

Artículo de Revisión / Review Article

Insectos: son realmente una alternativa para la alimentación de animales y humanos

Insects: an alternative for animal and human feeding

RESUMEN

En los últimos años se han propuesto a los insectos como el alimento del futuro, sin embargo, surge la siguiente pregunta: ¿realmente se podrían usar como una alternativa de alimentación en la actualidad? Así el objetivo de la presente revisión fue analizar si los distintos tipos de productos en base a insectos son una buena opción para la alimentación humana y animal. En el mundo hay más de 1.900 especies de insectos comestibles, sin embargo, los más utilizados en la producción de alimentos para humanos son grillos (*Acheta domesticus*), larvas de mosca soldado negra (*Hermetia illucens*) y gusanos de la harina (*Tenebrio molitor*). Para alimentación animal generalmente son los dos últimos mencionados; por tanto, esta revisión se centra en éstos. Para humanos existe una gran cantidad de alimentos que contienen insectos como: barras de cereal, pastas, bebidas, cervezas, hamburguesas, golosinas para niños, "snacks" y también insectos deshidratados. Los cuales son producidos en países de Europa, Australia, Sudáfrica y Estados Unidos y también se pueden adquirir por internet. Para animales hay harina de insecto, alimentos concentrados y larvas deshidratadas o vivas. Los estudios en animales se han centrado en la alimentación de peces, pero también en otras especies (perros, gatos, cerdos, aves, animales exóticos, etc.). En varios países de Europa, Australia, Sudáfrica, Estados Unidos e incluso en Chile existen industrias que procesan y comercializan harinas. Los insectos están constituidos principalmente por proteínas y grasa, son inocuos, y algunos presentan propiedades funcionales, como péptidos antimicrobianos, lo que los hace ser una alternativa viable para la alimentación de humanos y animales.

Palabras clave: Alimentación; Animales; Entomofagia; Humanos; Insectos.

ABSTRACT

In recent years insects have been proposed as the food of the future, however, the following question arises: could they really be used as a food alternative in these times? Thus, the aim of this review was to analyze whether different types of insect products are a good option for food and feed. Worldwide, there are more than 1.900 species of

edible insects; those most used in the production of food for humans are crickets (*Acheta domesticus*), black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*) and mealworms (*Tenebrio molitor*). For animal feed, soldier fly larvae and mealworms are the most studied, thus, this review focuses on these. For humans, there are a lot of foods that contain insects such as: cereal bars, pastas, drinks, beers, hamburgers, candies, snacks and also dehydrated insects. These foods are produced in Europe, Australia, South Africa and the United States and can be purchased online. For animals, there is insect meal, concentrated food and dehydrated or live larvae. Animal studies have focused on the feeding of fish, but also on other species (dogs, cats, pigs, birds, exotic animals, etc.). In several European countries, Australia, South

Constanza Avendaño¹, Manuel Sánchez¹,
Carolina Valenzuela^{1*}.

1. Departamento de Fomento de la Producción Animal,
Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias,
Universidad de Chile, Santiago, Chile.

*Dirigir correspondencia: Carolina Valenzuela V.
Departamento de Fomento de la Producción Animal,
Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile.
Avda. Santa Rosa 11.735, La Pintana, Casilla 2, correo 15,
La Granja. Santiago, Chile.
Email: cvalenzuelav@u.uchile.cl

Este trabajo fue recibido el 27 de marzo de 2020.
Aceptado con modificaciones: 22 de agosto de 2020.
Aceptado para ser publicado: 04 de septiembre de 2020.

Africa, United States and even in Chile there are industries that process and market insect flours. Insects are mainly composed of protein and fat in high concentrations, are harmless, and some have functional properties, such as antimicrobial peptides, which, in conclusion, make them a viable alternative for the feeding of humans and animals. Keywords: Animals; Entomophagy; Food; Humans; Insects.

INTRODUCCIÓN

La creciente población mundial ha generado un aumento en la demanda de alimentos de origen animal, incrementando la producción animal, lo que genera una alta presión sobre el medio ambiente, los recursos hídricos y la biodiversidad, contribuyendo al cambio climático¹. Por esto se requieren nuevas estrategias para la producción de alimentos; así las soluciones sugeridas son reducir el consumo de carne, migrar a sistemas productivos sustentables o cambiar las dietas, incluyendo alimentos que requieren menos recursos para producirlos. La producción de insectos se considera una estrategia viable que podría convertirlos en los alimentos del futuro, tanto para humanos como animales². Sin embargo, a pesar de varios beneficios ambientales, nutricionales y sociales del uso de insectos en la dieta humana, en los países occidentales la mayor parte de la población rechaza la idea de consumirlos, por razones culturales y por considerarlos desagradables y nocivos. Otros aspectos que hacen dudar del uso de insectos para alimentar animales y humanos es el tema legislativo y si realmente se pueden producir a gran escala para satisfacer la alta demanda^{3,4}. Se ha descrito que las preferencias alimentarias no son permanentes y pueden cambiar con el tiempo. Factores efectivos para promover el consumo de insectos o entomofagia, han sido la mayor exposición de los insectos comestibles a los consumidores y la información sobre beneficios ecológicos y nutricionales⁵.

El objetivo de esta revisión fue analizar si los distintos tipos de productos en base a insectos son realmente una buena opción para la alimentación humana y animal del futuro.

DESARROLLO

Perspectivas de la alimentación en el futuro

La población humana actual de 7.700 millones de personas crecerá a un total de 9.700 para el año 2050⁶, lo que genera una mayor necesidad de producción de alimentos⁷. Sin embargo, las tierras disponibles para la expansión de la agricultura y ganadería no son suficientes⁸, la intensificación de la ganadería genera entre un 15 a 26% de las emisiones de gases con efecto invernadero que son una de las causas del calentamiento global, reduce la biodiversidad, utiliza muchos recursos hídricos y no es una práctica sustentable^{9,10}.

Todos estos factores se presentan como un obstáculo para producir los alimentos requeridos por la población y animales. Por tanto, es necesario la búsqueda de alternativas que permitan satisfacer la futura demanda de alimentos. En respuesta a estas necesidades han surgido con fuerza la

crianza y producción de insectos para consumo humano y animal^{11,12}.

Características nutricionales de insectos comestibles

Según la FAO, los insectos más consumidos por humanos son: escarabajos (Coleoptera) 31%, orugas (Lepidoptera) 18%, abejas, avispas y hormigas (Hymenoptera) 14%, saltamontes, langostas y grillos (Orthoptera) 13%, cigarras, fulgoromorfos, saltahojas, cochinillas y chinches (Hemiptera) 10%, termitas (Isoptera) 3%, libélulas (Odonata) 3%, moscas (Diptera) 2% y otros 5%³. Los insectos se consumen de forma entera, triturada o como harina, esta última forma de preparación es la más utilizada para adicionar en alimentos para humanos y en dietas para animales. Entre las harinas de insectos más estudiadas y utilizadas como reemplazo proteico, en alimentos para humanos se encuentran el grillo doméstico (*Acheta domestica*), las larvas de moscas soldado negro (*Hermetia illucens*) y los gusanos de la harina (*Tenebrio molitor*). Los componentes nutricionales principales en los insectos son proteínas y grasas, seguidas de fibra, nitrógeno no proteico y cenizas, y la composición depende del tipo de insecto, la etapa de crecimiento y la alimentación de los insectos^{11,12,13}.

Las proteínas representan el componente principal en la composición nutricional de los insectos y su contenido es alto y variable. El orden Coleóptera, representado por escarabajos y larvas tiene un contenido de proteína entre 20-71%, el Díptera 36-70% (moscas, mosquitos), el Ephemeroptera entre 37-68% (libélulas), Hymenoptera entre 10-62% (abejas, abejorros, avispas y hormigas), Lepidóptera entre 13-64% (orugas, polillas) y Orthoptera entre 27-76% (grillos, saltamontes)¹².

La digestibilidad de las proteínas se encuentra entre 78-98%¹⁴. Los insectos tienen aminoácidos de buena calidad y son ricos en aminoácidos esenciales. Los principales aminoácidos que contienen son los ácidos glutámico y aspártico, fenilalanina y alanina para el orden Lepidóptera, Ortóptera, Coleóptera y Diptera. Para el orden Hemiptera, son: prolina, leucina, tirosina, alanina, valina y metionina. En el orden Hymenoptera destaca el ácido glutámico, leucina y alanina¹². Al comparar el perfil de aminoácidos de los insectos comestibles con los requisitos de aminoácidos para adultos publicados por la Organización Mundial de la Salud¹⁵, se observa que gran parte de los insectos comestibles cumplen con los requisitos de metionina, metionina + cisteína, fenilalanina y tirosina¹⁶. Al comparar el perfil de aminoácidos de los insectos con alimentos para animales, son similares a las harinas de carne¹⁷. Al compararlos con la harina de pescado, ninguna de las especies estudiadas de insectos tiene un nivel de lisina superior a este insumo¹².

En relación a las propiedades tecnológicas de las proteínas de insecto, se ha descrito que son altamente solubles, pueden formar emulsiones, tienen la capacidad de absorber agua y de formación de gel^{11,13}.

El extracto etéreo representa el segundo componente más importante de los insectos y los rangos son los siguientes:

Ortópteros (4-22%), Hemiptera (6-46%), Isoptera (21-46%), Blattodea (27-34%) y algunos Lepidópteros (6-77%)¹². El contenido de extracto etéreo es más alto en estadios larvales y pupales que en la etapa adulto¹³. La cantidad promedio de ácidos grasos saturados (AGS) de insectos comestibles varía de 31 a 42%, siendo los principales el ácido palmítico (C16:0) y esteárico (C18:0). La fracción de ácidos grasos mono-insaturados varía entre 22 a 49%, siendo el principal el ácido oleico (C18:1), que está presente en todos los insectos. La fracción de ácidos grasos poli-insaturados se encuentra entre 16-40%¹⁵, siendo los principales el ácido linoleico (C18:2), linolénico (C18:3) y araquidónico (C20:4 n6). La principal diferencia entre los insectos terrestres y acuáticos es la presencia de ácido eicosapentaenoico (EPA, C20:5 n3) y docosahexaenoico (DHA, C22:6 n3) y la ausencia de C20:4 n6. Los insectos no pueden sintetizar colesterol *de novo*, contienen aproximadamente 0,1% de colesterol que lo obtienen a través de su dieta y que varía según su estadio de desarrollo¹⁸.

El rango de fibra cruda es ampliamente variable, el mayor contenido lo presenta *Latebraria amphipyrioides*, un tipo de polilla del orden Lepidoptera, la cual contiene un 29% de fibra cruda, y el contenido más bajo se encontró en una larva de *Aegiale hesperiaris*, insecto que pertenece al mismo orden, la cual presenta un 0,12% de fibra cruda¹⁶. La quitina es uno de los componentes más importantes del exoesqueleto de los insectos, es un polisacárido considerado como fibra, ya que es indigestible para los humanos y animales no rumiantes.

El contenido de extracto no nitrogenado varía entre un 5% para el orden Odonata hasta un 77% reportado en el orden Hymenoptera. El contenido más bajo en carbohidratos pertenece al orden Hemiptera con 0,01%¹⁹. Los carbohidratos en los insectos están representados principalmente por la quitina y glucógeno.

Las cenizas de los insectos varían entre un 3% para el orden Blattodea hasta un 26% para el orden Diptera¹⁹. En general los insectos presentan en su exoesqueleto altas cargas de minerales como calcio y fósforo²⁰, de tal manera que algunos presentan más hierro que la carne bovina²¹. Por lo que se propuso que el consumo de insectos podría disminuir la deficiencia de hierro, cobre y zinc en países sub-desarrollados²².

En cuanto a las vitaminas, se ha descrito que los insectos son ricos en riboflavina, ácido pantoténico, biotina y tiamina. Insectos de los órdenes Orthoptera y Coleópteros también son ricos en ácido fólico¹³. La vitamina B12, que se obtiene únicamente desde alimentos de origen animal, está presente en diferentes especies de insectos; *Tenebrio molitor* presenta 0,47 µg/100 g y las ninfas de *Acheta domesticus* contienen 8,7 µg/100 g²³. En el caso de pigmentos antioxidantes, algunos insectos presentan altas cantidades de zeaxantina y b-carotenos en su exoesqueleto²⁴.

La alta variabilidad entre los distintos componentes nutricionales de los insectos se explican por diferencias entre especies; el estado de desarrollo, ya que existen

grandes diferencias entre los distintos estadios como huevos, larvas, pupas y adultos; la alimentación que reciben y la forma de crianza, ya que difieren si fueron recolectados en condiciones silvestres o fueron criados en mini-granjas, entre los principales factores^{11,12}.

Uso de insectos en alimentación humana y animal Aplicaciones en alimentación humana

La FAO ha estimado que la entomofagia, es seguida por alrededor de 2 mil millones de personas en el mundo, principalmente de Asia, América Central y África^{3,21,25}. Los insectos pueden ser consumidos en todas las etapas de crecimiento (huevos, larvas, pupas y adultos) y la mayoría de ellos se recolectan desde la naturaleza³. Se describe que un total de 2.037 especies de insectos se consumen alrededor del mundo, dentro de las cuales se encuentran los siguientes órdenes: Coleoptera con 634 especies, Lepidoptera con 359 especies, Hymenoptera con 302 especies, Ortóptera con 279 especies, Hemiptera con 220 especies, Isoptera con 63 especies, Odonata con 60 especies y Diptera con 25 especies²⁶. Por otro lado, en los países occidentales, la mayoría de la población rechaza la idea de consumir insectos, por razones culturales y por considerarlos desagradables y nocivos²¹. Así, la aceptación de los consumidores, además del obstáculo legislativo, que se aborda en una sección más adelante en el documento, sigue siendo una de las mayores barreras para incluir a los insectos como fuentes de proteínas en muchos países occidentales³.

Recientemente ha habido un cambio masivo en la forma en que los medios de comunicación posicionan a los insectos como el alimento del futuro, esto ocurrió después del informe de la FAO "Insectos para alimentar al mundo"³. Algunos países europeos han regulado la producción de alimentos en base de insectos a partir del 1 de enero del año 2018, así los insectos, como sus partes, fueron oficialmente denominados como "Novel Foods". Estos productos están sujetos a autorización previa a su comercialización. Cambios en la ley de la Unión Europea con respecto a la admisión de la producción de insectos para el consumo han creado nuevas oportunidades de utilización de esta fuente de proteína²⁷.

Los insectos comestibles se comercializan en varios formatos, enteros y deshidratados, molidos o como harinas²⁸. La industria de los insectos comestibles avanza a una velocidad asombrosa y la demanda de nuevos productos está en alza²⁹. Esto se refleja en la tabla 1, en donde se describe una lista de varias industrias que producen y comercializan alimentos en base a insectos para humanos, los cuales pueden ser adquiridos por internet desde distintos países. En los últimos 10 años, existen alrededor de 133 compañías, principalmente de Europa, Asia del Sur y América del Norte, que comercializan productos alimenticios de insectos para consumo humano. En Amazon se venden alrededor de 100 alimentos en base a insectos y en eBay hay disponibles más de 250

productos. Los principales alimentos en base a insectos que se comercializan son: distintos tipos de pan, pastas como curry, salsas, golosinas para niños, paté, barras energéticas, bebidas con y sin alcohol, galletas, tortillas de maíz, pastas, hamburguesas, salchichas, y otros (Figura 1). La mayoría de estos productos contienen en cantidades variables desde 1 a 25% aproximadamente harinas de insectos, siendo los más usados grillos en primer lugar seguido de larvas de mosca soldado negra y gusanos de la harina.

Debido a sus altos niveles de proteínas y aminoácidos bien equilibrados, los insectos han atraído la atención de los investigadores como ingredientes alimenticios para suplementos para deportistas, niños y personas vegetarianas^{28,30,31,32}. Se ha descrito que el consumo de insectos aumenta la concentración sanguínea de aminoácidos esenciales, los aminoácidos de cadena ramificada y la leucina a niveles similares a la proteína de soya, sin embargo, la digestión de este alimento es lenta y esto no permitiría ganancia muscular de forma significativa en la suplementación alimenticia de deportistas^{33,34}. La medicina tradicional china indica que el consumo de insectos puede ser beneficioso para la salud humana y se ha descrito en la literatura que existen diversos péptidos bioactivos presentes en las proteínas de los insectos que tienen propiedades antioxidantes, antitumorales, antifúngicas, entre otras³⁵. Sin embargo, esta área de investigación es reciente, por lo que falta mayor investigación para corroborar estas propiedades.

Se han desarrollado diversas tecnologías para transformar a los insectos en ingredientes alimentarios y mejorar su inocuidad, destacándose el secado en estufa/horno y la liofilización³⁶. Un tratamiento importante de realizar previo al secado de los insectos es el escaldado, que se utiliza como pre-tratamiento para reducir la contaminación microbiológica e inactivar enzimas responsables de la descomposición³⁷.

La tecnología más utilizada para aumentar la vida útil de los insectos es el secado, que reduce el contenido de humedad, reduciendo las reacciones degradativas enzimáticas y microbiológicas. Sin embargo, esta presenta ciertas desventajas como: alteraciones funcionales de las proteínas, oxidación de lípidos y variaciones en el color³⁸. La liofilización también se ha usado para tratar los insectos, logrando reducir la acción microbiana y la degradación oxidativa. Esta alternativa es muy usada en investigación, pero costosa a nivel industrial. Se ha descrito que los tratamientos que aportan calor y deshidratan las larvas de insectos son suficientes para asegurar una inocuidad aceptable para el consumo de insectos por parte de las personas³⁹. De hecho los productos indicados en la tabla 1 cumplen con las regulaciones microbiológicas para su comercialización y consumo.

Aplicaciones en alimentación animal

El uso de insectos para alimentación animal data desde hace mucho tiempo, para el caso de las aves, es común que éstas pastoreen y consuman larvas de

mosca, lombrices y otros insectos. En los últimos años ha aumentado significativamente la investigación en esta área, publicándose 518 artículos científicos en el año 2019 en comparación a los 75 artículos publicados en el año 1995. En la actualidad en varios países se han instalado industrias que elaboran alimentos en base a insectos para diversas especies animales, las cuales se detallan en la tabla 1. La harina de insectos es el producto más producido, pero también la harina de insecto desgrasada, que se caracteriza por un mayor contenido de proteína (de alrededor del 60% base seca). Otro producto que ha aumentado su producción en los últimos años son los aceites de insectos, que presentan una alta concentración de ácido láurico, oleico, palmítico y linoleico. También se producen larvas deshidratadas y vivas (Figura 1)^{11,28}.

La crianza de insectos destinados a la entomofagia se basa en un sistema denominado como mini-granjas, que consiste en colocar insectos en etapa larvaria dentro de diversos contenedores, los cuales contienen un sustrato como alimento (basado en productos orgánicos como heces, residuos agroindustriales, subproductos de plantas faenadoras y otros). Las larvas de insectos pasan por diferentes etapas de crecimiento y, dependiendo de la especie, pueden demorar días a semanas en estar en un punto óptimo para su recolección y procesamiento. El producto final que se entrega a los consumidores suelen ser larvas frescas, larvas deshidratadas o harina de larvas^{11,28}. En la figura 2 se presenta un esquema general, la crianza y la elaboración de algunos de los productos mencionados.

Los insectos más utilizados para alimentación animal son larvas de mosca soldado negro y las larvas del gusano de la harina^{10,11}. La investigación se ha centrado fuertemente en alimentación de peces como la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), dorado (*Sparus aurata*) y la tilapia (*Oreochromis niloticus* L.), debido al alto precio de la harina de pescado^{40,41}. Los estudios mostraron que es posible el reemplazo parcial de la harina de pescado por harina de insectos sin comprometer el rendimiento y la calidad del producto^{40,41}. A partir del año 2017, los reglamentos de la Unión Europea permiten que la harina de larva de mosca soldado negra se utilice en la alimentación de especies acuáticas.

En animales terrestres las harinas de insecto también se han usado como reemplazo de concentrados proteicos de origen vegetal, como la harina de soya y harina de pescado. Los porcentajes de inclusión de las harinas de insectos son variables y para aves van desde el 1 al 28%, sin observarse alteraciones en el rendimiento de los animales⁴² ni en las características organolépticas de la carne⁴³.

En el caso de las gallinas ponedoras no se han descrito efectos negativos sobre la producción de huevos y calidad de cáscara^{44,45}. En gallinas hay una oferta más variada que incluye harinas de insectos, larvas deshidratadas y vivas.

Tabla 1. Empresas de diferentes países que elaboran productos alimenticios para humanos y animales en base a insectos.

Nombre y país Alimentación humana	Sitio web	Insectos	Especie destino
Insectes Comestibles™ (Francia)	https://www.insectescomestibles.fr	Varios	Humanos
The Cricket Bakery (Australia)	https://thecricketbakery.com	Grillos	Humanos
ZIRP Insects (Austria)	https://www.zirpinsects.com	Varios	Humanos
Beneto Foods (Alemania)	https://www.benetofoods.com	Grillos	Humanos
Ento (Malaysia)	https://www.ento.my/	Varios	Humanos
Gran Mitla (México)	https://granmitla.us	Gusano de maguey	Humanos
Zofo (Mexico)	http://www.zofo.mx/	Gusano rey	Humanos
Goffard Sistersville (Bélgica)	http://www.goffardsisters.com/	Tenebrios	Humanos
1900 especies (Colombia)	https://1900especies.co	Varios	Humanos
Sensbar (República Checa)	https://www.sensbar.com/en/	Grillo	Humanos
Enormfood (Dinamarca)	http://www.enormfood.com/	MSN*	Humanos
Entis (Finlandia)	https://www.entis.fi/	Grillo	Humanos
Small chomp (Italia)	http://www.insetticomestibili.it/	Variados	Humanos
Bugmo (Japón)	https://bugmo.jp/	Grillo	Humanos
Primal Future (Nueva Zelanda)	https://primalfuture.co.nz/	Grillo	Humanos
Gourmet Grub (Sudáfrica)	https://gourmetgrubb.com	MSN	Humanos
Entoma Foods (España)	https://entomafoods.com/es	Grillo	Humanos
Alimentación animal			
F4F (Chile)	https://f4f.cl	MSN	Peces
Nasekomo (Bulgaria)	https://nasekomo.life	Varios	Perros, gatos y peces
Bugimine (Estonia)	https://bugimine.com	Tenebrio	Reptiles, aves, peces
Wilderharrier (Canadá)	https://en.wilderharrier.com/	MSN	Perros
Tomojo (Francia)	https://tomojo.co/pages	MSN	Perros y gatos
Conscientious Cat (USA)	https://www.conscientious.cat/	Grillos	Gatos
Tenetrio (Alemania)	https://www.tenetrio.de/insekten/	Tenebrios	Perros
Goterra (Australia)	https://www.goterra.com.au/	MSN	Aves, peces, perros y gatos
Nasekomo (Bulgaria)	https://nasekomo.life/	MSN	Peces, perros, gatos, aves y reptiles
Ynsect (Francia)	http://www.ynsect.com	Tenebrios	Peces, perros, gatos, roedores, aves y reptiles
Prento Farms (Puerto Rico)	https://prentofarms.com	MSN	Aves

*MSN: Mosca soldado negra. Fuente: <https://www.bugburger.se>



Figura 1: Productos en base a insectos que son comercializados actualmente destinados a la alimentación humana (A) o animal (B).

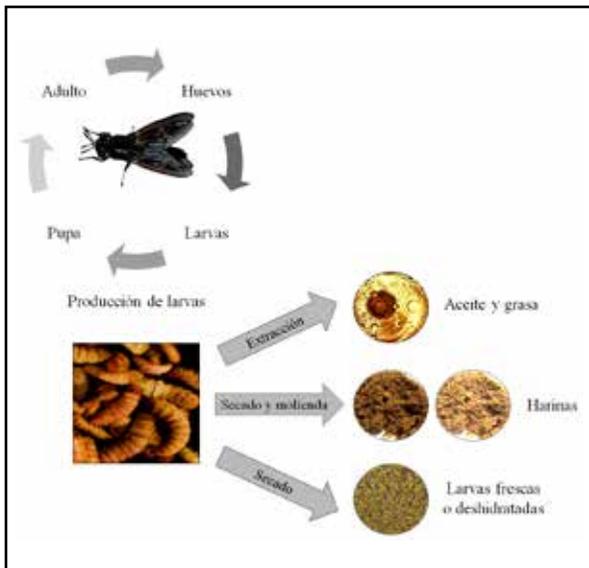


Figura 2: Esquema que resume el proceso de producción de insectos y la generación de productos finales, que puede ser aplicado a distintos tipos de insectos.

Existen pocas publicaciones a la fecha que hayan utilizado harina de insectos en la alimentación de cerdos. Se describió que la harina de larva de mosca soldado negro es un ingrediente adecuado para la etapa de crecimiento de lechones, debido a su alto contenido de aminoácidos, lípidos y calcio⁴⁶ y no tuvo ningún efecto negativo en la calidad de la carne⁴⁷. Es importante destacar que algunos autores han descrito que no es posible realizar una sustitución completa de las fuentes proteicas en animales monogástricos, debido a la alta concentración de quitina de los insectos, la cual no es energéticamente aprovechada^{48,49}. La investigación sobre alimentación a base de insectos para rumiantes es menos frecuente y la literatura publicada se basa en experimentos *in vitro*⁴. También se ha utilizado la harina de insectos para alimentar animales salvajes, como cocodrilos⁵⁰ y mascotas exóticas como erizo de tierra, tortugas de agua, y otros. En mascotas se ha usado la proteína de insectos para dietas hipoalérgicas de perros, como es el caso de la empresa canadiense Wilderharrier®. También las harinas de insectos se han incluido en formulaciones de alimento concentrado para perros y gatos como se muestra en la figura 1.

Ventajas y desventajas del uso de harina de insectos en alimentación

En la tabla 2 se presenta un cuadro comparativo de las ventajas y desventajas del uso de insectos para alimentación animal y humana. Una de las principales ventajas de la producción de insectos como alimentos es su amplio y diverso número de especies, ya que están presentes en todo el mundo, se reproducen rápidamente y poseen tasas elevadas de crecimiento y conversión de alimentos en proteína y lípidos.

Otra ventaja importante es el reducido impacto ambiental durante su ciclo de vida. Al hacer la comparación con otros sistemas productivos, los insectos presentan una menor huella del agua y carbono, necesitan un menor espacio para su producción, reduciendo el uso de la tierra, emiten menores cantidades de amoníaco y gases con efecto invernadero, su alimentación es de bajo costo, ya que pueden alimentarse de diversos residuos, como los orgánicos y heces, u otros como subproductos de la industria alimentaria, por esto son un excelente ejemplo de un sistema de economía circular, ya que se alimentan de residuos y generan alimentos. Además su producción requiere poco uso energético y no son una amenaza para la diversidad del ecosistema^{1,3,12}.

El uso de insectos como ingrediente en la composición de raciones y dietas para animales es técnicamente viable, y en diversas partes del mundo ya hay empresas consolidadas que están produciendo altas cantidades de harina de insecto³⁸. Por ejemplo, ya en Chile hay una empresa denominada F4F (Tabla 1), que produce y comercializa harina y otros productos en base a larvas de mosca soldado negra. La harina y el aceite de las larvas se utilizan principalmente para la alimentación de salmónidos.

La cría de insectos como mini-ganadería ofrece grandes oportunidades para aumentar la oferta de alimentos para animales, sin poner en peligro las poblaciones de insectos silvestres. Los insectos que poseen el máximo potencial inmediato para la producción de alimentos a gran escala son las larvas de mosca soldado negro, y actualmente se están investigando otras especies de insectos con este fin, como grillos y gusanos de la harina. Actualmente la cría de insectos se realiza en granjas y se destina a mercados específicos, ésta es técnicamente viable, pero resulta más costosa que la producción de fuentes tradicionales de proteínas para alimentación animal, como la harina de soya. Sin embargo, en la medida que la producción se tecnifique y se realice en mayor escala, estos costos pueden disminuir.

Los insectos y los productos alimenticios a base de insectos han entrado en el mercado europeo, llevando consigo problemas de seguridad y la necesidad de establecer un nuevo marco legal³. El consumo de insectos criados en masa puede presentar riesgos químicos y microbiológicos, y también representan un peligro para una subpoblación de personas alérgicas, ya que se ha descrito que el contacto estrecho o el consumo de insectos pueden generar reacciones de hipersensibilidad^{3,52}. Todos los productos a base de insectos se consideran en la categoría de "Novel Foods" y se rigen por la normativa de la UE 2015/2283, según la cual se necesita una solicitud específica a la Comisión Europea, seguida de una evaluación científica de la "European Food Safety Authority" (EFSA), antes de que el producto se comercialice. El reciente Reglamento de la UE 2017/893⁵¹, del 1 de julio de 2017, permitió incluir una lista de siete especies de insectos en la formulación de alimentos para la acuicultura. Anteriormente, no se permitía la adición de ningún insecto a ningún alimento para animales de granja, debido al riesgo de enfermedades derivadas de priones.

Tabla 2. Ventajas y desventajas del uso de insectos en alimentación humana y animal^{3,53}.

Ventajas	Desventajas
Los insectos son alternativas saludables y nutritivas a los alimentos cárnicos básicos. Muchos insectos son ricos en proteínas y grasas buenas y altos en calcio, hierro y zinc.	La legislación es escasa para los productos en base a insectos, en muchos países no aparecen en los Reglamentos de Alimentos.
Producen menos gases de efecto invernadero que el ganado (según la FAO, los cerdos producen entre 10 y 100 veces más gases por kilogramo de peso que las moscas soldado negras).	Una gran parte de la población rechaza el consumo de insectos.
Las emisiones de amoníaco asociadas a la cría de insectos también son mucho menores que las del ganado convencional, como los cerdos.	Patógenos tales como <i>Salmonella</i> , <i>Campylobacter</i> o <i>E.coli</i> pueden contaminar alimentos con insectos no procesados.
Tienen una alta eficiencia de producción (según la FAO, los insectos pueden convertir 2 kg de alimento en 1 kg de masa de insecto, mientras que los bovinos requieren 8 kg de alimento para producir 1 kg de aumento de peso corporal).	Las personas alérgicas a los crustáceos pueden ser susceptibles de ser alérgicas a los insectos, por lo que debería etiquetarse en el envoltorio que los insectos pueden causar alergias.
Los grillos necesitan 12 veces menos alimento que el ganado, 4 veces menos que las ovejas, y la mitad de alimento que los cerdos y los pollos de engorde para producir la misma cantidad de proteínas.	Es posible que algunos contaminantes estén presentes en los insectos. Sin embargo, se desconocen cuáles son y en qué cantidades, por lo que se requiere mayor investigación.
Los insectos pueden alimentarse de residuos biológicos y agropecuarios para transformarlos en nutrientes de alta calidad. Utilizan menos agua y tierra que el ganado tradicional.	
La cría de insectos no es necesariamente una actividad terrestre. Los principales requisitos son alimento y agua.	
La cosecha y la cría de insectos requieren de inversiones de baja tecnología y capital. Los insectos pueden procesarse como alimento para humanos y animales con relativa facilidad.	
Tienen un riesgo reducido de transmisión de enfermedades zoonóticas, en comparación a los alimentos de origen animal.	
Y ofrece oportunidades de subsistencia tanto para la población urbana como para la rural.	

Con el fin de garantizar calidad y seguridad en los productos alimenticios basados en grillos destinados a humanos, es que muchas empresas han implementado sistemas de calidad ISO 22.000 junto con un programa HACCP, este tiene en cuenta todas las etapas de producción, desde la cría de los insectos hasta el producto terminado. Los insectos se controlan regularmente para detectar la presencia de micotoxinas (como las vomitoxinas, aflatoxinas y ocratoxinas) y contaminantes como metales pesados (plomo y cadmio) y pesticidas. La aceptabilidad de los lotes referido a los criterios microbiológicos se basa en el Reglamento N° 2073/2005, actualizado por el Reglamento (CE) N° 1441/2007. El principal efecto toxicológico identificado en los grillos es el alérgeno, de hecho la empresa Micronutris® recomienda una etiqueta como la siguiente: «Contiene alérgenos similares a los crustáceos». En Chile, no existen normativas que regulen el uso de insectos en alimentos para humanos. En el caso de los alimentos para animales, los insectos están considerados como ingredientes alimentarios según la resolución 6612 exenta elaborada por el Servicio Agrícola y Ganadero del Ministerio de Agricultura de Chile, la cual establece la nómina de ingredientes autorizados para la producción de alimentos o suplementos para animales (<https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1124685>). En la resolución se describe a los insectos como “invertebrados terrestres enteros o harinas que no tengan efectos nocivos en la sanidad animal ni en la inocuidad” y están incluidos en el apartado de animales de abasto, sus productos y subproductos. En esta normativa se les exige como análisis de garantía el contenido de proteína total, extracto etéreo y cenizas.

CONCLUSIONES

El consumo de insectos es una práctica común en el mundo, que se ha expandido enormemente en la última década, debido al aumento de las industrias que producen y comercializan distintos tipos de alimentos en base a insectos con altos estándares de calidad para humanos y animales. Además, se ha modificado la legislación, permitiéndoles a las personas de varios países europeos consumirlos. Si bien en Chile no hay normativas que regulen la producción de alimentos en base a insectos para humanos, éstos se pueden adquirir vía *online* desde sitios que los comercializan. Para el caso de alimentos para animales, la legislación chilena permite su uso como ingredientes alimentarios.

Las ventajas del consumo de insectos radican en sus bondades nutricionales, como poseer un alto aporte proteico con aminoácidos de buena calidad y ser alimentos sustentables, principalmente. En relación a su uso para alimentación animal, la harina de larva de mosca soldado negra se adiciona actualmente en dietas para peces, animales productivos y mascotas, como remplazo de la harina de soya o pescado. Por lo tanto, los distintos tipos de insectos son una buena alternativa para alimentar humanos y animales. Sin embargo, se requieren más estudios y tecnificación de su producción para que se conviertan en ingredientes de

costo similar a los concentrados proteicos de uso común y se masifiquen.

Agradecimientos. Proyecto Enlace-VID código ENL04/19 de la Universidad de Chile.

BIBLIOGRAFÍA

1. Jansson A, Berggren Å. *Insects as food-something for the future? Swedish University of Agricultural Sciences., Uppsala, Stockholm, 2015.*
2. Shockley M, Dossey A. *Mass production of beneficial organisms. Insects for human consumption. Academic Press., London, England, 2014.*
3. Van Huis A, Van Itterbeeck J, Klunder H, Mertens E, Halloran A, Muir G, Vantomme P. *Edible insects: future prospects for food and feed security. Food and Agriculture Organization of the United Nations., Rome, Italy, 2013.*
4. DiGiacomo K, Leury B. *Review: Insect meal: a future source of protein feed for pigs? Animal. 2019; 13: 3022-3030.*
5. Verbeke W, Spranghers T, De Clercq P, De Smet S, Sas B, Eeckhout M. *Insects in animal feed: acceptance and its determinants among farmers, agriculture sector stakeholders and citizens. Anim Feed Sci Technol. 2015; 204: 72-87.*
6. ONU. 2019. *World: total population.* <https://population.un.org/wpp/Graphs/Probabilistic/POP/TOT/900>
7. Akpoti K, Kabo-Bah A, Zwart J. *Agricultural land suitability analysis: State-of-the-art and outlooks for integration of climate change analysis. Agric Syst 2019; 173: 172-208.*
8. Sadowski A, Baer N. *Food and environmental function in world agriculture: Interdependence or competition? Land use Policy 2018; 71: 578-583.*
9. Fanzo J, Davis C, McLaren R, Choufani J. *The effect of climate change across food systems: implications for nutrition outcomes. Glob Food Sec 2018; 18: 12-19.*
10. Bhadouria R, Singh R, Singh V, Borthakur A, Ahamad A, Kumar G, Singh P. *Chapter 1 - Agriculture in the era of climate change: consequences and effects. Climate change and agricultural ecosystems. Woodhead Publishing, Cambridge, 2019.*
11. Makkar H, Tran G, Heuzé V, Ankers P. *State-of-the-art on use of insects as animal feed. Anim Feed Sci Technol 2014; 197: 1-33.*
12. Sánchez M, Barroso F, Manzano-Agugliaro F. *Insect meal as renewable source of food for animal feeding: A review. J Clean Prod 2014; 65: 16-27.*
13. Chen X, Feng Y, Chen Z. *Common edible insects and their utilization in China. Entomol Res 2009; 39: 299-303.*
14. Ramos E, Pino J, González O. *Digestibilidad in vitro de algunos insectos comestibles de México. Folia Entomol Mex 1981; 49: 141-152.*
15. WHO/FAO/UNU Expert consultation. *Protein and amino acid requirements in human nutrition. World Health Organization., Geneva, Switzerland, 2007.*
16. Rumpold B, Schlüter O. *Nutritional composition and safety aspects of edible insects. Mol Nutr Food Res 2013; 57(5): 802-823.*
17. Batal A, Dale N. *Ingredient Analysis Table: 2011 edition.* http://bardiamond.com/Library/Feeds/Articles/Ingredient%20Analysis%20Table%202011%20Edition_Feedstuffs.pdf
18. Ritter K. *Cholesterol and insects. Food Insects Newsl 1990; 3: 1-8.*
19. Ramos E, Pino M, Correa S. *Edible insects of the state of Mexico and determination of their nutritive values. An Inst*

- Biol Univ Nac Auton Mex Ser Zool* 1998; 69: 65-104.
20. Belluco S, Losasso C, Maggioletti M, Alonzi C, Paoletti M, Ricci A. Edible insects in a food safety and nutritional perspective: a critical review. *Compr Rev Food Sci Food Saf* 2013; 12: 296-313.
 21. Durst P, Johnson D, Leslie R, Shono K. Forest insects as food: humans bite back. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Bangkok, Thailand, 2010.
 22. Christensen D, Orech F, Mungai M, Larsen T, Friis H, Aagaard H. Entomophagy among the Luo of Kenya: a potential mineral source? *Int J Food Sci Nutr* 2006; 57: 198-203.
 23. Bukkens SG. Insects in the human diet: nutritional aspects. Ecological implications of minilivestock; role of rodents, frogs, snails, and insects for sustainable development. Science Publishers Enfield, New Hampshire, USA, 2005.
 24. Mark D. Complete nutrient content of four species of commercially available feeder insects fed enhanced diets during growth. *Zoo Biol* 2015; 34: 554-564.
 25. Caparros M, Sablon L, Geuens M, Brostaux Y, Alabi T, Blecker C, et al. Edible insects acceptance by Belgian consumers: promising attitude for entomophagy development. *J Sens Stud* 2014; 29: 14-20.
 26. Jongema Y. List of edible insects of the world. https://www.wur.nl/upload_mm/8/a/6/0fdcf700-3929-4a74-8b69-f02fd35a1696_Worldwide%20list%20of%20edible%20insects%202017.pdf
 27. European Commission. 2018. Summary of the dossier: Dried crickets (*Gryllobates sigillatus*) https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/novel-food_sum_ongoing-app_2018-0260.pdf
 28. Melgar L, Hernandez A, Salinas C. Edible insects processing: traditional and innovative technologies. *Compr Rev Food Sci Food Saf* 2019; 18: 1166-1191.
 29. Van Thielen L, Vermuyten S, Storms B, Rumpold B, Van Campenhout L. Consumer acceptance of foods containing edible insects in Belgium two years after their introduction to the market. *J Ins Food Feed* 2019; 5: 35-44.
 30. Aguilar M, López M, Escamilla S, Barba de la Rosa A. Characteristics of maize flour tortilla supplemented with ground *Tenebrio molitor* larvae. *J Agric Food Chem* 2002; 50: 192-195.
 31. Kim S, Weaver C, Choi M. Proximate composition and mineral content of five edible insects consumed in Korea. *CyTA J Food* 2017; 15: 143-146.
 32. Park Y, Choi Y, Hwang K, Kim T, Lee C, Shin D, et al. Physicochemical properties of meat batter added with edible silkworm Pupae (*Bombyx mori*) and transglutaminase. *Korean J Food Sci Anim Res* 2017; 37: 351-359.
 33. Vangsoe M, Thøgersen R, Bertram H, Heckmann L, Hansen M. Ingestion of insect protein isolate enhances blood amino acid concentrations similar to soy protein in a human trial. *Nutrients* 2018; 10(10): 1357.
 34. Vangsoe M, Joergensen M, Heckmann L, Hansen M. Effects of insect protein supplementation during resistance training on changes in muscle mass and strength in young men. *Nutrients* 2018; 10(3): 335.
 35. Liu M, Wang Y, Liu Y, Ruan R. Bioactive peptides derived from traditional Chinese medicine and traditional Chinese food: a review. *Food Res Int* 2016; 89: 63-73.
 36. Menozzi D, Sogari G, Veneziani M, Simoni E, Mora C. Eating novel foods: An application of the theory of planned behavior to predict the consumption of an insect-based product. *Food Qual Prefer* 2017; 59: 27-34.
 37. Xiao H, Bai J, Sun D, Gao Z. The application of superheated steam impingement blanching (SSIB) in agricultural products processing: A review. *J Food Eng* 2014; 132: 39-47.
 38. Purschke B, Brüggem H, Scheibelberger R, Jäger H. Effect of pre-treatment and drying method on physico-chemical properties and dry fractionation behaviour of mealworm larvae (*Tenebrio molitor* L.). *Eur Food Res Technol* 2018; 244: 269-280.
 39. Kröncke N, Böschen V, Woyzichowski J, Demtröder S, Benning R. Comparison of suitable drying processes for mealworms (*Tenebrio molitor*). *Innov Food Sci Emerg Technol* 2018; 50: 20-25.
 40. Toriz R, Ruiz V, García U, Hernández L, Fonseca M, Rodríguez G. Assessment of dietary supplementation levels of black soldier fly, *Hermetia illucens*, pre-pupae meal for juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Southwestern Entomol* 2019; 44: 251-259.
 41. Stadlander T, Stamer A, Buser A, Wohlfahrt J, Leiber F, Sandrock C. *Hermetia illucens* meal as fish meal replacement for rainbow trout on farm. *J Ins Food Feed* 2017; 3: 165-175.
 42. Wang D, Zhai S, Zhang C, Zhang Q, Chen H. Nutrition value of the Chinese grasshopper *Acrida cinerea* (Thunberg) for broilers. *Anim Feed Sci Technol* 2007; 135: 66-74.
 43. Finke M, Sunde M, DeFoliart G. An evaluation of the protein quality of mormon cricket (*Anabrus simplex* H.) when used as a high protein feedstuff for poultry. *Poult Sci* 1985; 64: 708-712.
 44. Veldkamp T, Bosch G. Insects: a protein-rich feed ingredient in pig and poultry diets. *Anim Front* 2015; 5: 45-50.
 45. Agunbiade J, Adeyemi O, Ashiru O, Awojobi H, Taiwo A, Oke D, et al. Replacement of fish meal with maggot meal in cassava-based layers' diets. *J Poult Sci* 2007; 44: 278-282.
 46. Neumann C, Velten S, Liebert F. N balance studies emphasize the superior protein quality of pig diets at high inclusion level of algae meal (*Spirulina platensis*) or insect meal (*Hermetia illucens*) when adequate amino acid supplementation is ensured. *Animals* 2018; 8: 1-14.
 47. Altmann B, Neumann C, Rothstein S, Liebert F, Mörlein D. Do dietary soy alternatives lead to pork quality improvements or drawbacks? A look into micro-alga and insect protein in swine diets. *Meat Sci* 2019; 153: 26-34.
 48. Ijaiya A, Eko E. Effect of replacing dietary fish meal with silkworm (*Anaphe infraction*) caterpillar meal on performance, carcass characteristics and haematological parameters of finishing broiler chicken. *Pak J Nutri* 2009; 8: 850-855.
 49. Melo-Ruiz V, Cremieux J, Rodriguez J. A weight gain, size and survival of *Crocodylus moreletii* (*Crocodylia: Crocodylidae*) fed with extracts of three types of insects. *Rev Salud Anim* 2018; 40: 1-5.
 50. Commission Implement Regulation. 2017. Establishing the Union list of novel foods in accordance with Regulation (EU) 2015/2283 of the European Parliament and of the Council on novel foods. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A32017R2470>
 51. Garino C, Zagon J, Braeuning A. Insects in food and feed-allergenicity risk assessment and analytical detection. *EFSA J*. 2019; 17: e170907.