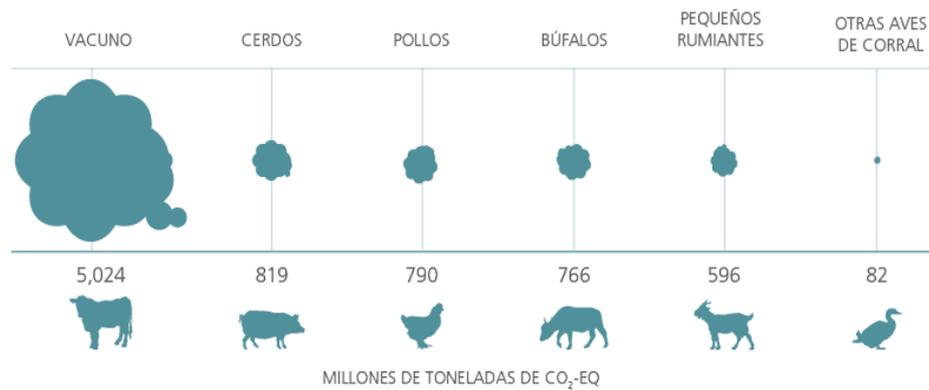
## Emisiones de Gases al Aire

Es bien sabido que, durante la cría de animales estos mediante la excreta emiten gases de efecto invernadero (GEI),  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$  y  $\text{CO}_2$ , pero al realizar el cálculo de las emisiones producidas por la industria ganadera se debe tomar en cuenta, además, el consumo de energía, el cual tiene lugar a lo largo de toda la cadena de producción y distribución. Esto quiere decir que, se deben incluir las emisiones por parte de la fabricación de piensos, el aclarado de bosques para pastisaje, la fabricación de fertilizantes, uso de maquinaria, transporte y procesado de piensos y animales, y el mantenimiento de dichas granjas.

Como se muestra en la Figura 2, las emisiones ligadas a la fermentación entérica representan cerca del 44% del total del sector (ligeramente por debajo de las 3,5 gigatoneladas de  $\text{CO}_2$ -eq). La producción de piensos y dietas animales es la segunda fuente en importancia con 3,3 gigatoneladas de  $\text{CO}_2$ -eq, equivalentes al 41% del total. La gestión del estiércol causa alrededor del 10%, o 0,8 gigatoneladas de  $\text{CO}_2$ -eq. El consumo de energía en la granja y posteriormente a la granja genera 0,4 gigatoneladas de  $\text{CO}_2$ -eq, prácticamente el 5% del total (Global Livestock Environmental Assessment Model, 2020). Estas emisiones se generan en mayor proporción por el ganado vacuno carne y leche, y en menor medida por las aves de corral (Figura 3).

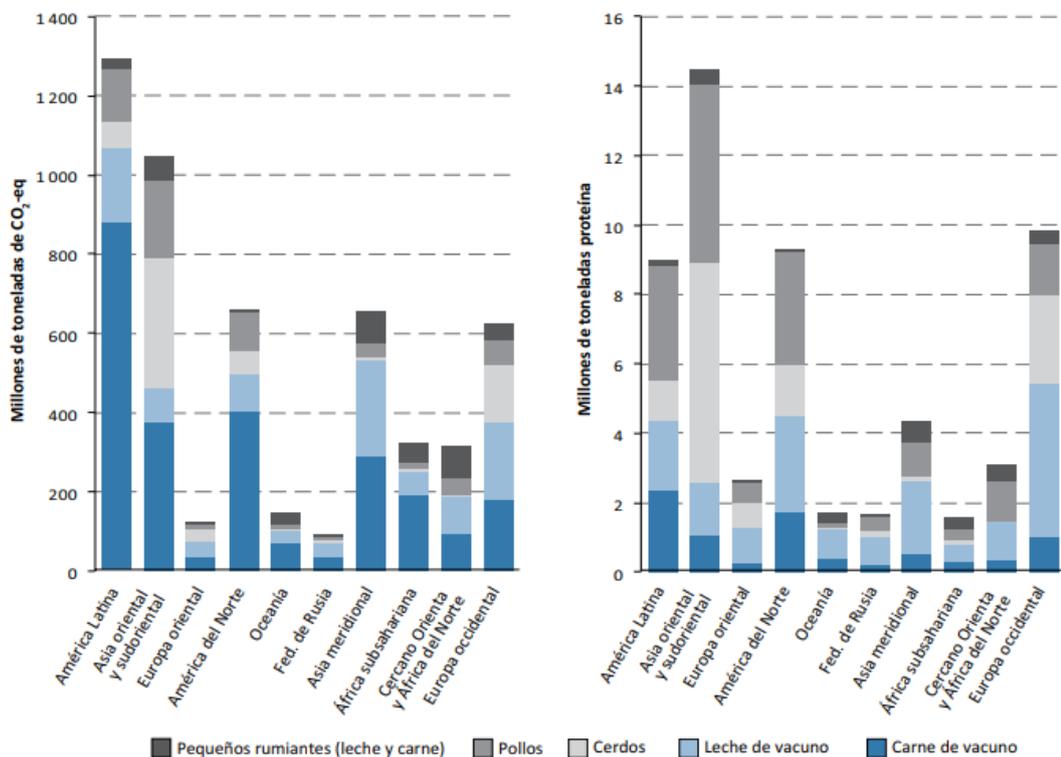


**Figura 2.** Emisiones globales por fuente. Contribución relativa de las principales fuentes de emisiones de las cadenas mundiales de suministro de ganado. Fuente: Global Livestock Environmental Assessment Model, 2020.



**Figura 3.** Estimación global de emisiones por especie. Incluye las emisiones atribuidas a los productos comestibles y a otros bienes y servicios, como la tracción animal o la producción de lana. El vacuno de carne produce carne y otros productos. El vacuno lechero produce leche, carne y otros productos. Fuente: Global Livestock Environmental Assessment Model, 2020.

En algunos casos estas grandes emisiones se deben a la importancia y expansión de la producción de piensos como es el caso de América Latina, que en el 2018 tuvo el nivel de emisiones más alto (Figura 4), y también influye la intensidad de emisiones que producen los animales rumiantes en el caso de Norteamérica y Europa Occidental.

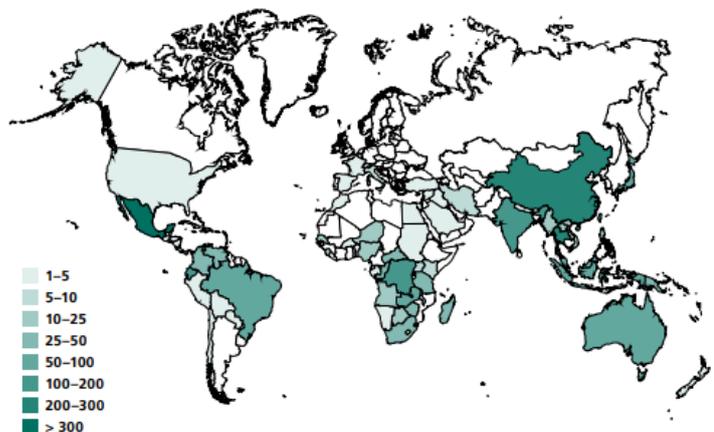


**Figura 4.** Producción ganadera mundial y emisiones de GEI provenientes de la ganadería, por producto y regiones. Fuente: Gerber et al, 2013.

## DESCRIPCIÓN DEL CONSUMO DE INSECTOS A NIVEL MUNDIAL Y LAS VENTAJAS QUE SUPONDRÍA SU CRÍA FRENTE A LAS GRANJAS TRADICIONALES PARA OBTENER SU PROTEÍNA

### Consumo de Insectos

Los seres humanos han consumido insectos a lo largo de los siglos. Proveen nutrientes y su calidad nutricional puede ser mayor que la de los cereales y similar a la de los productos cárnicos. Según estudios paleontológicos, la entomofagia (nombre designado al consumo de insectos por humanos) se ha practicado desde el año 7500 a.C. en el norte y el centro de América. Mientras que, en Irak se han hallado murales donde muestran que los sirvientes ofrecían barbacoas de langostas o chapulines a su rey. A pesar de estos relatos, la primera prueba escrita proviene de una obra de Aristófanes (425 a.C.), que escribe que los chapulines se ofrecían en el mercado y que estos eran preferidos sobre algunas aves como el zorzal (Oonincx, 2015). En diversas regiones de América, Asia y África es muy común el consumo de insectos (Figura 5) (Van Huis et al, 2013). En países como México, aunque sigue siendo una actividad normal, la entomofagia que satisfacía apropiadamente sus necesidades nutritivas, se vio disminuida después de la colonización española, ya que debido al intercambio cultural los indígenas incorporaron cambios en la dieta.

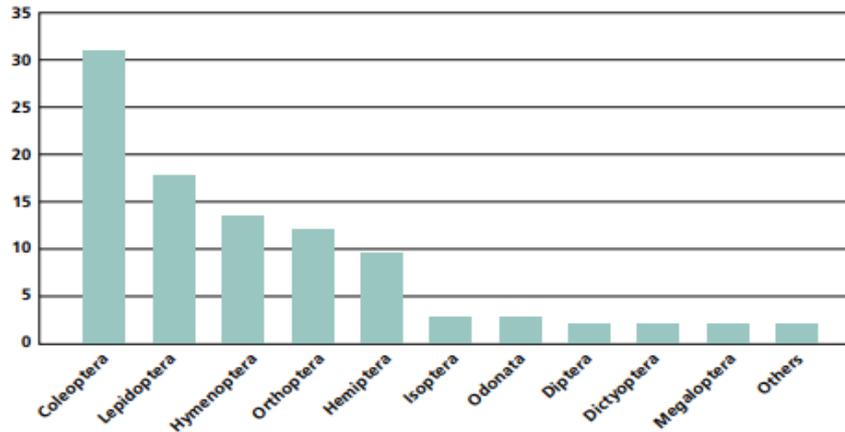


**Figura 5.** Número registrado de especies de insectos comestibles, por país. Fuente: Van Huis et al, 2013.

A pesar de que, en algunas zonas puede darse la posibilidad de que los insectos se consuman por falta de alternativas y la carencia de alimentos, algunas especies como la mariposa emperador en África, pueden llegar a tener precios elevados por considerarse manjares exquisitos (FAO, 2013). En la República Democrática del Congo los precios de las orugas pueden ser hasta cuatro veces más alto que el de la carne de res (Oonincx, 2015).

A nivel mundial, los insectos más consumidos son los escarabajos (coleópteros), que ocupan el primer lugar con un 31% (Figura 6); seguido de las orugas (lepidópteros), especialmente popular en África subsahariana,

con 18%; Abejas, avispas y hormigas (Himenópteros) ocupan el tercer lugar con 14%; los siguientes son saltamontes, langostas y grillos (Orthoptera) con un 13%; luego con 10% cigarras, saltahojas, saltamontes, insectos escamosos e insectos verdaderos (Hemiptera) y otros en menor proporción termitas (Isoptera); libélulas (Odonata); moscas (Diptera); entre otros.



Note: total number = 1 909.

**Figura 6.** Número de especies de insectos consumidos a nivel mundial. Fuente: Van Huis et al, 2013.

## Ventajas de la crianza de insectos

La llamada mini-ganadería, que se refiere a la cría de insectos para la obtención de alimentos ha sido una alternativa nutricional en regiones de bajos recursos y en algunas otras apreciada por el peculiar sabor de las especies consumidas, se encuentra en estado ascendente debido al aumento de la demanda de alimentos, el intercambio sociocultural de las poblaciones y la conciencia sobre las problemáticas del consumo de la carne, pero además trae consigo las siguientes ventajas:

### CALIDAD NUTRICIONAL

Además de plantear un riesgo reducido de transmisión de enfermedades zoonóticas o de otro tipo (enfermedades que se transmiten de los animales a los seres humanos como la H1N1 (gripe aviar) y la EEB (enfermedad de las vacas locas) (Castaño Martínez et al, 2016), los expertos han asegurado que los insectos pueden reemplazar, por tener un valor nutricional superior a otras fuentes de proteínas provenientes de vegetales y pescados, y por un valor similar a las proteínas cárnicas como se observa en la Tabla 1. Sumado a que son ricos en fibras y micronutrientes como cobre, hierro, magnesio, fósforo, manganeso, selenio y cinc (Castaño Martínez et al, 2016).

**Tabla 1.** Ejemplo comparativo del promedio de proteínas entre algunos insectos y otras fuentes de proteínas. Fuente: Van Huis et al, 2013.

Animal	Nombre Común y Especie	Producto Comestible	Contenido de proteínas(g / 100 g peso fresco)
Insectos(crudo)	Langostas y saltamontes: <i>Locusta migratoria</i> , <i>Acridium melanorhodon</i> , <i>Ruspolia different</i>	Larva	14-18
	Langostas y saltamontes: <i>Locusta migratoria</i> , <i>Acridium melanorhodon</i> , <i>Ruspolia different</i>	Adulto	13-28
	Grillos	Adulto	8-25
Vacas		Carne de Res (cruda)	19-26
Pez (crudo)	Peces de Aletas	Tilapia	16-29
	crustáceos	Langostino	16-19

El contenido proteico de los insectos puede variar de acuerdo con la especie, etapa de la metamorfosis, hábitat y dieta, sin embargo, muchos de los insectos comestibles proporcionan cantidades satisfactorias de energía y proteínas, cumplen con los requisitos de aminoácidos para los humanos (Van Huis et al, 2013).

## CAPACIDAD REPRODUCTIVA

Los insectos en general tienen la capacidad de reproducirse abundante y rápidamente. Un grillo doméstico femenino (*Acheta domesticus* (Fabricius); Orthoptera: Grillidae), puede producir 200-300 crías en su vida de 12 semanas, una mosca soldado-negra (*Hermetia illucens* (L.); Diptera: Stratiomyidae) hembra puede poner una nidada de más de 1000 huevos dentro de una semana de eclosión, y una hembra de gusano rey (*Zophobas morio* (Fabricius) Coleoptera; Tenebrionidae) puede poner 1500 huevos en su vida de un año. Estos números son mucho más grandes que los números reproductivos para vacas, cerdos o incluso pollos (Oonincx, 2015).

## EFICIENCIA DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA

La conversión de los alimentos y/o producción de proteínas realizada por los insectos es más eficiente que la del ganado convencional, debido a que, al ser de sangre fría, no necesitan utilizar la energía del alimento ingerido para mantener controlada la temperatura corporal y se destina al desarrollo del cuerpo (crecimiento). Esta eficiencia se expresa en ECI (eficiencia de conversión del alimento ingerido) y a nivel de los insectos puede variar de 8 a 87% dependiendo de la especie.

Según estudios realizados, los grillos domésticos tienen un ECI de peso fresco del 95% en una dieta para pollos, que es prácticamente el doble que

la de los pollos de engorde (Oonincx, 2015). Lo que significa que la conversión del alimento ingerido por este insecto en carne es casi completa. Los grillos son dos veces más eficientes en la conversión de alimento a carne que los pollos, al menos cuatro veces más eficiente que los cerdos, y 12 veces más eficiente que el ganado bovino (Van Huis et al, 2013). El promedio de los cálculos arroja que los insectos pueden convertir 2 kg de alimento en 1 kg de masa de insecto, mientras que el ganado requiere 8 kg de alimento para producir 1 kg aumento de peso corporal (FAO, 2013).

No obstante, la ECI va a depender de la composición química y la forma de sustrato de los alimentos en la dieta, además de la necesidad nutricional de cada especie, pudiendo sintetizar con más rapidez aquellos que hayan sido seleccionados como una necesidad primaria del organismo que lo consume. Por ejemplo, se ha descrito una ECI (del escarabajo bruchidius) de más del 90% para cobre y zinc; sin embargo, en el mismo estudio, se determinó una ECI inferior al 20% para calcio y magnesio.

## CONSUMO DE RESIDUOS

La alimentación durante la crianza cumple con un rol muy importante. Uno de los factores de los que depende la ECI, está relacionado con los alimentos que ingieren los insectos y como se les administra. Algunos de los factores destacados en el impacto ambiental de la ganadería provienen de la producción de alimentos para los animales y los desechos que estos producen, tema que se podría solucionar (en parte) con la cría de insectos. Los insectos tienen la capacidad de poder alimentarse con la mayoría de las sustancias de origen orgánico, esto contribuye al cierre del ciclo productivo y lo encamina hacia la economía circular.

Un ejemplo del cierre de este bucle es la producción de seda. Este proceso implica la producción de pupas de gusanos de seda domésticos, que se utilizan como alimento para las personas y como alimento para las aves de corral. Esta especie se alimenta de las hojas de la morera y el lodo producido por los gusanos de seda se puede utilizar posteriormente como fertilizante para las propias moreras (Oonincx, 2015).

Los insectos pueden criarse de forma sostenible con corrientes orgánicas secundarias, tales como compost, purín de cerdo y estiércol reduciendo la carga orgánica depositada en el agua y la tierra. El uso de estas fuentes de alimento se encuentra aún es estudio, en cuanto a la seguridad alimentaria, por el riesgo de inclusión de patógenos y contaminantes a la cadena alimenticia. A pesar de ello, los insectos ofrecen una solución sostenible al problema de los desechos naturales de animales (estiércol de ganado) y su deposición en la naturaleza, a la vez que agregan valor a estos residuos. Especies de insectos como la mosca soldado-negra (*Hermetica illucens*), la doméstica común (*Musca domestica*) y el gusano de la harina amarilla (*Tenebrio molitor*) son muy eficientes en bioconversión de residuos orgánicos (Van Huis et al, 2013).

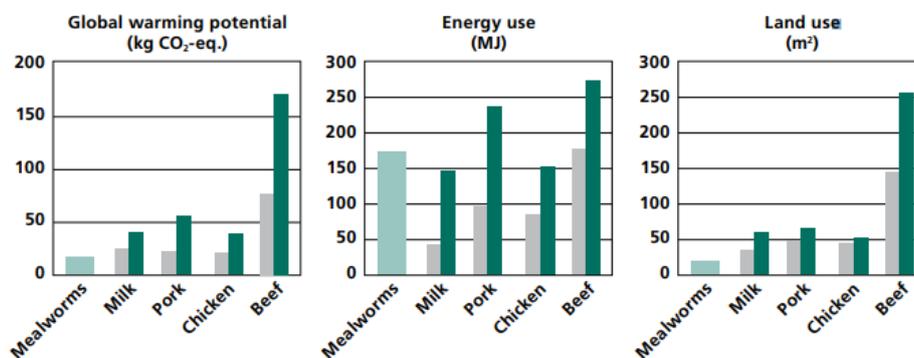
## SOSTENIBILIDAD

Está claro que la producción de proteína animal afecta negativamente al medioambiente, por esto se debe optar por nuevos métodos que resulten amigables al entorno, y es por ello por lo que, los insectos tienen la oportunidad de ser introducidos como producción sostenible a la industria alimenticia.

A pesar de que, los datos cuantitativos sobre el impacto de los insectos en el medioambiente están ausentes o son limitados, al compararlos con los desechos del ganado y los gases emitidos por los animales rumiantes, estos relativamente emiten menos GEI y poco amoníaco. Dentro de diferentes especies, solo las cucarachas, termitas y escarabajos producen  $\text{CH}_4$ , que se origina de la fermentación bacteriana por metanobacterias en el intestino posterior. Mientras que, los insectos considerados viables para el consumo humano en el mundo occidental incluyen especies como las larvas de gusanos de la harina, grillos y langostas, que se comparan favorablemente con los cerdos y el ganado vacuno en emisiones de GEI (son menores en un factor de aproximadamente 100) (Van Huis et al, 2013).

Algunas especies de insectos se desarrollan aun en sequías, como el gusano de la harina, que solo necesita el agua suficiente para su desarrollo. No se encuentra disponible el volumen de agua requerido para elevar un peso equivalente de insectos comestibles, pero podría ser considerablemente más bajo que para los animales de granja (Van Huis et al, 2013). Además, requieren menos uso de la tierra, consumo de forraje y agua que el ganado convencional.

En cuanto al gusano de la harina, según estudios realizados por Oonincx y de Boer (2012) acerca de la evaluación del ciclo de vida, este resulta una alternativa proteica más ecológica que la leche, el pollo, la ternera y el cerdo. De acuerdo con la Figura 7, la producción de proteína por la crianza de esta especie genera menos emisiones de GEI y requiere menos uso de la tierra que la producción de otras proteínas animales, encontrándose además por debajo de las cifras mínimas que se han encontrado para estas. A pesar de que, en cuanto a la energía necesaria para la producción de 1Kg de proteína del gusano de la harina, se obtuvieron valores muy similares a los del pollo y la leche, sigue siendo la opción más sostenible (Van Huis et al, 2013).



**Figura 7.** Producción de gases de efecto invernadero (potencial de calentamiento global), uso de energía y uso de la tierra debido a la producción de 1 kg de proteína a partir de gusanos de harina, leche, cerdo, pollo y carne de res. Fuente: Van Huis et al, 2013.

## **DESCRIPCIÓN DE ALIMENTOS PARA HUMANOS QUE SE PUEDEN DESARROLLAR O ESTAN SIENDO DESARROLLADOS ACTUALMENTE**

### **Consumo de Insectos en Europa y Otros países Desarrollados**

La crianza de animales tuvo origen en las tierras fértiles de Asia y África, y se extendió rápidamente por Europa, por las ventajas y los beneficios que generaban frente a la cría de insectos (carne, productos lácteos, cuero, lana, arado de tracción y medios de transporte) (Van Huis et al, 2013). Por otro lado, en algunas tribus indígenas de Estados Unidos la actividad principal era la caza de especies pequeñas y que no se movieran en manadas, tales como ratas, lagartos e insectos, lo que, desde su punto de vista, facilitaba la labor de conseguir alimentos.

A pesar de que en europea existen antecedentes históricos del consumo de insectos, la cultura occidental se considera entomófoba mostrando sentimientos y reacciones muy dispares, que van desde la curiosidad hasta el rechazo absoluto (AECOSAN, 2018), llegando a encasillar a los insectos como alimentos de países pobres, los cuales en virtud de su desarrollo también descontinúan la práctica por la inmersión occidental. Por costumbre, se ha establecido lo que está permitido comer, generando repulsión y disgusto sobre lo demás. Por ejemplo, el pollo es un ave considerada comestible, mientras que otras aves como el loro (que podrían servir de alimento) no son catalogadas como tal. En lo que se refiere a entomofagia, además del factor sociocultural, existe repulsión por el desconocimiento de la procedencia del alimento y el aspecto visual que estos poseen. Sin embargo, en países como EE. UU., Japón y en la UE está resurgiendo el interés por el consumo de insectos a través de restaurantes de cocina exótica, mercados que los ofrecen y ciertas empresas que los crían y preparan para la venta al por mayor o venta directa al consumidor (AECOSAN, 2018).

### **Entomofobia, Repulsión hacia los Insectos**

La entomofobia es una de las fobias más conocidas, que no solo abarca el miedo a los insectos, sino que, al entrar en la categoría de alimentos, también incluye su consumo. Al estudiar el efecto de "banquetes de insectos" y las actitudes hacia estos, se encontró que los resultados estaban relacionados con la edad. Las respuestas a comer insectos se polarizaron: a las personas les pareció desagradable o interesante. Sin embargo, muchos estaban abiertos a la idea de si era necesaria para la supervivencia, o en el contexto de que era una parte normal de la dieta (Yen, 2009). Es posible que la percepción sensorial y la ignorancia de su procedencia tengan efectos negativos sobre el consumidor, generando disgusto y repulsión ante estos. Se puede decir que, a pesar de que la neofobia y la higiene (en el ámbito alimentario) son bastante importantes en la mente de las personas. En las sociedades occidentales inadvertidamente consumen insectos debido a los niveles permitidos en los productos alimenticios. Por ejemplo, en EE. UU. las

cantidades permitidas de insectos por cada 100 g de productos alimenticios procesados son 80 fragmentos de insectos (chocolate) y 150 fragmentos de insectos (harina de trigo) (Van Huis & al, 2013). En el caso de la harina de trigo, de acuerdo con el Codex Alimentarius, debe estar exenta de insectos muertos en cantidades que puedan representar un peligro para la salud humana (Comisión del Codex Alimentarius, 1985), dejando la magnitud a consideración de las partes interesadas; para la miel en la UE, se tiene permitido hasta máximo 3% en contenido de impurezas, lo que incluye partes de insectos (Comisión Interministerial Técnico-Sanitaria, 1967).

Entonces, si la población debido a supervivencia considera que puede combatir la entomofobia, el mensaje principal serían los beneficios ambientales derivados de la producción de alimentos que requieren menos energía y menos tierra (Yen, 2009). No obstante, la producción de harina de insectos puede ser la alternativa adecuada para evadir o disminuir la repulsión hacia estas especies. Existe una variedad muy amplia de insectos (moscas, saltamontes, grillos y otros) utilizados para elaborar este tipo de harina, donde dependiendo del tipo de insecto, habrá distintos tipos de vitaminas y proteínas (Harina de Insectos, 2018), que hoy en día ya se están produciendo y comercializando, expandiendo así el mercado para los nuevos alimentos que puedan ser desarrollados a base de esta alternativa de proteínas.

### **Inclusión de Nuevos Alimentos en la Dieta**

En Japón, existe la costumbre de consumir comida con insectos en las prefecturas de Nagano, Gifu y en áreas montañosas donde se comen langostas y otros insectos como las pupas del gusano de seda y las larvas de abeja (Alvarez, 2019). No obstante, al igual que en otras regiones la repulsión persiste. Es por ello por lo que, la empresa BugMo (con base en Kioto) decidió convertir los insectos en polvo para disminuir la repulsión de posibles consumidores hacia sus antenas, patas, alas y demás; esta se dedica a la producción de barritas para deportistas a base de harina de grillos, que proporcionan proteínas, ácidos grasos omega 3 y los nueve aminoácidos “esenciales” para la reconstrucción muscular (Alvarez, 2019). Las barras “Cricket Protein” no contienen gluten, aditivos o conservantes artificiales.

En Europa, Bélgica se convirtió en el primer país en autorizar la venta y el consumo de diez especies de insectos a finales del 2013, a pesar de que su comercialización aún no estaba autorizada oficialmente en la UE en ese momento (Acosta, 2014). Posteriormente, en el 2019, se crea Little Food la primera granja urbana en Bruselas de cría y producción de grillos, que también se encarga de su transformación para convertirlos en aperitivos, galletas saladas o salsas para untar (Faro, 2019). Little Food adopta la economía circular. Sus grillos se alimentan solo con subproductos agrícolas. Los residuos del aceite de linaza prensado y el aceite de girasol BIO son los ingredientes principales en la dieta de los insectos utilizados y los excrementos de grillo se utilizan como fertilizante. (Little Food, 2020).



**Figura 8.** Crickers (Cricket Crackers). Galletas a base de grillos de la marca Little Food, son un refuerzo de proteínas para un aperitivo o merienda saludable. Fuente: Little Food, 2020.

En España, el comercio de alimentos a base de insectos inició en abril del 2018, cuando Carrefour pone a la venta barritas energéticas, snacks, aperitivos, pasta y granolas. Luego, en julio del mismo año, la empresa Insectfit pone a la venta sus tres primeras referencias de alimentos elaborados con harina de grillo: una barrita energética con sabor a yogur y fresa, otra de cacao y frutos secos, y una de chocolate, coco y piña (Cano, 2018), siendo estos los primeros en desarrollarse en España.



**Figura 9.** Los tres sabores de las barritas energéticas elaboradas con harina de grillo. Fuente: Porcel, 2019.

Por otro lado, en Alemania, la cadena de supermercados Rewe, empezó en el segundo trimestre del 2018 a comercializar hamburguesas elaboradas con gusanos búfalo (*Alphitobius diaperinus*), conocidos comúnmente como gusanos de la harina, fueron desarrolladas en el 2017 por la empresa Bug Foundation. Estos aseguran que se trata de un bocado delicioso, cargado de aroma y sabor con texturas crujientes que permite olvidarse de las alternativas a la carne sin sabor, para disfrutar de una hamburguesa de calidad que además es muy nutritiva por su contenido proteico y el nivel de hierro, zinc o vitamina B que posee dicha hamburguesa (Pérez de la Cruz, 2017).



**Figura 10.** *Insekten Burger se presenta en un formato de dos hamburguesas de 98 gramos y en otro de seis hamburguesas de 29 gramos cada una, ideal para realizar una pequeña degustación en grupo para saber si gustan o no. Fuente: Pérez de la Cruz, 2017.*

Científicos especializados en gastronomía de la Universidad de Queensland en Australia están trabajando en crear platos exquisitos (por ejemplo, salchichas), pero a base de insectos tales como gusanos o langostas. Estos argumentan, que esconder la proteína de insectos en la comida ya preparada, aparenta ser la única solución para fomentar el consumo de insectos ante un déficit de proteínas (Gentside Espagne, 2020).

Al margen de la moda por la gastronomía exótica, existe actualmente un interés real a nivel internacional por potenciar y valorizar las propiedades nutritivas de los insectos (AECOSAN, 2018). La empresa Protifarm, fundada en 2015 en Países Bajos, creó la primera y más grande granja vertical del mundo para criar *Alphitobius diaperinus*, más conocido como el escarabajo búfalo (Protifarm, 2020). Esta se encarga de la producción de la materia para el desarrollo de alimentos, desde batidos proteicos y pastas hasta carne picada sueltas, salchichas y empanadas.

## **ASPECTOS DE LEGISLACIÓN A NIVEL MUNDIAL**

En los países donde se acostumbra a consumir insectos, no se han visto en necesidad de legislarlos por el tema de que estos no suelen importarse (Bugsolutely, 2020). En México, por ejemplo, no existen normas que regulen el cultivo, procesamiento, venta y comercialización de insectos comestibles (Carreño, 2020). La mayor parte de los países latinoamericanos basan sus normas de carácter alimentario en los lineamientos y recomendaciones que emite el Codex Alimentarius sobre producción de alimentos e inocuidad, en el cual, cabe destacar que, los insectos solo figuran como plaga y aún no han sido incluidos como alimentos (Bugsolutely, 2020).

El ir y venir a instancias gubernamentales y la búsqueda de inexistentes guías o manuales que regulen la producción de invertebrados son parte de la cotidianidad que enfrentan quienes deseen dedicarse a la producción de insectos para consumo humano. Debido a la falta de regulaciones en dicha región, las organizaciones se apoyan en hacer sus propias investigaciones y en mantenerse constantemente al tanto de lo que se hace en Europa que, a pesar de no tener la tradición de la entomofagia, han visto la importancia de los nutrientes de los insectos (Carreño, 2020).

Por otro lado, en los EE. UU. no existe un conjunto específico de normas para los insectos comestibles. La Administración de Medicamentos y

Alimentos (FDA, por sus siglas en inglés) ha hecho pública su opinión, que es la base legal actual para el mercado de insectos. Para permitir su comercialización, los insectos deben haber sido criados para el consumo humano. Por supuesto, los productos que contienen insectos deben seguir los estándares requeridos por la FDA, incluidas las pruebas bacteriológicas y la certificación de buenas prácticas de fabricación. La etiqueta del producto debe incluir el nombre común y el nombre científico del insecto, y tener en cuenta los posibles riesgos de alergia. Se permite la importación desde otros países, y la FDA ha actualizado su “Aviso Previo de Importación” a los EE. UU. con una lista de productos de insectos comestibles (Bugsolutely, 2020). Partes de insectos o aditivos pueden encontrarse en tiendas especializadas, pero técnicamente no están clasificados como ingredientes alimentarios seguros debido a que no son parte de la lista GRAS (Lista de sustancias generalmente reconocidas como seguras) (BLOOMBERG, 2016).

En los países asiáticos, a pesar de tener la cultura de entomofagia, no tienen regulaciones relacionadas con la cría, venta y exportación de insectos. En Tailandia, el país criador de grillos más grande del mundo, ha publicado las directrices para el cultivo de grillos (GAP - Good Agricultural Practice) en 2017; en China fueron incluidas las pupas del gusano de seda en la lista de alimentos permitidos por el Ministerio de Salud, pero no existen menciones de otros insectos en la legislación alimentaria; el gobierno de Corea del Sur lanzó un proceso para legalizar algunos insectos comestibles en 2011. En la lista hay gusanos de la harina, grillos (no la *Acheta Domesticus* habitual, sino la especie *Gryllus bimaculatus*) y algunas larvas. En 2016, la Administración de Drogas y Alimentos de Corea clasificó los grillos y los gusanos de la harina como alimentos normales, sin restricciones (Bugsolutely, 2020).

En la UE los insectos para el consumo humano están amparados bajo el concepto de “Nuevos Alimentos”, con el cual se designa a cualquiera que no haya sido consumido o utilizado (en la Unión antes del 15 de mayo de 1997 (Ruiz Villar, 2018), introducido en el Reglamento (CE) No. 258/97 del parlamento europeo y del consejo sobre nuevos alimentos y nuevos ingredientes alimentarios por el que se aprueban y/o regulan estos alimentos (estos deben someterse a un proceso de aprobación por parte de la Comisión Europea). Sin embargo, estos no fueron designados como nuevos alimentos hasta el 2015, cuando se establece el Reglamento (UE) 2015/2283 que deroga al anterior y considera lo siguiente “El ámbito de aplicación del presente Reglamento debe seguir siendo el mismo que el del Reglamento (CE) no 258/97. No obstante, procede revisar, clarificar y actualizar, sobre la base de los avances científicos y tecnológicos registrados desde 1997, las categorías de alimentos que constituyen nuevos alimentos. Esas categorías deben incluir los insectos enteros y sus partes” (Diario Oficial de la Unión Europea, 2015).

Los países pertenecientes a la UE han tenido diferentes reacciones. En algunos países hay un cierto grado de tolerancia (Francia, por ejemplo). En otros, como Italia, la tolerancia es cercana a cero. Alemania se ha vuelto muy tolerante en 2018 y desde entonces algunos productos se encuentran en los supermercados. Cinco países (Bélgica, Gran Bretaña, Países Bajos,

Dinamarca y Finlandia) no aceptaron la decisión de 2015 de la UE y desde entonces han permitido, y en algunos casos regulado, la comercialización y el consumo de insectos (Bugsolutely, 2020).

**Tabla 2.** Especies incluidas a diciembre de 2018 en la lista de solicitudes presentadas a la Comisión Europea de Alimentación, Agricultura y Pesca. Fuente: Bugsolutely, 2020.

Insecto	Solicitante	Contenido propietario solicitado
Productos de larvas de <i>Alphitobius diaperinus</i> (gusano de la harina) enteros y molidos	Proti-Farm Holding NV	Si
<i>Grylloides sigillatus</i> seco (grillos con bandas)	Micronutris	Si
<i>Acheta domestica</i> entera y molida (grillo doméstico)	Federación Belga de la Industria de Insectos	No
<i>Locusta migratoria</i> (langosta migratoria)	Federación Belga de la Industria de Insectos	No
<i>Tenebrio molitor</i> seco (gusanos de la harina)	Micronutris	Si

El Reglamento (UE) no. 2015/2283, aparte de establecer el procedimiento para la inclusión de nuevos alimentos en la dieta humana, también contempla otro procedimiento para los nuevos alimentos que se hayan consumido en un tercer país y que tengan un “historial alimentario seguro” (Proteinsecta, 2020).

En cuanto a la importación a la Unión Europea de insectos, por parte de países terceros, el Reglamento (UE) 2019/625 complementa los requisitos para entrada en la Unión de partidas de determinados animales y productos destinados al consumo humano, establecido en el Reglamento (UE) 2017/625, en el cual no se había tomado en cuenta a los insectos.

## SEGURIDAD EN EL CONSUMO DE INSECTOS

Existen diversas técnicas en el proceso productivo en diversos lugares del mundo, las cuales dependen del insecto, la especie y el objetivo o formato final (AECOSAN, 2018). Sin embargo, en lugares donde ha estado presente la cultura de entomofagia, no hay antecedentes de aspectos relacionados con la seguridad alimentaria. Por otro lado, diferentes autoridades europeas como la Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición (AECOSAN), la Agencia Federal para la Seguridad de la Cadena (FASFC) y la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) han elaborado informes que en virtud de los riesgos asociados al consumo de insectos para la salud humana y algunos procedimientos para controlarlos.

### Presencia de Peligros en Insectos

El sustrato utilizado (los animales solo pueden alimentarse con alimentos seguros) y el entorno agrícola influyen fuertemente en la microbiota de los

insectos y, por lo tanto, la presencia de peligros en los insectos está influenciada por la naturaleza y las condiciones higiénicas de los insectos, el sustrato y el entorno agrícola (Comité Científico de la EFSA, 2015). Factores importantes que aumentan el riesgo de contaminación microbiana parecen ser una higiene deficiente y unas condiciones de recolección, secado, transporte, almacenamiento y distribución inadecuadas. La cría de insectos en granjas permite controlar las condiciones de producción, reduciendo el riesgo de microorganismos patógenos. Los insectos salvajes están más expuestos a una posible contaminación (AECOSAN, 2018). De acuerdo con la EFSA, se desconocen aspectos negativos relacionados con la propiedad nutricional, pero también existe incertidumbre en cuanto a los peligros asociados, por ausencia de historial relativo a estos. No obstante, proporciona las siguientes conclusiones sobre los mismos, en relación con otras fuentes de proteína animal (Comité Científico de la EFSA, 2015):

- Las bacterias patógenas (como *Salmonella*, *Campylobacter* y *E. coli* verotoxigénica) pueden estar presentes en insectos no procesados dependiendo del sustrato utilizado y las condiciones de cría. Lo más probable es que, la prevalencia de algunos de estos patógenos, por ejemplo, *Campylobacter*, será menor en comparación con otras fuentes no procesadas, ya que no parece que exista la replicación activa de los patógenos en el intestino de insectos.
- Los virus patógenos que se encuentran en insectos producidos para alimentos y piensos no son patógenos para animales vertebrados y humanos. Sin embargo, estos últimos pueden transmitirse por insectos a través de sustratos contaminados. El riesgo de transmisión podría mitigarse a través de un procesamiento efectivo y técnicas de detección adecuadas para estos virus.
- Para los priones, se espera que la presencia en insectos no procesados sea igual o menor cuando los insectos se alimentan de sustratos, que no albergan material de proveniente rumiantes o humanos (estiércol).
- Los contaminantes químicos del sustrato pueden acumularse en los insectos, pero hacen falta datos sobre todos los productos químicos específicos y el grado de acumulación de cada uno de estos en insectos.
- Aunque se producen alergias en mascotas y animales de granja, no hay información disponible sobre alergias en humanos causadas por el consumo de alimento derivado de.

### **Seguridad en Producción y Comercialización**

Se debe considerar la posibilidad de que bacterias patógenas (y esporas) del ambiente de producción puedan infectar a los insectos y de ahí a los consumidores, y por ello, un proceso de calentamiento (escaldado mínimo, cocción, fritura o salteado) es indispensable antes de que los productos se comercialicen o consuman (FASFC, 2014). Se ha comprobado que el proceso de molienda de insectos crudos incrementa la carga microbiana y disminuye la eficacia de los tratamientos térmicos en comparación a cuando se aplican a insectos enteros. El almacenamiento y envasado de insectos

también son factores importantes a considerar para garantizar la seguridad de los insectos (AECOSAN, 2018).

En la UE el sector dedicado a insectos comestibles, como cualquier otro sector alimentario, debe cumplir con un conjunto de requisitos higiénicos obligatorios establecidos en los Reglamentos 852/2004 (UE, 2004a) y 853/2004 (UE, 2004b), dentro de los cuales se encuentra el de elaborar, aplicar y mantener un procedimiento basado en los principios del sistema de Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico (APPCC). Asimismo, debe satisfacer las exigencias que en materia de trazabilidad impone el Reglamento (CE) No. 178/2002 (UE, 2002). En cuanto a los criterios de seguridad alimentaria consideran *Listeria monocytogenes* (menos de 100 ufc/g durante la vida útil del producto), *Salmonella* y *Cronobacter spp.* (ausencia en 25 g y 10 g, respectivamente). No obstante, teniendo en cuenta el gran número de potenciales especies de insectos que se podrían destinar al consumo humano y las variadas formas de procesado posibles, parece conveniente el desarrollo de criterios específicos aplicables a insectos teniendo en cuenta el tipo de producto, procesado y otros factores que puedan afectar a su calidad microbiológica (AECOSAN, 2018).

## CONCLUSIÓN

La harina de insectos se puede utilizar para sustituir otras fuentes de proteínas como las que provee la ganadería, debido al alto valor nutricional (en mayoría proteico) que poseen los insectos en comparación con los vegetales y el pescado, y similar al de los cárnicos. Además, la crianza de insectos supone un consumo reducido de los recursos naturales, minimizando los efectos negativos que continuamente genera la cría de ganado en el ecosistema, lo que, sumado a la baja cantidad de emisiones que esto conlleva, lo convierte en el proceso de obtención de proteína animal más sostenible.

Tanto en los EE. UU. como en la UE la producción y comercialización de insectos se rige bajo las mismas condiciones de seguridad que otros alimentos. Sin embargo, en la UE en la última década ambas actividades se han visto limitadas por la legislación. A pesar de que, no posee la costumbre de consumir insectos, las autoridades europeas se han dado la tarea de realizar investigaciones con el fin regular el consumo de las diferentes especies y asegurar el bienestar de la población, donde el informe proporcionado por la EFSA indica que deben hacerse más estudios para disminuir la incertidumbre sobre los posibles peligros, pero también comenta que con la alimentación y el entorno adecuado podrían ser menor o igual que los existentes en otras fuentes proteicas y disminuirían con el procesado.

Por sus múltiples beneficios, se recomienda realizar estudios para desarrollar nuevos alimentos a base de harina de insectos y sus derivados (aislado proteico), ya que podría disminuir, en cierto grado, la repulsión hacia la entomofagia y lograr que estos sean incluidos de manera convencional en la dieta humana.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, S. (26 de Marzo de 2014). "Los insectos, oportunidad de negocio" [En línea]. *CincoDías*. Dirección URL: <[https://cincodias.elpais.com/cincodias/2014/03/26/empresas/1395851395\\_938764.html](https://cincodias.elpais.com/cincodias/2014/03/26/empresas/1395851395_938764.html)>. [Consulta: 17 de Junio de 2020]
- AECOSAN. (2018). Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición (AECOSAN) en Relación a los Riesgos Microbiológicos y Alergéricos Asociados al Consumo de Insectos. *Revista del Comité Científico*, 21-22.
- Alvarez, L. (11 de Marzo de 2019). "Una proteína hecha con grillos se abre paso en el mercado japonés", [En Línea]. *International Press (en español)*, Dirección URL: <<https://internationalpress.jp/2019/03/11/una-proteina-hecha-con-grillos-se-abre-paso-en-el-mercado-japones/>>. [Consulta: 27 de Junio de 2020]
- Andrés Dura, R. (12 de Agosto de 2019). "Insectos, la alimentación del futuro que se abre paso en Alicante" [En línea]. *La Vanguardia*. Dirección URL: <<https://www.lavanguardia.com/local/valencia/20190812/463814220736/insectos-comestibles-alicante-insect-fit-bioflytech.html>> [Consulta: 15 de Junio de 2020]
- BLOOMBERG. (25 de Julio de 2016). "Chapulines (insectos, no políticos) saltan a Washington", [En línea]. *El Financiero*. Dirección URL: <<https://www.elfinanciero.com.mx/bloomberg/chapulines-insectos-no-politicos-saltan-a-washington>> [Consulta: 2 de Julio de 2020]
- Bugsolutely. (2020). "Legal status of edible insects" [En línea]. *Bugsolutely*. [En línea]. Dirección URL: <<https://www.bugsolutely.com/legal-status-edible-insects/>>. [Consulta: 2 de Julio de 2020]
- Cano, C. G. (4 de Julio de 2018). "Así son las primeras barritas energéticas de harina de grillo 'made in Spain'", [En línea]. *SER*. Dirección URL: <[https://cadenaser.com/ser/2018/07/03/gastro/1530620347\\_628849.htht](https://cadenaser.com/ser/2018/07/03/gastro/1530620347_628849.htht)>. [Consulta: 2 de Julio de 2020]
- Carreño, D. (11 de Febrero de 2020). "Muy nutritivos, pero los insectos comestibles en México están al margen de la ley", [En línea]. *Goula, Especialistas en la Industria Alimenticia*. Dirección URL: <<https://goula.lat/muy-nutritivos-pero-los-insectos-comestibles-en-mexico-estan-al-margen-de-la-ley/>>. [Consulta: 2 de Julio de 2020]
- Castaño Martínez, M. T., et al. (2016). *El Dátil en la Elaboración de Alimentos Saludables*. Elche, España: Universidad Miguel Hernández de Elche.
- Comisión del Codex Alimentarius. (1985). *NORMA DEL CODEX PARA LA HARINA DE TRIGO*. Roma: Codex Alimentarius.
- Comisión Europea. (2019). "Summary of applications and notifications", [En línea]. European Commission Website. Dirección URL: <[https://ec.europa.eu/food/safety/novel\\_food/authorisations/summary-applications-and-notifications\\_en](https://ec.europa.eu/food/safety/novel_food/authorisations/summary-applications-and-notifications_en)>. [Consulta: 15 de Junio de 2020]
- Comisión Interministerial Técnico-Sanitaria. (1967). *Código Alimentario Español*. Madrid: Comisión Interministerial para la Ordenación Alimentaria.
- Comité Científico de la AECOSAN. (2018). *Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición (AECOSAN) en relación a los riesgos microbiológicos y alergéricos asociados al consumo de insectos*. Madrid: AECOSAN.
- Comité Científico de la EFSA. "Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed", [En línea]. *EFSA Journal*. Vol 13 No. 10. (2015). Dirección URL: <<https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/4257>>. [Consulta: 25 de Julio de 2020]
- Diario Oficial de la Unión Europea. (11 de Diciembre de 2015). "*Reglamento (UE) 2015/2283 del Parlamento Europeo y del Consejo*", [En línea]. *EUR-Lex*, Access to European Union Law. Dirección URL: <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A32015R2283>>. [Consulta: 8 de Julio de 2020]

- FAO. (2006). "Las Repercusiones del Ganado en el Medio Ambiente", [En línea]. *FAO, Revista*. Dirección URL: <<http://www.fao.org/ag/esp/revista/0612sp1.htm>>. [Consulta: 26 de Mayo de 2020]
- FAO. (2013). "*La Contribución de los Insectos a la Seguridad Alimentaria, los Medios de Vida y el Medio Ambiente*". Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
- Faro, M. (12 de Enero de 2019). "Hamburguesa de Grillo, Una Apuesta Pionera en Bélgica aún a Prueba en Europa", [En línea]. *La Vanguardia*. Dirección URL: <<https://www.lavanguardia.com/vida/20190112/454085026974/hamburguesa-de-grillo-una-apuesta-pionera-en-belgica-aun-a-prueba-en-europa.html>>. [Consulta: 18 de Junio de 2020]
- FASFC. (2014). *Food safety aspects of insects intended for human consumption*. Scientific Committee of the FASFC. Bruselas: Superior Health Council.
- Fernández Escámez, P. S., et al. (2017). Los insectos como Fuente Alternativa de Ingredientes para Alimentación Animal y Humana. *CTC Alimentación, Revista sobre Agroalimentación e Industrias a Fines*(67), 10-13.
- Gentside Espagne. (29 de Marzo de 2020). "¿Salchichas de gusanos, el futuro de la alimentación?", [En línea]. *GentSide*. Dirección URL: <[https://www.esgentside.com/insectos/salchichas-de-gusanos-el-futuro-de-la-alimentacion\\_art19062.html](https://www.esgentside.com/insectos/salchichas-de-gusanos-el-futuro-de-la-alimentacion_art19062.html)>. [Consulta: 27 de Mayo de 2020]
- Gerber, P. E. (2013). *Enfrentando el cambio climático a través de la ganadería – Una evaluación global de las emisiones y oportunidades de mitigación*. Roma: Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura (FAO).
- Global Livestock Environmental Assessment Model. (2020). GLEAM Results, [En línea]. *FAO*. Dirección URL: <<http://www.fao.org/gleam/resources/en/>>. [Consulta: 26 de Mayo de 2020]
- Harina de Insectos. (2018). "¿Qué insectos y artrópodos son comestibles?", [En línea]. Dirección URL: <<https://harinadeinsectos.com/>>. [Consulta: 27 de Mayo de 2020]
- Little Food. (2020). *LittleFood.org*. Dirección URL: de <<https://www.littlefood.org/a-propos/>>. [Consulta: 17 de Junio de 2020]
- Livestock, Environment And Development Initiative. (2005). Impacto de la ganadería en la disponibilidad y la calidad del agua. *Conferencia sobre Agua para Alimentos y Ecosistemas: ¡Para que sea una Realidad!* (págs. 1-2). La Haya: FAO.
- Medeiros Costa-Neto, E. (2003). Insetos como Fontes de Alimentos para O Homen: Valoração de Recursos Considerados Repugnantes, [En línea]. *Interciencia*, 28(3), 136-140. Dirección URL: <<https://search.proquest.com/docview/210134090/fulltext/5A5A5FB7090245EDPQ/1?accountid=28445>>. [Consulta: 15 de Mayo de 2020]
- Oonincx, D. G. (2015). *Insects as food and feed: Nutrient composition and environmental impact*. Tesis Doctoral, Wageningen University, Wageningen.
- Pérez de la Cruz, J. (9 de Septiembre de 2017). "La hamburguesa de gusanos, a punto de llegar a Alemania (y a toda Europa)", [En línea]. *Público*. Dirección URL: <<https://www.publico.es/internacional/hamburguesa-gusanos-punto-llegar-alemania-europa.html>> [Consulta: 27 de Mayo de 2020]
- Pérez Espejo, R. (2008). El Lado Oscuro de la Ganadería. *Problemas del Desarrollo, Vol. 39* No. 154. 217-227.
- Porcel, G. M. (16 de Junio de 2019). "Insectfit, las barritas energéticas con insectos", [En línea]. *Brujulabike*. Dirección URL: <<https://www.brujulabike.com/insectfit-barritas-energeticas-insectos/>>. [Consulta: 26 de Julio de 2020]
- Proteinsecta. (6 de Febrero de 2020). "Insectos para la Alimentación Humana", [En línea]. *Proteinsecta*. Dirección URL: <<https://www.proteinsecta.es/ley-insectos-para-alimentacion-humana/>>. [Consulta: 8 de Julio de 2020]
- Protifarm. (2020). *Protifarm, Effective Nutrition*. Dirección URL: <<https://protifarm.com/products/our-adalapro-products/>>. [Consulta: 15 de Mayo de 2020]
- Riechmann, J. (2017). Alimentar a la Población Humana en el Siglo XXI. (págs. 80-97). Barcelona: Científicos por el Medio Ambiente.

- Ritchie, H. (4 de Febrero de 2019). "Which countries eat the most meat?", [En línea]. *BBC*. Dirección URL: <<https://www.bbc.com/news/health-47057341>>. [Consulta: 25 de Mayo de 2020]
- Ruiz Villar, I. (20 de Septiembre de 2018). "Nuevos Alimentos en la UE", [En línea]. *Alimentando la Inocuidad*. Dirección URL: <<https://alimentandolainocuidad.com/nuevos-alimentos-en-la-ue/>>. [Consulta: 26 de Julio de 2020]
- Schlüter, O., & Rumpold, B. (2019). Insects as food in Europe. *Journal of Insects as Food and Feed*, Vol. 5 No. 1.
- Van Huis, A., et al. (2013). *Edible insects: future prospects for food and feed security*. Roma: Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura (FAO).
- Yen, A. L. (2009). Edible insects: Traditional knowledge or western phobia? *Entomological Research*, Vol. 39 No. 5. 289-298.
- Zero Emissions Objective. (17 de Marzo de 2020). "¿Cuánto CO<sub>2</sub> Emite Realmente la Ganadería Intensiva?", [En línea]. *Z.E.O.* Dirección URL: <<https://plataformazeo.com/es/cuanto-co2-emite-realmente-la-ganaderia-intensiva/>>. [Consulta: 24 de Mayo de 2020]