

Universidad Rey Juan Carlos

Escuela Superior de Ciencias Experimentales y Tecnología



Grado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos

Curso Académico 2023/2024

**APLICACIONES DE *ACHETA DOMESTICUS*
(GRILLO DOMÉSTICO) EN LA INDUSTRIA
ALIMENTARIA**

Autora: Andrea Parra Rebate

Directora: Natalia Casado Navas

AGRADECIMIENTOS

“A mi tutora, Natalia, por ser el comienzo y el final de este trabajo, por todo el interés y el tiempo dedicado.

A mi familia, por el apoyo incondicional y necesario.

A Marta, por ser mi compañera de carrera y de vida.

Y a ti, que eres mi mitad y mi motivación diaria.

Gracias.”

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	1
1. INTRODUCCION	1
1.1. ANTECEDENTES	1
1.2. ENTOMOFAGIA: EL CONSUMO DE INSECTOS	2
<i>1.2.1. Consumo de insectos en España</i>	5
<i>1.2.2. Ventajas del consumo de insectos</i>	6
<i>1.2.3. Normativa aplicable al consumo de insectos a nivel europeo</i>	6
1.3. <i>ACHETA DOMESTICUS</i> (GRILLO DOMÉSTICO).....	8
2. OBJETIVOS	11
3. MATERIALES Y MÉTODOS:	12
3.1. FUENTES DE INFORMACIÓN	12
3.2. ENCUESTA PARA CONOCER LA PERCEPCIÓN SOCIAL FRENTE AL CONSUMO DE INSECTOS.....	12
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	14
4.1. SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR DEDICADO A LA PRODUCCIÓN DE INSECTOS CON FINES ALIMENTARIOS.	14
<i>4.1.1. Percepción social de la población española hacia el consumo de insectos</i>	16
<i>4.1.2. Interés científico sobre Acheta domesticus</i>	21
4.1 CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DE <i>ACHETA DOMESTICUS</i>	22
4.3. RIESGOS DE SEGURIDAD ALIMENTARIA ASOCIADOS AL CONSUMO DE <i>ACHETA DOMESTICUS</i>	25
<i>4.3.1. Toxicología</i>	25
<i>4.3.2. Alergenicidad</i>	27
4.4. <i>ACHETA DOMESTICUS</i> EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA	28
<i>4.4.1. Técnicas de procesado de Acheta domesticus</i>	28
<i>4.4.2. Aplicaciones de Acheta domesticus en la industria alimentaria</i>	29

<i>4.4.3. Características nutricionales de algunos productos actualmente comercializados a base de Acheta domesticus</i>	31
5. CONCLUSIONES	37
6. BIBLIOGRAFÍA	39

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1. Registro de especies de insectos consumidas por país (Fuente: Centro de Geo-información, Ron van Lammeren, Universidad Wageningen, basado en datos recopilados por Jongema (2017)).....	2
Figura 2. Grillo Acheta domesticus (Fuente: Pérez-Horcajo, 2018).....	8
Figura 3. Ciclo de vida de Acheta domesticus (Fuente: Elaboración propia).....	9
Figura 4. Expositor de venta de insectos de la cadena de supermercados Carrefour (Fuente: Nota de prensa Carrefour, 2018).....	16
Figura 5. Resultados obtenidos en la pregunta 2 de la encuesta realizada sobre “Insectos y Alimentación” (Fuente: elaboración propia).....	16
Figura 9. Resultados obtenidos en la pregunta 7 de la encuesta realizada sobre “Insectos y Alimentación” (Fuente: elaboración propia).....	19
Figura 10. Resultados obtenidos en la pregunta 8 de la encuesta realizada sobre “Insectos y Alimentación” (Fuente: elaboración propia).....	20
Figura 11. Resultados obtenidos en la pregunta 9 de la encuesta realizada sobre “Insectos y Alimentación” (Fuente: elaboración propia).....	20
Figura 12. Evolución en el número de publicaciones desde 2013 a 2023 que resultaron de la búsqueda de las palabras foods AND made AND by AND acheta AND domesticus en la base de datos Scopus (Fuente: elaboración propia).....	21
Figura 13. Documentos publicados por país o territorio sobre la aplicación alimentaria de Acheta domesticus desde 2013 hasta 2023 que resultaron de la búsqueda de las palabras foods AND made AND by AND acheta AND domesticus en la base de datos Scopus (Fuente: elaboración propia).....	22
Figura 14. Información nutricional de las barritas elaboradas con harina tradicional de maíz comercializadas por la empresa Mercadona (Fuente: elaboración propia a partir del etiquetado del producto de la imagen).....	35
Figura 15. Información nutricional de las patatas fritas Lay’s al punto de sal consumidas frecuentemente como snack (Fuente: elaboración propia a partir del etiquetado del producto de la imagen).....	36
Figura 16. Información nutricional de colines tipo grissini consumidos frecuentemente como snack (Fuente: elaboración propia a partir del etiquetado del producto de la imagen).....	36

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ventajas y desventajas de la incorporación de insectos en la alimentación humana y animal (Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Avedaño y col., 2020). 7

Tabla 2. Tabla resumen de los Reglamentos de ejecución de la Comisión sobre autorizaciones de comercialización de nuevos alimentos bajo el Reglamento (UE) 2015/2283 posteriores a la publicación de la lista de la unión (Reglamento (UE) 2017/2470) (Fuente: elaboración propia). 10

Tabla 3. Empresas más importantes que comercializan productos con insectos para alimentación (Fuente: elaboración propia)..... 15

Tabla 4. Composición nutricional del grillo *Acheta domesticus* (Fuente: Udomsil y col., 2019). 24

Tabla 5. Composición de minerales *Acheta domesticus* (Fuente: Montowska y col., 2019). 24

Tabla 6. *Alimentos elaborados a base de Acheta domesticus por parte de las empresas Insectfit y Insectum (Fuente: elaboración propia a partir de los datos de las páginas web de las empresas).* 32

RESUMEN

La preocupación por el cambio climático y el creciente aumento de la población mundial hacen que sea necesario buscar alternativas para satisfacer las necesidades alimenticias de todos los habitantes del planeta de una forma sostenible. La entomofagia o el consumo de insectos se postula como una posible solución para ello, ya que permite introducir en la dieta nuevas fuentes alimentarias ricas en proteínas y respetuosas con el medio ambiente. Actualmente, existen alrededor de 2.000 especies de insectos comestibles en todo el mundo, siendo el grillo común (*Acheta domesticus*) uno de los más versátiles. Sin embargo, hay un gran rechazo hacia su consumo en los países europeos como España por cuestiones culturales, además de un gran desconocimiento sobre sus beneficios nutricionales y medioambientales. En base a ello, el objetivo general de este Trabajo Fin de Grado consiste en llevar a cabo una revisión sobre el consumo y la aplicación de *Acheta domesticus* en el ámbito alimentario. Dentro de sus características nutricionales se puede destacar su elevado contenido en proteínas de alta calidad, así como su contenido en fibra, minerales, vitaminas y ácidos grasos esenciales, lo que lo convierte en una materia prima con gran potencial nutricional. Este insecto se puede consumir de forma natural, de hecho, se comercializan ciertos productos que consisten en grillo entero tostado o con algunos condimentos de recubrimiento como tomate o chocolate. No obstante, por lo general, existe un gran rechazo entre la población española hacia su consumo directo, mientras que hay una mayor aceptación y disposición consumirlo si no se percibe visualmente en el producto. En este sentido, gracias a su composición nutricional, es un insecto muy versátil que puede ser incorporado como ingrediente en la elaboración de una gran diversidad de productos, tales como pastas, productos horneados, barritas, snacks, etc. Además, su incorporación en este tipo de productos permite mejorar el valor nutricional en comparación con otros productos análogos sin insectos en su composición, ya que contribuye a aumentar la proporción de proteínas con aminoácidos esenciales y fibra alimentaria, en detrimento de grasas saturadas y azúcares sencillos. No obstante, actualmente no hay muchas empresas españolas que se dediquen a la cría de grillos y a la elaboración de productos a base de ellos. Además, aún se requiere bastante investigación sobre el consumo y la aplicación alimentaria de estos insectos, pues hasta la fecha existen pocos estudios sobre la influencia que tiene en el sabor y en la textura la incorporación de insectos en la formulación de productos alimenticios, así como estudios que evalúen problemas de alergenicidad o toxicidad derivados de su consumo. Por lo que se trata de un tema en pleno auge en el que aún hay mucho camino por recorrer.

1. INTRODUCCION

1.1. ANTECEDENTES

Hace diez años, en el año 2013, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) publicó que en años futuros habrá que hacer frente a un gran problema de sobrepoblación, pues los recursos de los que disponemos hoy en día no serán suficientes para satisfacer las necesidades de la creciente población mundial (Van Huis y col., 2013). Está previsto un crecimiento de la población en torno a 2.300 millones de personas hasta el año 2050 y, a su vez, un crecimiento económico del 2,9% anual. Esto conlleva que la demanda de alimentos sea cada vez mayor, por lo que se prevé que puedan aparecer ciertas dificultades en el futuro a la hora de obtener fuentes de alimentos, en concreto de proteínas (FAO, 2009) (Willett y col., 2019). De hecho, la producción agrícola ya presenta dificultades debido a la escasez de recursos naturales como la tierra y el agua. Además, dicha práctica, junto con la ganadería, son causantes de un gran número de emisiones de gases de efecto invernadero que suponen un grave problema actual desde el punto de vista medioambiental.

En este contexto, la creciente demanda de piensos por parte de las explotaciones ganaderas, el elevado coste de las harinas de pescado o soja, las cuales son la base de las fórmulas de alimentos para animales, y el aumento de la producción acuícola, están llevando a la industria alimentaria a la búsqueda de nuevas fuentes alimentarias alternativas que sean sostenibles y ricas en proteínas (Avendaño y col., 2020).

Una de estas alternativas es la entomofagia, que hace referencia a la práctica de introducir insectos en la dieta. Los insectos han sido desde hace miles de años parte fundamental en la dieta humana. En la prehistoria, el consumo de insectos era un hábito diario necesario para satisfacer las necesidades alimenticias. La práctica de la entomofagia se remonta al Antiguo Testamento, donde se menciona que se consumían escarabajos y abejas, entre otros. (Viesca González y col., 2009)

En la actualidad, la entomofagia es una práctica muy extendida en regiones como China o México, tal y como se observa en la Figura 1. Esto se atribuye a la localización geográfica de estos países, ya que son regiones de clima tropical donde existen insectos durante todo el año. Sin embargo, en Europa y, principalmente en España, esta práctica es relativamente reciente y por ello se considera como algo nuevo.

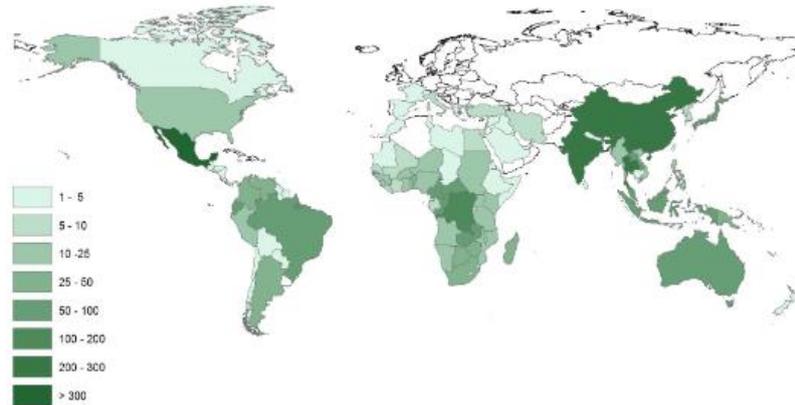


Figura 1. Registro de especies de insectos consumidas por país (Fuente: Centro de Geo-información, Ron van Lammeren, Universidad Wageningen, basado en datos recopilados por Jongema (2017)).

No obstante, en los últimos años se ha producido un aumento en el interés de incorporar estos artrópodos en la dieta humana de los países europeos, pues suponen un gran aporte de proteínas, por lo que podrían plantearse como una alternativa sostenible a la proteína animal (Blanco y col., 2020). Además, el consumo de insectos no solo contribuye de manera positiva a nivel nutricional, sino también a nivel medioambiental. Por estos motivos, el sector de la cría de insectos se encuentra actualmente en auge, y por ello la forma de crianza es objeto de estudio por parte de muchos países para conseguir una cría en masa que no genere problemas medioambientales (Blanco y col., 2020).

En España existen actualmente algunas empresas que crían insectos como práctica habitual para luego comercializarlos en forma de harinas o piensos, como es el caso de Iberinsect o Tebrio, situadas en Tarragona y Salamanca, respectivamente. Dada la percepción de un aumento notable en la población mundial, se estima que este reducido número de empresas crezca de forma importante en los próximos años para satisfacer las necesidades proteicas de la creciente población (Arce, 2023).

1.2. ENTOMOFAGIA: EL CONSUMO DE INSECTOS

Como se ha indicado previamente, la entomofagia hace referencia a la ingesta de insectos por los seres humanos como alimento. Según la FAO, se consumen más de 1900 especies de insectos comestibles en todo el mundo y son parte rica en nutrientes de muchas dietas nacionales (FAO, 2022). 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% (FAO, 2022).

Los insectos forman parte del filo de los artrópodos de respiración traqueal. Pertenecen además al grupo más amplio y diverso del planeta, y sufren metamorfosis cuando pasan a edad adulta. Estos animales invertebrados son una importante fuente de vitaminas B1, B2 y B3, aminoácidos esenciales y minerales, concretamente hierro y zinc. No obstante, el componente nutricional principal de los insectos son las proteínas, pues tienen un alto y variable contenido de ellas. La digestibilidad de las proteínas de los insectos se encuentra entre el 78-98%. Los insectos tienen aminoácidos de buena calidad y son ricos en aminoácidos esenciales. Los principales aminoácidos que contienen los insectos pertenecientes a los órdenes Lepidóptera, Ortóptera, Coleóptera y Diptera son los ácidos glutámico y aspártico, la fenilalanina y la alanina. Para el orden Hemiptera, los principales aminoácidos son: prolina, leucina, tirosina, alanina, valina y metionina. En el orden Hymenoptera, destacan el ácido glutámico, la leucina y la alanina. También es cierto que un gran número de dichos invertebrados son deficientes en niveles de lisina y triptófano y, además, al tener quitina en la composición de su exoesqueleto, tienen niveles bajos de digestibilidad (Avendaño y col., 2020).

La cantidad promedio de ácidos grasos saturados (AGS) de los insectos comestibles varía de 31 a 42%, siendo los principales el ácido palmítico (C16:0) y el ácido esteárico (C18:0). La fracción de ácidos grasos monoinsaturados (AGM) varía entre 22 a 49%, siendo el principal el ácido oleico (C18:1), que está presente en todos los insectos (Avendaño y col., 2020).

Sin embargo, a pesar de las numerosas ventajas nutricionales anteriormente citadas, la apariencia de los insectos puede resultar desagradable a la vista y generar como consecuencia cierto rechazo por parte de los consumidores no acostumbrados a esta práctica. Por este motivo, en los países donde la entomofagia se considera una práctica nueva, el consumo de insectos será más probable si son procesados de forma no reconocible. Para ello, pueden emplearse métodos que incluyen la extracción de lípidos, el procesamiento térmico comercial como la pasteurización o el procesamiento a baja temperatura como la congelación, además de procesos para eliminar el agua como la deshidratación, entre otros. No obstante, generalmente, la forma de extraer el mayor beneficio nutricional de los insectos es utilizar la molienda para obtener un polvo que no sea reconocible por parte del consumidor (FAO, 2023).

Las harinas de los insectos se consiguen de manera más o menos sencilla aplicando métodos como la deshidratación o calcinando insectos enteros, empleando posteriormente la molienda para obtener una harina fina que pueda ser utilizada como ingrediente en la fabricación de un alimento. Sin embargo, la proteína que presenta el insecto puede alterarse por interacciones con la quitina, por lo que su aplicabilidad en un producto alimentario es actualmente baja (Gómez y col., 2018).

No obstante, dado el potencial de los insectos en cuanto a valor nutricional, numerosas empresas alimentarias han empleado la harina de insectos como ingrediente para el desarrollo de productos. Por ejemplo, la mezcla de harina de trigo y polvo de grillo junto con una levadura se ha empleado para obtener una masa madre en la elaboración de pan. (Osimani y col., 2018) Este pan se comparó a su vez con un pan elaborado únicamente con harina de trigo. Como resultado, se observó que el pan que contenía la harina de grillo tenía una mayor composición de ácidos grasos, mayor contenido en proteínas y de aminoácidos esenciales. No obstante, en las rebanadas de pan elaboradas con el polvo de grillo, se detectó la presencia de bacterias formadoras de esporas, por lo que es necesario profundizar en la seguridad alimentaria de estos productos elaborados a base de insectos a la hora de ser comercializados y consumidos.

En otro estudio, se empleó harina de *Tenebrio Molitor* para la elaboración de galletas saludables ricas en proteínas (Ochieng y col., 2023). Se realizó una comparación entre galletas elaboradas con distintos porcentajes de harina. La incorporación de la harina de insecto dio como resultado una galleta con un perfil nutricional mejorado, ya que produjo un incremento del 15% del contenido proteico y de minerales, como el potasio, el cobre y el zinc. Además de mejorar el perfil nutricional, esta harina ayudó a obtener una galleta más crujiente, menos firme y más oscura. El análisis sensorial de las galletas reveló que la formulación mejor valorada por los panelistas fue aquella con un 6% de harina de insecto en su composición. Además, los resultados indicaron que el 70% de los encuestados comprarían las galletas enriquecidas con el 6% de harina de insecto.

Por otro lado, en el año 2018, una empresa perteneciente a Países Bajos conocida como Fair Insects BV, presentó a la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) una solicitud para poder comercializar el grillo doméstico en las formas congelada, desecada y en polvo y, además, pidió que se pudiera comercializar el insecto entero en forma de aperitivo (Reglamento de ejecución (UE) 2022/188 de la comisión de 10 de febrero de 2022). Tras esta petición, se decidió que la comercialización era segura en base al Reglamento (UE) 2015/2283, excluyendo

la necesidad de realizar estudios de alergenicidad. La empresa mencionada, ha sido en la actualidad adquirida por Protix, una empresa dedicada a utilizar tecnología innovadora en la reproducción de insectos para dar lugar a productos de calidad con una fuente única de proteína en alimentos y piensos (Protix, 2018). Actualmente, la empresa comercializa los siguientes productos:

- ProteinX, se trata de una combinación de aminoácidos obtenidos de la proteína de insectos para obtener un producto en forma de pienso más beneficioso para las mascotas y para el medioambiente.
- LipidX, consiste en un lípido de insecto purificado que se utiliza como fuente de energía rápida por contener altos niveles de ácidos grasos de cadena media que se digieren con facilidad, por lo que está pensado para animales jóvenes que sufren problemas de tracto digestivo.

Ambos productos se obtienen mediante un proceso de extracción patentado que no requiere del uso de disolventes, ya que utiliza una técnica de purificación que cumple con la legislación de la Unión Europea (UE) (BOE, 2011).

1.2.1. Consumo de insectos en España

Según la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN), actualmente existen cuatro especies de insectos autorizadas para ser comercializadas en el mercado español. (AESAN, 2023b). En este grupo se incluyen:

- Las larvas del gusano de la harina, *Tenebrio molitor*, en forma desecada, congelada y en polvo. Autorizadas por el Reglamento de Ejecución (UE) 2021/882 de la Comisión.
- La langosta migratoria conocida como *Locusta migratoria* en forma congelada, desecada y en polvo. Autorizada por el Reglamento de Ejecución (UE) 2021/1975 de la Comisión.
- El grillo doméstico, *Acheta domesticus*, en sus formas congelada, desecada, en polvo y polvo parcialmente desgrasado. Autorizado por el Reglamento de Ejecución (UE) 2022/188 de la Comisión.
- Las larvas de escarabajo del estiércol, *Alphitobius diaperionus* en forma congelada, en pasta, desecada y en polvo. Autorizadas por el Reglamento de Ejecución (UE) 2022/169 de la Comisión.

No obstante, la EFSA ha publicado una lista de distintas especies de insectos que gozan de gran potencial para ser utilizados como alimentos y piensos, en la que se incluyen las siguientes

especies: *Musca domestica*, *Hermetia illucens*, *Tenebrio molitor*, *Zophobas atratus*, *Alphitobius diaperinus*, *Galleria mellonella*, *Achroia grisella*, *Bombyx mori*, *Acheta domesticus*, *Gryllobates sigillatus*, *Locusta migratoria migratorioides* y *Schistocerca americana* (Comité Científico de la EFSA, 2015).

1.2.2. Ventajas del consumo de insectos

Como se ha indicado anteriormente, el consumo de estos animales invertebrados proporciona numerosos beneficios a nivel nutricional, pero también medioambiental.

A nivel nutricional cabe destacar su positivo valor nutricional, ya que aportan energía, grasa, proteínas y fibra. Además, muchos de ellos aportan otros micronutrientes, tales como calcio o hierro. Esto hace que su consumo pueda ser planteado como un aporte de proteína opcional frente a carnes, como la de vacuno, pues esta última presenta mayor contenido en grasas y aminoácidos, mientras que los insectos aportan mayor contenido vitamínico y de minerales (FAO, 2022).

Con relación a los beneficios medioambientales, una de sus ventajas es que la cría de insectos supone la emisión de menor cantidad de gases de efecto invernadero, menor uso de la tierra y un consumo más eficiente de los piensos, ya que, concretamente, los grillos necesitan 12 veces menos pienso que el ganado para producir la misma cantidad de proteína (FAO, 2022).

En la Tabla 1, se presenta una comparación de las ventajas y desventajas que supone el uso de insectos en alimentación, tanto humana como animal.

1.2.3. Normativa aplicable al consumo de insectos a nivel europeo

En Europa y en España el consumo de insectos es algo relativamente reciente. Por este motivo, los insectos y los alimentos elaborados con ellos como ingredientes se consideran legalmente como nuevos alimentos.

En el año 1997 entró en vigor el primer Reglamento sobre nuevos alimentos, en el cual se define a estos productos como aquellos que no hayan sido consumidos en la UE antes del 15 de mayo de 1997 (Reglamento (CE) N° 258/97, de 27 de enero de 1997, sobre nuevos alimentos y nuevos ingredientes alimentarios). Este reglamento, fue derogado y reemplazado por el Reglamento (CE) N° 1852/2001 y, posteriormente, por el Reglamento (UE) 2015/2283, siendo este último el actualmente vigente.

Tabla 1. Ventajas y desventajas de la incorporación de insectos en la alimentación humana y animal (Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Avedaño y col., 2020).

Ventajas	Desventajas
Los grillos necesitan 12 veces menos pienso que el ganado.	Escasa legislación para comercializar productos elaborados a base de insectos.
Los insectos se alimentan de restos biológicos y con ello obtienen nutrientes de alta calidad.	Ciertos patógenos como <i>Salmonella</i> pueden dar lugar a la contaminación con insectos.
Utilizan menos agua y tierra que el ganado.	Alérgenos desconocidos
Menor impacto de efecto invernadero	Falta de investigación.
Alternativa a los productos cárnicos	
Ricos en proteína y grasas beneficiosas, Así como en hierro, calcio y zinc.	
Alta eficacia de producción con la crianza.	

La generación de nuevos alimentos debe contemplar una serie de principios, entre los que destacan la seguridad sobre los consumidores, su correcto etiquetado y que supongan un aporte de beneficios nutricionales con respecto al alimento reemplazado, en caso de que así sea.

Cabe destacar que para llevar a cabo el procedimiento de autorización para comercializar un nuevo alimento en la UE es necesario cumplir con una serie de puntos importantes (AESAN, 2023a):

1. Establecer estatus de nuevo alimento, para confirmar si el producto tiene historial de consumo en alimentación humana antes de la publicación del primer reglamento citado anteriormente (Reglamento (CE) N° 258/97).
2. Demostración de historia de consumo significativo, esto significa que el propio productor debe aportar la información necesaria a las autoridades competentes.
3. Procedimiento de solicitud de nuevo alimento, siendo necesario que la EFSA someta al nuevo producto a una evaluación de seguridad.

El nuevo Reglamento (UE) 2015/2283 hace posible una mejora para beneficiar a las empresas, facilitando la incorporación de alimentos nuevos al mercado de la UE con un alto nivel de seguridad. Dicha mejora es posible debido a que el Reglamento de 2015 introduce categorías más amplias de nuevos alimentos, tales como microorganismos, alimentos que provienen de plantas, nanomateriales, etc. Además, se incluyen autorizaciones genéricas de nuevos alimentos, lo que quiere decir que cualquier operador de una empresa puede comercializar un alimento (BOE, 2015).

En relación con el consumo de insectos, en este Reglamento se establece que las proteínas aisladas de insecto no se pueden comercializar sin presentar una solicitud ante la Comisión. A su vez, para llevar a cabo la comercialización de insectos en la UE, estos deben estar incluidos en el Reglamento (UE) 2017/2470. Sin embargo, los insectos enteros se pueden comercializar en los Estados Miembro de la UE (Comisión Europea, 2017).

El Reglamento de Ejecución (UE) 2017/2470 de la Comisión establece una lista que recopila todos los nuevos alimentos autorizados en la UE hasta la fecha. En esta lista se incluyen sus condiciones de uso, los requisitos de etiquetado y sus especificaciones. Este reglamento ha sufrido numerosas correcciones y actualizaciones, siendo la más reciente el Reglamento de Ejecución (UE) 2022/202 de la Comisión de 14 de febrero de 2022 que corrige el Reglamento de Ejecución (UE) 2017/2470, por el que se establece la lista de la Unión de nuevos alimentos.

1.3. *ACHETA DOMESTICUS* (GRILLO DOMÉSTICO)

Como se ha indicado anteriormente, una de las especies de insectos autorizadas para ser comercializadas en el mercado español es *Acheta domesticus*, comúnmente conocido como grillo doméstico (Figura 2).



Figura 2. Grillo *Acheta domesticus* (Fuente: Pérez-Horcajo, 2018)

Este insecto pertenece a la familia Gryllidae, subfamilia Gryllinae, género *Acheta*. Se encuentra principalmente en las regiones de Asia, Australia, América del Norte y Europa (Perez Horcajo, 2018). Se caracteriza por tener un ciclo de vida de alrededor de tres meses de duración en un rango de temperaturas entre los 26 y 32 °C. Las hembras necesitan tierra húmeda para poner los huevos, o en su defecto también suelen depositarlos en raíces de plantas. Al salir del huevo, el grillo, pasa por siete estados larvarios antes de llegar a ser adulto (Pérez-Horcajo, 2018). La Figura 3 muestra el ciclo de vida de este insecto.

Este insecto se consume en numerosos países dado su elevado contenido en proteína (Van Huis y Oonincx, 2017). De hecho, se trata de uno de los insectos más prometedores a la hora

de ser incorporado como ingrediente en la composición de algunos alimentos debido a su atractivo perfil nutricional. Su consumo es seguro a nivel nutricional, de hecho, el 17 de agosto de 2021 el panel de la EFSA sobre Nutrición, Nuevos alimentos y Alérgenos alimentarios publicó un documento sobre la seguridad de las formulaciones congeladas y secas de grillos enteros de *Acheta domesticus* como nuevo alimento de conformidad con el Reglamento (UE) 2015/2283 (Panel de la EFSA, 2023).



Figura 3. Ciclo de vida de *Acheta domesticus* (Fuente: Elaboración propia)

Además, se trata de un insecto cuya eficiencia de producción es muy elevada, pues se necesitan alrededor de 2 kg de alimento seco para producir 1 kg de alimento comestible, mientras que para producir esta misma masa a partir de carne de cerdo o de aves, se necesitan más del doble de kg de alimento seco (Van Huis, 2013). Esto se traduce en una estupenda alternativa para sustituir a las proteínas animales.

Actualmente, *Acheta domesticus* figura autorizado como nuevo alimento y se encuentra recogido en el Reglamento de Ejecución (UE) 2022/188 de la Comisión de 10 de febrero de 2022 por el que se autoriza la comercialización de las formas congelada, desecada y en polvo de *Acheta domesticus* como nuevo alimento con arreglo al Reglamento (UE) 2015/2283 del Parlamento Europeo y del Consejo y se modifica el Reglamento de Ejecución (UE) 2017/2470 de la Comisión. En la Tabla 2 se especifican las posibles formas de comercializar *Acheta domesticus* en productos destinados al consumo humano a nivel europeo.

En base a lo expuesto, a continuación, este Trabajo Fin de Grado (TFG) se centrará en el consumo y las aplicaciones de *Acheta Domesticus* en la industria alimentaria.

Tabla 2. Tabla resumen de los Reglamentos de ejecución de la Comisión sobre autorizaciones de comercialización de nuevos alimentos bajo el Reglamento (UE) 2015/2283 posteriores a la publicación de la lista de la unión (Reglamento (UE) 2017/2470) (Fuente: elaboración propia).

Nuevo alimento autorizado	Uso autorizado	Contenido máximo (g/100g)		Características específicas etiquetado
Forma congelada, desecada y en polvo de <i>Acheta domesticus</i>	Productos proteicos (excepto sucedáneos de la carne)	Congelado	Polvo	<p>La denominación del nuevo alimento en el etiquetado de los productos alimenticios que lo contengan será <i>Acheta domesticus</i> congelado o desecado/en polvo en función de la forma utilizada.</p> <p>El etiquetado de los productos que contengan las formas congelada, desecada o en polvo de <i>Acheta domesticus</i> deberá llevar una declaración que indique que este ingrediente puede causar reacciones alérgicas a los consumidores con alergias conocidas a los crustáceos y moluscos y a sus productos, o a los ácaros del polvo.</p> <p>Dicha declaración figurará muy cerca de la lista de ingredientes.</p>
	Panes y panecillos	40	20	
	Productos de panadería	30	10	
	Galletas	30	15	
	Productos a base de pastas	30	8	
	Productos elaborados a base de patata, hortalizas y legumbres o bases de pastas o pizza	3	1	
	Aperitivos a base de harina de maíz	15	5	
	Bebidas similares a la cerveza	40	20	
	Frutos secos	1	1	
	Salsas	40	25	
	Preparados de carne	30	10	
	Sucedáneos de carne	40	16	
	Artículos de chocolate	80	50	
Productos a base de leche fermentada congelados	30	10		

2. OBJETIVOS

El objetivo general de este TFG consiste en llevar a cabo una revisión sobre el consumo y la aplicación de *Acheta domesticus* en el ámbito alimentario.

Para este propósito, se han abordado los siguientes objetivos específicos:

- Conocer la situación actual del sector dedicado a la producción de insectos con fines alimentarios.
- Determinar cuál es la percepción social que existe actualmente entre la población española hacia el consumo de insectos.
- Describir las características nutricionales de *Acheta domesticus* en base a su composición.
- Determinar los riesgos de seguridad alimentaria relacionados con el consumo de *Acheta domesticus*.
- Revisar las distintas técnicas de empleo de *Acheta domesticus* en la industria alimentaria, así como describir algunos ejemplos de aplicaciones para el desarrollo de alimentos y evaluar las características nutricionales de los productos actualmente elaborados y comercializados con este insecto a partir de su etiquetado.

3. MATERIALES Y MÉTODOS:

3.1. FUENTES DE INFORMACIÓN

Para realizar este TFG de revisión, se han consultado principalmente artículos científicos encontrados mediante los buscadores *ScienceDirect*, *Web of Science* y Google académico. En dichos buscadores se han introducido términos tanto en inglés como en español, tales como: grillo doméstico, *Acheta domesticus*, alimentos, química, producción, medioambiente, técnicas, entomofagia, insectos, dieta, beneficios, proteína.

Los resultados obtenidos en la búsqueda se establecen en base a un filtro de los últimos diez años (2013-2023). En algún caso puede haberse incorporado información considerada relevante para realizar el presente trabajo perteneciente a artículos fuera de dicho rango temporal.

Además, para completar aún más la información, se ha hecho uso de páginas web de ciertos organismos oficiales, tales como la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), la EFSA, etc.

3.2. ENCUESTA PARA CONOCER LA PERCEPCIÓN SOCIAL FRENTE AL CONSUMO DE INSECTOS

Con el fin de obtener información sobre la percepción de la población en cuanto a la incorporación de insectos en la dieta y los posibles beneficios que ello supondría, se llevó a cabo una metodología de carácter cuantitativo mediante la realización de una encuesta vía *online* a través de *Google Forms*, presentada con el título de “Insectos y Alimentación”.

Dicha encuesta contó con un total de 9 preguntas, las cuales se enumeran a continuación:

1. Indique su sexo, con las siguientes opciones de respuesta: hombre, mujer, o prefiero no decirlo.
2. Indique su rango de edad, con las siguientes opciones de respuesta: menos de 18 años, entre 19 y 25 años, entre 26 y 40 años, entre 41 y 60 años, o más de 60 años.
3. ¿Ha oído hablar de la entomofagia?, con las siguientes opciones de respuesta: sí, o no.
4. ¿La idea de comer alimentos con insectos en su composición le produce desagrado?, con las siguientes opciones de respuesta: sí, no, o tal vez.
5. ¿Estaría dispuesto/a a comer alimentos como galletas elaboradas con insectos si son procesados y no son visibles en el producto?, con las siguientes opciones de respuesta: sí, no, o tal vez.

6. ¿Estaría dispuesto/a a consumir insectos enteros cocinados con condimentos o acompañados de otros alimentos?, con las siguientes opciones de respuesta: sí, no, o tal vez.
7. ¿Estaría dispuesto/a a consumir alimentos que lleven insectos en su composición si fueran beneficiosos para su salud y el medioambiente?, con las siguientes opciones de respuesta: sí, no, o tal vez.
8. ¿Es importante para usted que los alimentos se produzcan de manera respetuosa con el medioambiente?, con las siguientes opciones de respuesta: sí, no, o tal vez.
9. Antes de comprar un alimento, ¿lee la información contenida en el etiquetado ya que es importante para usted conocer su composición nutricional? con las siguientes opciones de respuesta: sí, no, o tal vez.

La población a la que se dirigió la encuesta contaba con un rango de edad muy amplio (desde menos de 18 años hasta mayores de 60 años) para que así abarcara todo los grupos poblacionales y los resultados fueran más representativos de la totalidad de la población. Es importante conocer el abanico de edades, ya que es más facil por regla general que la gente más joven este dispuesta a realizar cambios en su alimentacion o innovar con cierto tipo de productos en comparación con la mayoría de la gente de avanzada edad.

Para llevar a cabo la difusión de la misma, se hizo uso de diversas redes sociales, tales como WhatsApp, Twitter, Instagram o TikTok, consiguiendo con ello la participación de casi un centenar de personas (92 personas en total).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR DEDICADO A LA PRODUCCIÓN DE INSECTOS CON FINES ALIMENTARIOS.

Actualmente, la FAO recomienda a las personas el consumo de insectos mediante la preparación de harina y su uso en la elaboración de productos como galletas, barritas, etc., ya que puede ser favorable para la reducción de la sobreexplotación forestal (Van Huis y col., 2013). No obstante, hoy en día, existen aún pocas empresas dedicadas a la elaboración de los productos mencionados anteriormente. Por consiguiente, hay marcas que están posicionándose en el mercado para ser líderes y competidoras en este tipo de producto proteico.

La mayoría de las especies de insectos comestibles se encuentran en las regiones de Asia, África y Latinoamérica. México es uno de los países donde más se consumen insectos, aunque su consumo se ha visto reducido en función a las temporadas de cosecha agrícola (AECOSAN, 2018). Sin embargo, en países como Estados Unidos, Japón y la UE el consumo de insectos está actualmente en auge, debido a la aparición de restaurantes de cocina exótica, así como de empresas e industrias que los crían y los venden al consumidor o a grandes comercios (Segura, 2017).

La forma de presentar este tipo de productos a los consumidores es muy diversa. Entre las formas más populares se puede destacar su presentación en forma de almíbar, como pan elaborado con harina de insectos o como barritas energéticas elaboradas con harina de insectos.

En la Tabla 3, se enumeran algunas de las empresas más importantes en el sector de la producción de insectos con fines alimentarios, y se indican los tipos de insecto con los que trabajan.

Dentro de España, se pueden destacar algunas empresas importantes productoras y comercializadoras de insectos y de productos elaborados a base de ellos. Entre ellas se puede mencionar Insectfit, una empresa de emprendedores españoles entre los que se encuentra el presidente de Mercadona, Juan Roig. Dicha empresa fabrica barritas energéticas a partir de grillos, y ha lanzado al mercado distintos sabores de ellas, como barritas de grillo mezclado con chocolate, con naranja y con caramelo, además de otros sabores como fresa, piña o coco, consiguiendo vender más de 13.000 barritas en dos meses (M, 2019).

Tabla 3. *Empresas más importantes que comercializan productos con insectos para alimentación (Fuente: elaboración propia)*

Nombre de la empresa productora de insectos (País)	Tipo de insecto producido
Insectes Comestibles™ (Francia)	Varios
The Cricket Bakery (Australia)	Grillos
ZIRP Insects (Austria)	Varios
Beneto Foods (Alemania)	Grillos
Ento (Malaysia)	Varios
Ento (Malaysia)	Gusano de maguey
Zofo (Mexico)	Gusano rey
Goffard Sistersville (Bélgica)	Tenebrios
1900 especies (Colombia)	Varios
Sensbar (República Checa)	Grillo
Enormfood (Dinamarca)	Grillo
Entis (Finlandia)	Grillo
Small chomp (Italia)	Variados
Bugmo (Japón)	Grillo
Primal Future (Nueva Zelanda)	Grillo
Entoma Foods (España)	Grillo
Insectfit (España)	Grillo

Otra empresa española dedicada al comercio de insectos con fines alimentarios es Insectum, en la cual se puede comprar de manera online una gran variedad de productos a base de insectos a través de su página web. Debido a la rentabilidad de este negocio, en el año 2020 esta empresa abrió una tienda física en Valencia. Dichos productos se pueden encontrar en diferentes formas, desde grillos enteros al natural, o bien grillo con algún recubrimiento dulce, grillos al tomate, grillos ahumados, etc. En la Figura 5, se muestran algunos de estos productos elaborados por la empresa Insectum.

A su vez, en España, la cadena multinacional de distribución Carrefour fue la primera en comercializar productos de insectos enteros y visibles (Figura 4). En 2018 lanzó una amplia gama de alimentos elaborados a base de insectos, concretamente diez productos entre los que destacan: pastas, granolas, aperitivos, snacks y barritas energéticas. Estos productos se comercializan en un envase elaborado con papel reciclado, en el que figuran tanto los beneficios medioambientales como los nutricionales (Nota de prensa Carrefour, 2018).



Figura 4. Expositor de venta de insectos de la cadena de supermercados Carrefour (Fuente: Nota de prensa Carrefour, 2018)

4.1.1. Percepción social de la población española hacia el consumo de insectos

Como se ha indicado anteriormente, con el fin de conocer la percepción social de la población general española sobre el consumo y la incorporación de insectos en la dieta, se diseñó una encuesta con 9 preguntas que fue difundida mediante distintas redes sociales. Se consiguió un total de 92 respuestas. Cerca del 60% de los participantes de la encuesta fueron mujeres (58,7%). Así mismo, la mayor parte de los encuestados comprendía edades entre los 26 y 40 años (40,2%), seguido de los rangos de edad de entre 19 y 25 años (28,3%) y de entre 41 y 60 años (26,1%) (Figura 5).

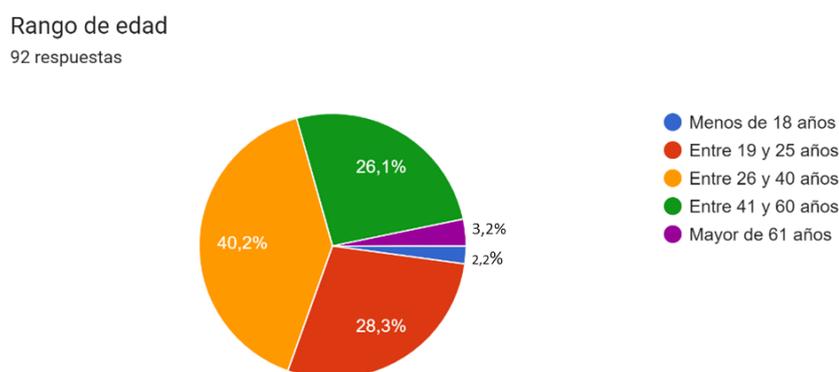


Figura 5. Resultados obtenidos en la pregunta 2 de la encuesta realizada sobre “Insectos y Alimentación” (Fuente: elaboración propia).

A continuación, se muestran las respuestas obtenidas en dicha encuesta.

En relación con la pregunta 3, referente al grado de conocimiento sobre el término entomofagia, un 87% de las personas encuestadas no habían oído hablar nunca de este término, lo cual refleja que existe actualmente un gran desconocimiento sobre el tema a pesar de que numerosas empresas se encuentran actualmente trabajando para incorporar dichos insectos en algunos alimentos. El hecho de que exista tal desconocimiento sobre la práctica de comer insectos también implica que este porcentaje de población tampoco conozca los múltiples beneficios derivados de incorporar estos pequeños animales en su dieta.

A parte de este desconocimiento, los resultados obtenidos en la siguiente pregunta reflejan un gran rechazo al consumo de insectos, pues más de un 50% de los encuestados consideran que el hecho de ingerirlos les produce desagrado (Figura 6), especialmente si estos se encuentran de manera visible en el producto.

Comer alimentos con insectos en su composición me produce desagrado.
92 respuestas

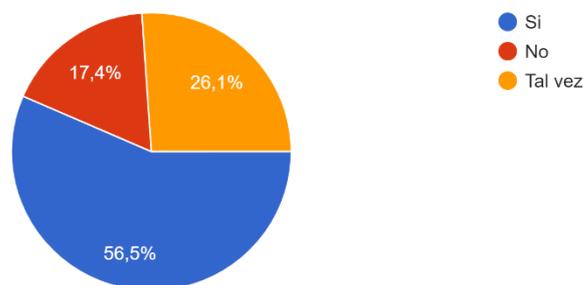


Figura 6. Resultados obtenidos en la pregunta 4 de la encuesta realizada sobre “Insectos y Alimentación” (Fuente: elaboración propia).

No obstante, al preguntar si estarían dispuestos a consumirlos como ingredientes de otros productos procesados presentes de forma no visible, como por ejemplo unas galletas, se observa un mayor grado de aceptación (Figura 7). En este caso, existe cierto paralelismo en cuanto a las respuestas de no (44,6%) y a las de si o tal vez, las cuales suman un total de 55,4%. Como se ha comentado anteriormente, la aceptación del consumo de insectos es mayor cuando estos se incorporan en otros productos en forma de polvo o harina. El hecho de no percibir visualmente su presencia favorece su consumo, e incluso el formar parte de la composición de alimentos como galletas o barritas puede motivar a los más atrevidos a probar estos productos, siempre que no se modifique notablemente su aspecto y sabor.

Estaría dispuesto a comer alimentos como galletas elaboradas con insectos si son procesados y no son visibles.
92 respuestas

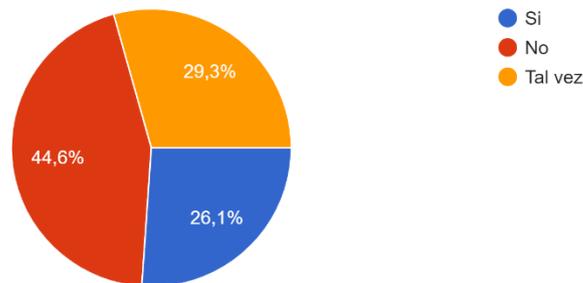


Figura 7. Resultados obtenidos en la pregunta 5 de la encuesta realizada sobre “Insectos y Alimentación” (Fuente: elaboración propia).

En cambio, hay mayor rechazo cuando se plantea el consumo de insectos de forma entera condimentados o al natural, pues como puede observarse en la Figura 8, más del 60% de los encuestados no estaría dispuesto a consumir los insectos en esta forma.

Estaría dispuesto/a a consumir insectos enteros cocinados con condimentos o acompañados de otros alimentos.
92 respuestas

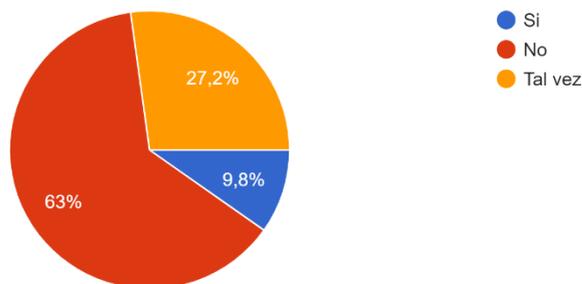


Figura 8. Resultados obtenidos en la pregunta 6 de la encuesta realizada sobre “Insectos y Alimentación” (Fuente: elaboración propia).

Por otro lado, cuando se pregunta a la población si estaría dispuesta a consumir productos saludables y respetuosos con el medioambiente con insectos en su composición, cabe destacar que cerca de la mitad de los encuestados (42,4%) estaría dispuesto a ello (Figura 9). No obstante, estos datos son muy similares a los obtenidos en la pregunta 5 de la encuesta (Figura 7). Por tanto, no se puede considerar la preocupación por la salud y el medioambiente por parte

de la población como incentivos para comenzar a incorporar insectos en la dieta, pues más bien los resultados obtenidos en esta pregunta pueden ser derivados de la disposición de la gente a consumir alimentos elaborados con insectos como ingredientes y presentes de forma no visible, tal y como se ha comentado anteriormente en dicha pregunta (Figura 7).

Estaría dispuesto a consumir alimentos que lleven insectos en su composición si fueran beneficiosos para mi salud y el medioambiente.
92 respuestas

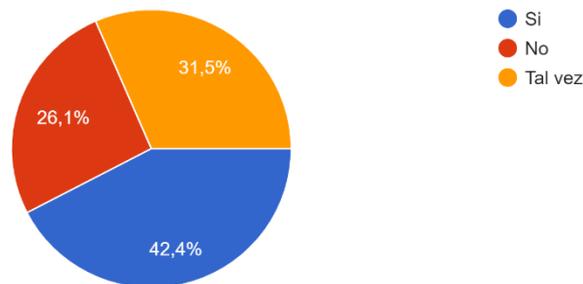


Figura 6. Resultados obtenidos en la pregunta 7 de la encuesta realizada sobre “Insectos y Alimentación” (Fuente: elaboración propia).

Por otro lado, también es cierto que debido al gran desconocimiento general del término entomofagia por parte de la población, es muy probable que también exista un gran desconocimiento por la mayor parte de la población acerca de los beneficios nutricionales y medioambientales derivados del consumo de insectos.

En relación a lo mencionado anteriormente, en la Figura 10 se muestran los resultados de la pregunta número 8 de la encuesta. Dicho gráfico determina una clara evidencia de la importancia para más del 70% de los encuestados de que los alimentos se produzcan de manera respetuosa con el medioambiente, sin embargo, en relación a la Figura 9, existe una gran disminución de la importancia sobre este tema si el alimento elaborado de forma respetuosa con el medioambiente lleva insectos en alguna de las formas mencionadas en su composición.

La pregunta final de la encuesta trata de buscar una reflexión sobre la importancia de la composición de los alimentos para los consumidores (Figura 11). En este sentido, es probable que, si se incorporasen insectos en forma de harina o polvo, mucha gente no se daría cuenta y consumirían el producto del mismo modo como suelen hacerlo con otros productos análogos.

Es importante para mí que los alimentos se produzcan de manera respetuosa con el medio ambiente.

93 respuestas

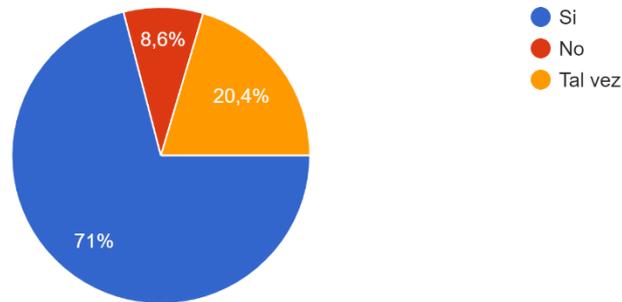


Figura 7. Resultados obtenidos en la pregunta 8 de la encuesta realizada sobre “Insectos y Alimentación” (Fuente: elaboración propia).

Antes de comprar un alimento, leo la información contenida en el etiquetado ya que es importante para mí conocer su composición nutricional.

92 respuestas

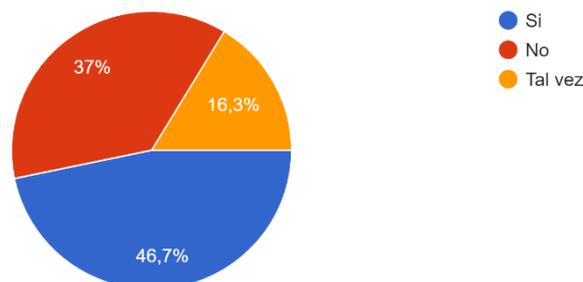


Figura 8. Resultados obtenidos en la pregunta 9 de la encuesta realizada sobre “Insectos y Alimentación” (Fuente: elaboración propia).

En definitiva, en vista a los resultados obtenidos en la encuesta, se puede concluir que en general la población presenta un gran rechazo al consumo de insectos cuando estos se encuentran en forma visible. No obstante, existe mayor aceptación hacia su consumo si estos son incorporados en la elaboración de otros productos y no se perciben visualmente en ellos. A su vez, la población desconoce los beneficios nutricionales y medioambientales del consumo de insectos. Por ello, si se quiere incentivar su consumo en España, las empresas productoras de insectos deberán realizar en los próximos años grandes esfuerzos para desarrollar productos

atractivos para los consumidores que contengan insectos como ingredientes en su composición, y tratar de aumentar la información sobre los beneficios de su consumo.

4.1.2. Interés científico sobre *Acheta domesticus*

Tal y como se ha indicado anteriormente en la introducción, dentro de los distintos tipos de insectos autorizados para el consumo en España, este TFG se centra particularmente en el uso alimentario de *Acheta domesticus*. En base a ello, según la revisión bibliográfica realizada para llevar a cabo el presente TFG, existe una clara tendencia al alza de publicaciones relacionadas con el uso alimentario de este insecto en los últimos 10 años (Figura 12). Como se puede observar en la Figura 12, el mayor número de publicaciones sobre alimentos elaborados con *Acheta domesticus* se produjo en el año 2022, seguido del año 2021. Sin embargo, si es cierto que el mayor número de publicaciones es de 51, por lo que sigue siendo un tema bastante desconocido y del que existe poca investigación a día de hoy. No obstante, debido al aumento anual de publicaciones, tal y como refleja la Figura 12, es un tema que está en auge y que en los próximos años es muy probable que siga aumentando. (Viesca González y col., 2009)

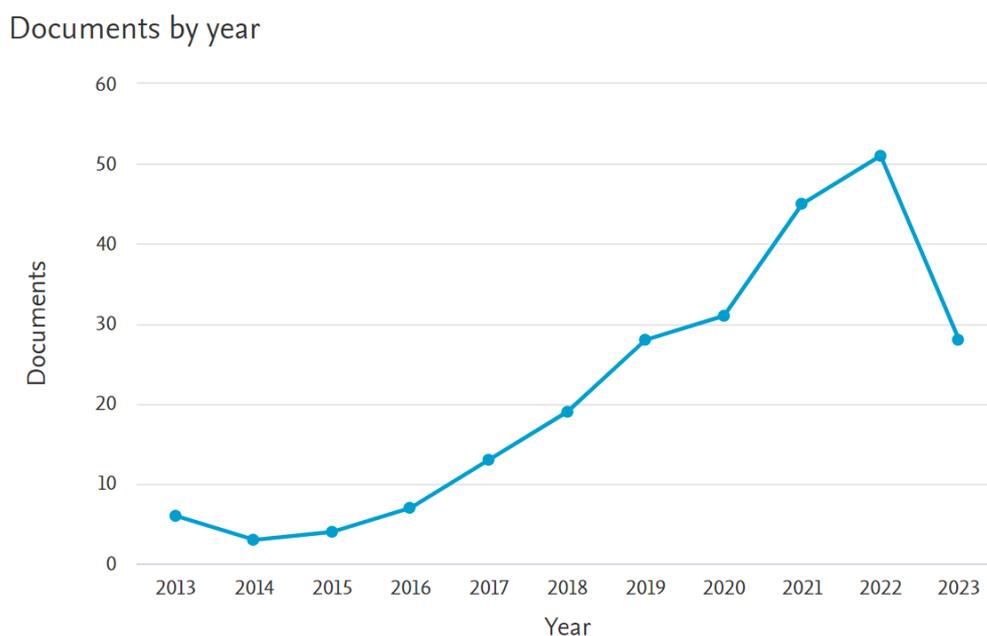


Figura 9. Evolución en el número de publicaciones desde 2013 a 2023 que resultaron de la búsqueda de las palabras *foods AND made AND by AND acheta AND domesticus* en la base de datos Scopus (Fuente: elaboración propia).

En relación al número de publicaciones sobre la aplicación alimentaria de este insecto por territorio, el mayor número de publicaciones emitidas desde el año 2013 hasta la actualidad,

recae sobre Estados Unidos, con un número total de 35 documentos (Figura 13). Cabe destacar que, según la FAO, las regiones predominantes en cuanto al consumo de insectos son África, Latinoamérica y Asia (Van Huis, 2013), sin embargo, dichas regiones cuentan con un número muy bajo de artículos publicados con respecto a este tema.

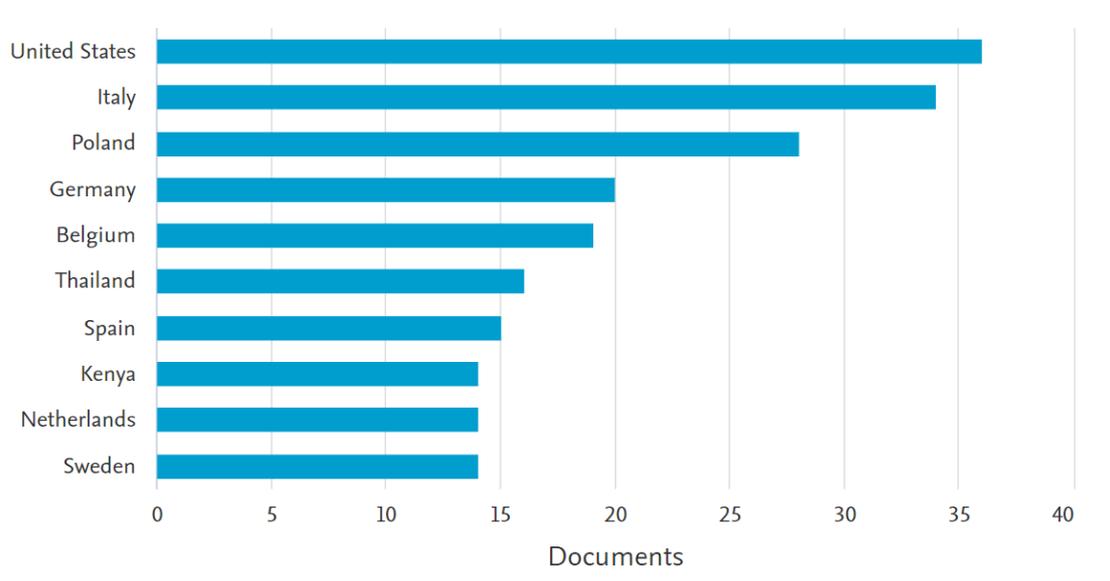


Figura 10. Documentos publicados por país o territorio sobre la aplicación alimentaria de *Acheta domesticus* desde 2013 hasta 2023 que resultaron de la búsqueda de las palabras *foods AND made AND by AND acheta AND domesticus* en la base de datos Scopus (Fuente: elaboración propia)

4.1 CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DE *ACHETA DOMESTICUS*

Atendiendo a la fisiología de *Acheta domesticus*, dicho insecto cuenta con un sistema digestivo que está dividido en tres partes. En cada una de ellas, realizan la digestión y secreción de lípidos, carbohidratos, y proteínas.

Tal y como se refleja en la Tabla 4, el principal nutriente de los insectos pertenecientes al orden Orthoptera, como es el caso del grillo doméstico, son las proteínas. Por este motivo, estos insectos se consideran una gran alternativa a las proteínas de origen animal y vegetal. El grillo doméstico cuenta con un porcentaje de proteínas bastante elevado, y es que la familia a la que pertenece cuenta con un intervalo de 23 a 65% de proteína cruda. Concretamente, el grillo adulto cuenta con un rango de entre 8 a 25 g de proteína por cada 100 g de peso fresco, lo cual es una cantidad superior en comparación al porcentaje de proteínas de otros insectos (Van y col., 2013). Por otro lado, en relación con el perfil de aminoácidos, el grillo cuenta con importantes aminoácidos esenciales en su composición, como la lisina. Hoy en día, ciertos

productos consumidos habitualmente por la mayoría de las personas, como puede ser la carne, no cuentan con todos los aminoácidos esenciales que requiere el cuerpo humano. Por este motivo, la introducción de estos pequeños insectos en formas ocultas en los alimentos puede ser una buena opción en cuanto al aporte de aminoácidos y pueden enriquecer la dieta, pues pueden contar con hasta más de 100 mg de aminoácidos por cada 100 g de proteína cruda (Van y col., 2013).

El segundo nutriente mayoritario presente en el grillo son las grasas (Tabla 4). El contenido medio de lípidos del grillo es alrededor de un 15% de su composición. Este porcentaje puede verse afectado por el sexo, por la fase de desarrollo en la que se encuentre el animal y, principalmente, por la alimentación. En relación a la composición de las grasas, el 63% corresponde a ácidos grasos insaturados. Dentro de este grupo, el 36% corresponde a ácido linoleico, el cual es un importante ácido graso en alimentación por su carácter esencial, y el 24% a ácido oleico (Bistua, 2020). El consumo de grillo puede favorecer el desarrollo adecuado y saludable de la población, ya que el aceite que generan contiene grasas poliinsaturadas ricas en ácido linoleico y α -linolénicos (Van y col., 2013). En cuanto al contenido en colesterol, presenta alrededor de 105 mg por cada 100 g de insecto. Este dato es bastante inferior con respecto a la cantidad de colesterol que aportan los alimentos procedentes de otros animales, como por ejemplo el huevo de gallina. No obstante, en comparación a otras especies de insectos, la cantidad de colesterol de *Acheta domesticus* es mayor que la de otros insectos (Rumpold & Schluter, 2013).

Los grillos también cuentan con un importante aporte de micronutrientes, como se refleja en la Tabla 4 en relación a la fracción de cenizas, que hace referencia al contenido en minerales. Los minerales son importantes para mantener un cuerpo sano, ya que ayudan a mantener el corazón, los huesos y el cerebro en buen estado y buen funcionamiento, entre otras cosas. Como se observa en la Tabla 5, el grillo cuenta con cantidades suficientes de minerales para llevar una dieta saludable, destacando su aporte de zinc y cobre, los cuales sobrepasan los valores de la ingesta diaria recomendada (Tabla 5). No obstante, actualmente no existen estudios suficientes que evidencien el buen aprovechamiento de estos minerales.

En cuanto al contenido en vitaminas, *Acheta domesticus* destaca por su contenido en vitamina B12, esencial para mantener la salud de las neuronas y de la sangre, además de contribuir a la formación del ADN. Este insecto en su edad adulta contiene 5,4 μ g de vitamina

B12 por cada 100 g de grillo, siendo el contenido normal necesario en una persona adulta de unos 2,8 μg (Van y col., 2013).

Por tanto, el consumo de insectos contribuye al crecimiento, desarrollo mental y físico de las personas gracias a su aporte de micronutrientes. Sin embargo, es recomendable ingerir los insectos completos para tener un mayor aporte nutricional (Van y col., 2013).

Tabla 4. Composición nutricional del grillo *Acheta domesticus* (Fuente: Udomsil y col., 2019).

Parámetro	Cantidad (%)
Proteína	64,38-72,0
Grasa	18,55-22,80
Cenizas	3,57-5,10
Fibra	4,4-4,8
Carbohidratos	1,6

Tabla 5. Composición de minerales *Acheta domesticus* (Fuente: Montowska y col., 2019).

Minerales	Contenido (mg/100 g)	RDA* (mg)
Calcio (Ca)	139-218	1000
Potasio (K)	826-1224	4700
Magnesio (Mg)	86-113	320
Sodio (Na)	283-312	1500
Cobre (Cu)	2,33-4,51	0,9
Hierro (Fe)	4,06-5,99	18
Manganeso (Mn)	4,10-12,5	1,8
Zinc (Zn)	12,8-21,8	8

*RDA: en inglés siglas de Aportes Dietéticos Recomendados

A su vez los insectos tienen cantidades importantes de fibra. En concreto, el mayor aporte de fibra viene por parte de su contenido en quitina, que se encuentra en el exoesqueleto de estos pequeños animales y que se trata de fibra de tipo insoluble. La cantidad de fibra en insectos criados en granjas es de 2,7 mg/ kg y 49,8 mg/kg de insectos frescos y en insectos secos el contenido de fibra es 11,6 mg y 137,2 mg por kilogramo (Van y col., 2013). Por otro lado, *Acheta domesticus* presenta bajos niveles de carbohidratos (Tabla 4).

En base a estos datos, se podría considerar que el consumo de insectos puede llegar a ser en un futuro una alternativa nutricional a otros alimentos de origen animal, como la carne de pollo o la de cerdo. Además, es una proteína de fácil acceso y en la naturaleza los insectos son muy abundantes. Además, el consumo de estos insectos podría suponer un ahorro frente al desperdicio de alimentos, ya que se aprovechan en su totalidad, pues se puede consumir hasta el 80% de su masa total (Imathiu, 2019).

4.3. RIESGOS DE SEGURIDAD ALIMENTARIA ASOCIADOS AL CONSUMO DE *ACHETA DOMESTICUS*.

Aunque la incorporación de insectos en la dieta humana puede suponer un aporte de beneficios nutricionales bastante elevado, a su vez, es importante considerar que su consumo puede llevar asociado riesgos químicos, microbiológicos, toxicológicos y alergénicos. Además, los virus que son transmitidos por insectos pueden estar relacionados con enfermedades como el dengue, la enfermedad del Nilo occidental, la fiebre hemorrágica y la fiebre del valle del Rift (Belluco, Mantovani y Ricci, 2018). Sin embargo, en comparación con las enfermedades causadas por mamíferos y aves, los insectos suponen menor riesgo a la hora de transmitir enfermedades zoonóticas a los humanos (Van Huis y col., 2013). No obstante, pueden causar episodios de alergias similares a las que pueden causar los crustáceos. A continuación, se detallan los siguientes aspectos a tener en cuenta respecto al consumo del grillo doméstico.

4.3.1. Toxicología

En 2019 un grupo de científicos intentó formular el riesgo asociado al consumo del grillo doméstico, pero se encontraron con un número muy limitado de datos (Fernández-Cassi y col., 2019). De los escasos estudios y a raíz de una solicitud de la Comisión Europea, se solicitó a la EFSA, en concreto al panel de nutrición, nuevos alimentos y alérgenos alimentarios, que se publicase un escrito sobre la seguridad de las formas congeladas y secas de *Acheta domesticus*. Dichas formulaciones finalmente fueron el grillo congelado, seco y molido. El grillo se compone en forma seca principalmente de proteína, grasa y fibra en forma de quitina. Por el contrario, en forma congelada su composición se basa principalmente en agua, proteína, grasa y fibra en la misma forma que en seco. Después de mucho indagar en el asunto, el Panel concluyó que los contaminantes tienen unas concentraciones u otras dependiendo de los niveles de los mismos en el alimento de los insectos. Además, el Panel consideró que no existen problemas de toxicidad relacionados con el consumo de *Acheta domesticus* y que no existen otras preocupaciones por su consumo más allá de la alergenicidad (Dominique Turck y col.,

2019). Con todo ello, a día de hoy, se ha concluido que el uso del grillo doméstico como ingrediente de alimentos es seguro en los usos y niveles de uso actualmente propuestos en la legislación. No obstante, existen una serie de riesgos fisiológicos, químicos y biológicos asociados a la ingesta de estos insectos.

- **Riesgos fisiológicos:**

La ingesta de insectos puede causar ciertos riesgos fisiológicos como el estreñimiento a causa de las espinas de la tibia del insecto y el exoesqueleto de quitina, que pueden favorecer este tipo de afección. No obstante, esta afección es más probable con otros tipos de insectos como *Locusta migratoria*, pues las espinas de *Acheta domesticus* son más pequeñas. No obstante, el Panel de la EFSA propone quitar las patas y las alas para que el riesgo de estreñimiento por el consumo de grillo sea aún menor (VanHuis , 2013).

- **Riesgos químicos:**

En la composición de *Acheta domesticus* se pueden encontrar toxinas y metales pesados como el plomo o el mercurio, que están relacionados con la bioacumulación. Se ha comprobado que con unas buenas prácticas de producción y de cría de grillos se puede reducir el contenido de metales. Por otro lado, los insectos cuentan con una serie de mecanismos de defensa dada su naturaleza. En consecuencia, pueden producir alcaloides y dar lugar a efectos sistémicos (Belluco y col., 2018).

- **Riesgos biológicos:**

Independientemente de su forma, los grillos se consumen con su tracto digestivo. Por este motivo, es inevitable que en dicha parte del insecto se encuentre un gran reservorio de microorganismos. En relación a ello, se ha visto que ciertos nematodos pueden afectar de manera notable a *Acheta domesticus* (Morton y col., 2009).

Por otro lado, aunque los riesgos para que se produzca una transmisión de enfermedades a los humanos por parte de insectos vectores es baja, en condiciones insalubres puede producirse un aumento de dicho riesgo de contagio, por lo que se deben tener en cuenta las bacterias, ya que varias de ellas se han asociado con insectos comestibles, ya sean criados en granjas o capturados en la naturaleza. Destacan las bacterias de los géneros *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Bacillus*, *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Erwinia*, *Clostridium*, *Enterobacteriaceae* y *Acinetobacter* (FAO, 2021).

En cuanto a los virus, hasta el momento solo se conoce riesgo asociado con virus de la hepatitis A, hepatitis E y norovirus. No obstante, el riesgo es muy bajo (FAO, 2021).

Con respecto a los hongos, algunos pueden llegar a ser patógenos para los humanos y pueden dar lugar a la formación de micotoxinas. Se ha relacionado distintas especies con la microbiota de la superficie del cuerpo o intestino de los insectos comestibles (Marín Sillué y col., 2021). En relación a la formación de micotoxinas, existen evidencias de formación de aflatoxinas en gusanos “listos para comer” y como causa principal la manipulación, el procesamiento y el almacenamiento. En otro tipo de especies, como es el caso de la mosca doméstica seca, se han detectado varias micotoxinas conocidas como beauvericina, eniantina A y A1, aunque no existen indicios de problemas para la salud (Sillué y col., 2021).

4.3.2. Alergenicidad

Una alergia se define como una reacción de hipersensibilidad del sistema inmunitario a un alérgeno. Al igual que cualquier alimento, una reacción alérgica puede darse por consumo directo del insecto, por contacto o por inhalación. Las reacciones de alergenicidad, pueden deberse a la quitina, componente principal del exoesqueleto de los artrópodos. Esto se debe a que la quitina presenta antinutrientes relacionados con la digestibilidad de las proteínas (Belluco y col., 2013).

Si es cierto que la mayor parte de los alimentos que tienen proteínas en su composición, tienen un gran riesgo de ser alergénicos (Hurtado y Existen revisiones bibliográficas en relación a casos de reacciones alérgicas en distintas fuentes proteicas, entre las que se incluyen los insectos donde su uso y consumo son comunes. Actualmente, el Panel de la EFSA ha determinado que el consumo de *Acheta domesticus* puede desencadenar una sensibilización primaria a las proteínas de este insecto en aquellas personas alérgicas a crustáceos, ácaros y moluscos (Dominique Turck y col., 2019). Por otro lado, a pesar de los grandes avances sobre este tema, aún en regiones occidentales existe un gran vacío de conocimiento a la hora de entender los efectos que los procesamientos térmicos y tecnológicos causan en el sistema inmune de las personas. Por ejemplo, en el proceso de hidrólisis enzimática se produce un cambio en la estructura de la proteína, lo que puede aumentar o disminuir la capacidad de agregación. Por ello, este proceso ha sido estudiado para reducir posibles reacciones alérgicas de proteínas de insectos en distintas matrices alimentarias. No obstante, de cualquier manera, para evitar posibles reacciones y los consecuentes efectos negativos que pueda ocasionar la ingesta de estos insectos en personas con sensibilidad, debe figurar en la lista de ingredientes como “posible alérgeno” en aquellos productos que contengan grillos en su composición.

Por otro lado, se ha determinado una posible reacción cruzada entre grillos y saltamontes, que pueden causar reacciones alérgicas adversas.

4.4. *ACHETA DOMESTICUS* EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

Los insectos son muy eficientes en cuanto a ser convertidos en alimentos por tratarse de especies de sangre fría. La cantidad de alimento que se necesita para producir un incremento de un kg de peso puede variar en función de la especie o de las técnicas empleadas para llevar a cabo dicha conversión. 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 de aumento de peso corporal (Van Huis y col., 2013).

Los insectos se pueden consumirse como insectos enteros, insectos en forma de polvo o de pasta, o como un extracto aislado de proteína.

4.4.1. Técnicas de procesado de *Acheta domesticus*

Como se ha comentado previamente, la composición principal de los grillos en su estado húmedo (ya sea congelado, hervido o autoclavado) es de un 79% de agua aproximadamente, seguido de un 25% de proteína y después grasa. En base a ello, la tecnología que más se utiliza en la industria para fomentar la duración y conservación de estos insectos es el secado, con el que se consigue una reducción de su contenido en humedad que permite reducir al mínimo las reacciones de degradación que puedan provocar su deterioro.

Generalmente, después de ser sometidos al proceso de secado, los grillos se exponen a un mecanismo de molienda para presentarlos en forma de polvo o bien ser molidos sin secado previo para obtenerlos en forma de pasta. Estos productos son los más utilizados habitualmente como ingredientes en otros alimentos.

El secado se puede llevar a cabo en lecho fluidizado mediante una cámara de aire caliente. Otra forma de secado puede ser mediante microondas o el secado a vacío mediante un horno de vacío en el que suelen estar 24 horas a 60 °C. También se suele realizar la técnica de secado por aire caliente convencional, por ejemplo, mediante un horno de cremallera giratorio (Kröncke y col., 2018).

No obstante, a pesar de que el secado es una técnica muy eficaz para conservar el producto, también tiene cierto carácter negativo, ya que el calor puede provocar ciertos cambios y reacciones indeseables, como la oxidación de lípidos, alteraciones funcionales de las proteínas,

o variaciones en el color. Por ello, una alternativa que evita estos cambios indeseables es la liofilización, sin embargo, es una técnica de mayor coste. Dicho procedimiento consiste en sublimar el agua de los insectos previamente congelados.

No obstante, independientemente de la técnica que se emplee para reducir el contenido en agua, el proceso de deshidratación resulta muy eficiente para asegurar cierta inocuidad en el producto para que el consumo de insectos se considere aceptable.

Por otro lado, a parte del secado, también predominan actualmente en la industria otras técnicas empleadas en el procesado de insectos que tienen como objetivo extraer su contenido proteico o su contenido en materia grasa, como son el método Kjeldahl y el método Soxhlet, respectivamente (Ververis y col., 2022).

4.4.2. Aplicaciones de *Acheta domesticus* en la industria alimentaria

Actualmente, *Acheta domesticus* se emplea generalmente en el ámbito alimentario en forma de harina, pues puede emplearse como un ingrediente fácil de incorporar en la preparación de numerosos platos. A continuación, se destacan las siguientes aplicaciones de la harina de este insecto:

- **Repostería:** En el ámbito de la repostería, la harina es un factor fundamental para la elaboración de distintos productos como flanes, galletas, pasteles, bizcochos, etc. No obstante, la harina de grillo no puede emplearse en su totalidad para elaborar estos productos, sino que debe combinarse con otro tipo de harinas, ya que se trata de una harina que no contiene gluten, el cual es fundamental en la elaboración de ciertos productos. (Mendoza Jimenez, 2021)
- **Preparación de platos:** En platos de comida en los que por ejemplo se utiliza harina como espesante o para rebozar, podría sustituirse por harina de grillo, la cual aportaría un aumento nutricional en el plato sin aportar sabor.
- **Elaboración de productos: en la elaboración de galletas o barritas energéticas** podría incorporarse la harina de grillo, ya que son productos muy consumidos a nivel mundial y son de fácil acceso. Además, van mezclados con otros ingredientes como frutos secos, chocolate, etc., que aumentan la aceptabilidad del consumidor.
- **Suplemento nutricional:** La harina de grillo puede suponer una opción muy recomendable para deportistas, ya que se podría incorporar como suplemento en batidos proteicos.

En base a ello, numerosas industrias ya proponen empezar a incorporar la harina de grillo en una gran variedad de alimentos, ya sea en bruto o mezclado con otro tipo de harinas. Por ejemplo, los productos que ya se encuentran en la actualidad en el mercado son los siguientes:

- **Galletas:** se trata de uno de los snacks más vendidos y consumidos en el mundo pues son muy fáciles de combinar con multitud de formas y sabores. Evolutivamente, las empresas cada vez muestran más interés en generar galletas más saludables, entre lo que destaca que aporten un mayor contenido en proteínas. Para mantener un estilo de vida saludable es importante que el cuerpo sea capaz de absorber los aminoácidos esenciales de todos los nutrientes. 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 (Nutr, 2020).
- **Pastas:** Los grillos son criados para el consumo humano en granjas, cuentan con la certificación y aprobación de la FDA (Agencia de Medicamentos y Alimentación de Estados Unidos) y siguen los más altos estándares internacionales en materia de calidad y seguridad (VelSid y col., 2016). La pasta de grillo es uno de los productos más innovadores que ayuda al crecimiento del mercado de los insectos comestibles ya que es una forma muy fácil y versátil para incorporar en la dieta y, que como ya se ha mencionado, posee altos valores de calcio, proteína, hierro, vitamina B12 y omega 3.
- **Barritas energéticas:** Para los deportistas es una forma muy adecuada y recomendable de obtener energía y aumentar el rendimiento muscular.
- **Bebidas:** Para muchas personas existe una barrera psicológica que impide que introduzcan los insectos en su dieta, por ello se han desarrollado bebidas elaboradas con grillos tostados, destinadas a la elaboración de cócteles (Knops & Plevin, 2015). Además, se han realizado diversos estudios que aseguran que el hecho de incorporar insectos en bebidas como batidos, permite aumentar el contenido en proteína y minerales como hierro, lo que puede ayudar a combatir la anemia en niños (Knops & Plevin, 2015).

4.4.3. Características nutricionales de algunos productos actualmente comercializados a base de *Acheta domesticus*

Como se ha indicado anteriormente, actualmente existen algunas empresas españolas que comercializan productos elaborados con grillos, en concreto, *Acheta domesticus*, como es el caso de las empresas Insectfit e Insectum. En la Tabla 6 se ha recopilado la información nutricional de los distintos productos comercializados por estas empresas.

Como se puede observar, ambas empresas comercializan barras de proteínas de distintos sabores elaboradas con harina de *Acheta domesticus*, tal y como figura en la etiqueta de los productos (Tabla 6). Como se puede observar, la barra de chocolate, piña y coco elaborada por la empresa Insectfit es la que presenta el menor contenido en proteína, en comparación con las otras barras proteicas. Esto se debe, a que en las otras barras proteicas elaboradas por Insectfit, el ingrediente mayoritario es la proteína de leche en polvo, por ser el primero en la lista de ingredientes, mientras que en la barra proteica de caramelo de la empresa Insectum el mayor contenido en proteína se debe a la presencia de proteína de guisante entre los ingredientes del producto (Tabla 6). Además, la barra de chocolate, piña y coco de la empresa Insectfit tiene un mayor contenido en grasas en comparación con las otras barras, debido a que lleva manteca de cacao en su lista de ingredientes, por lo que su contenido calórico también es mayor en comparación a las otras barras. Lo mismo ocurre con el contenido en azúcares, y es que la barra de chocolate, piña y coco contiene azúcar de caña, mientras que las otras barras de la empresa Insectfit contienen edulcorantes tales como el maltitol en su composición. Por su parte, la barra proteica de la empresa Insectum contiene mayor cantidad de azúcares que la barra de fresa y yogur y que la barra de nuez y chocolate, ya que presenta caramelo y miel en su composición y carece de edulcorantes. No obstante, su contenido en azúcares es inferior al de la barra de chocolate, piña y coco de la empresa Insectum (Tabla 6).

En base a ello, se podría indicar que de las distintas barras proteicas elaboradas con *Acheta domesticus*, la barra de chocolate, piña y coco sería la menos adecuada a nivel nutricional por su mayor contenido en grasas saturadas y azúcares, a pesar de ser la que presenta un mayor contenido en fibra alimentaria (Tabla 6).

Tabla 6. Alimentos elaborados a base de *Acheta domesticus* por parte de las empresas *Insectfit* y *Insectum* (Fuente: elaboración propia a partir de los datos de las páginas web de las empresas).

Producto (Empresa)	Ingredientes	Composición nutricional																
<p>Barrita proteica con harina de grillo de chocolate, piña y coco (Insectfit).</p> 	<p>Chocolate negro, azúcar de caña, manteca de cacao, cacao en polvo, emulsionante, harina de grillo domestico térmicamente tratado, piezas de piña, coco, aceite de limón</p>	<table border="0"> <tr> <td>Valor energético (35 g)</td> <td>196 kcal</td> </tr> <tr> <td>Grasas</td> <td>13 g</td> </tr> <tr> <td>Grasas saturadas</td> <td>8,2 g</td> </tr> <tr> <td>Hidratos de carbono</td> <td>14 g</td> </tr> <tr> <td>Azúcares</td> <td>11 g</td> </tr> <tr> <td>Fibra</td> <td>2,3g</td> </tr> <tr> <td>Proteínas</td> <td>4 g</td> </tr> <tr> <td>Sal</td> <td>0,4 g</td> </tr> </table>	Valor energético (35 g)	196 kcal	Grasas	13 g	Grasas saturadas	8,2 g	Hidratos de carbono	14 g	Azúcares	11 g	Fibra	2,3g	Proteínas	4 g	Sal	0,4 g
Valor energético (35 g)	196 kcal																	
Grasas	13 g																	
Grasas saturadas	8,2 g																	
Hidratos de carbono	14 g																	
Azúcares	11 g																	
Fibra	2,3g																	
Proteínas	4 g																	
Sal	0,4 g																	
<p>Barrita proteica con harina de grillo de fresa y yogurt (Insectfit).</p> 	<p>Proteína de leche en polvo, edulcorante (malitol), recubrimiento con sabor a yogur, lactosa, yogur en polvo, emulsionante, colágeno hidrolizado, harina de grillo domestico térmicamente tratado, grasa vegetal (palma), yogur en polvo, soja crujiente, fresa, frambuesa, humectante, saborizante, bayas.</p>	<table border="0"> <tr> <td>Valor energético (35 g)</td> <td>105 kcal</td> </tr> <tr> <td>Grasas</td> <td>3,4 g</td> </tr> <tr> <td>Grasas saturadas</td> <td>1,9 g</td> </tr> <tr> <td>Hidratos de carbono</td> <td>11 g</td> </tr> <tr> <td>Azúcares</td> <td>4,2 g</td> </tr> <tr> <td>Fibra</td> <td>0,7 g</td> </tr> <tr> <td>Proteínas</td> <td>10 g</td> </tr> <tr> <td>Sal</td> <td>0,05 g</td> </tr> </table>	Valor energético (35 g)	105 kcal	Grasas	3,4 g	Grasas saturadas	1,9 g	Hidratos de carbono	11 g	Azúcares	4,2 g	Fibra	0,7 g	Proteínas	10 g	Sal	0,05 g
Valor energético (35 g)	105 kcal																	
Grasas	3,4 g																	
Grasas saturadas	1,9 g																	
Hidratos de carbono	11 g																	
Azúcares	4,2 g																	
Fibra	0,7 g																	
Proteínas	10 g																	
Sal	0,05 g																	
<p>Barrita proteica con harina de grillo de nuez y chocolate (Insectfit).</p> 	<p>Proteína de leche en polvo, edulcorante (maltitol, recubrimiento con sabor a chocolate con leche, cacao en polvo, leche en polvo, emulsionante, lecitina de soja, colágeno hidrolizado, harina de grillo doméstico térmicamente tratado, cacahuete salado y tostado, avellana, mantequilla de cacahuete, grasa vegetal (palma), humectante.</p>	<table border="0"> <tr> <td>Valor energético (35 g)</td> <td>111 kcal</td> </tr> <tr> <td>Grasas</td> <td>4,3 g</td> </tr> <tr> <td>Grasas saturadas</td> <td>2,3 g</td> </tr> <tr> <td>Hidratos de carbono</td> <td>10 g</td> </tr> <tr> <td>Azúcares</td> <td>3,4 g</td> </tr> <tr> <td>Fibra</td> <td>0,9 g</td> </tr> <tr> <td>Proteínas</td> <td>10 g</td> </tr> <tr> <td>Sal</td> <td>0,05 g</td> </tr> </table>	Valor energético (35 g)	111 kcal	Grasas	4,3 g	Grasas saturadas	2,3 g	Hidratos de carbono	10 g	Azúcares	3,4 g	Fibra	0,9 g	Proteínas	10 g	Sal	0,05 g
Valor energético (35 g)	111 kcal																	
Grasas	4,3 g																	
Grasas saturadas	2,3 g																	
Hidratos de carbono	10 g																	
Azúcares	3,4 g																	
Fibra	0,9 g																	
Proteínas	10 g																	
Sal	0,05 g																	

<p>Barrita proteica con harina de grillo de caramelo (Insectum)</p> 	<p>Avena (gluten), dátiles, proteína de guisante, mantequilla de almendras, caramelo 6,7% (sirope de glucosa, agua, y azúcar), harina de grillo 6% (<i>Acheta domesticus</i>), miel, almendra, sal, aroma de caramelo 0,2%.</p>	<table border="0"> <tr> <td>Valor energético (35 g)</td> <td>138 kcal</td> </tr> <tr> <td>Grasas</td> <td>3,9 g</td> </tr> <tr> <td>Grasas saturadas</td> <td>0,5 g</td> </tr> <tr> <td>Hidratos de carbono</td> <td>16,5 g</td> </tr> <tr> <td>Azúcares</td> <td>8,4 g</td> </tr> <tr> <td>Fibra</td> <td>2,1 g</td> </tr> <tr> <td>Proteínas</td> <td>7,4 g</td> </tr> <tr> <td>Sal</td> <td>0,2 g</td> </tr> </table>	Valor energético (35 g)	138 kcal	Grasas	3,9 g	Grasas saturadas	0,5 g	Hidratos de carbono	16,5 g	Azúcares	8,4 g	Fibra	2,1 g	Proteínas	7,4 g	Sal	0,2 g
Valor energético (35 g)	138 kcal																	
Grasas	3,9 g																	
Grasas saturadas	0,5 g																	
Hidratos de carbono	16,5 g																	
Azúcares	8,4 g																	
Fibra	2,1 g																	
Proteínas	7,4 g																	
Sal	0,2 g																	
<p>Grillos naturales (Insectum)</p> 	<p>Grillos desecados <i>Acheta domesticus</i> (aproximadamente 70 unidades)</p>	<table border="0"> <tr> <td>Valor energético (100 g)</td> <td>444 kcal</td> </tr> <tr> <td>Grasas</td> <td>21,5 g</td> </tr> <tr> <td>Grasas saturadas</td> <td>7,85 g</td> </tr> <tr> <td>Hidratos de carbono</td> <td>2,7 g</td> </tr> <tr> <td>Azúcares</td> <td><0,8 g</td> </tr> <tr> <td>Fibra</td> <td>4,9 g</td> </tr> <tr> <td>Proteínas</td> <td>57,3 g</td> </tr> <tr> <td>Sal</td> <td>0,3 g</td> </tr> </table>	Valor energético (100 g)	444 kcal	Grasas	21,5 g	Grasas saturadas	7,85 g	Hidratos de carbono	2,7 g	Azúcares	<0,8 g	Fibra	4,9 g	Proteínas	57,3 g	Sal	0,3 g
Valor energético (100 g)	444 kcal																	
Grasas	21,5 g																	
Grasas saturadas	7,85 g																	
Hidratos de carbono	2,7 g																	
Azúcares	<0,8 g																	
Fibra	4,9 g																	
Proteínas	57,3 g																	
Sal	0,3 g																	
<p>Cucharas comestibles con grillo doméstico desecado y molido, sin condimentos (Insectum)</p> 	<p>Harina de trigo, agua, aceite de girasol, copos de patata, sirope de glucosa seco, grillo molido y sal.</p>	<table border="0"> <tr> <td>Valor energético (100 g)</td> <td>429 kcal</td> </tr> <tr> <td>Grasas</td> <td>9,9 g</td> </tr> <tr> <td>Grasas saturadas</td> <td>1,3 g</td> </tr> <tr> <td>Hidratos de carbono</td> <td>73,9 g</td> </tr> <tr> <td>Azúcares</td> <td>6,3 g</td> </tr> <tr> <td>Fibra</td> <td>3,1 g</td> </tr> <tr> <td>Proteínas</td> <td>11,4 g</td> </tr> <tr> <td>Sal</td> <td>1,9 g</td> </tr> </table>	Valor energético (100 g)	429 kcal	Grasas	9,9 g	Grasas saturadas	1,3 g	Hidratos de carbono	73,9 g	Azúcares	6,3 g	Fibra	3,1 g	Proteínas	11,4 g	Sal	1,9 g
Valor energético (100 g)	429 kcal																	
Grasas	9,9 g																	
Grasas saturadas	1,3 g																	
Hidratos de carbono	73,9 g																	
Azúcares	6,3 g																	
Fibra	3,1 g																	
Proteínas	11,4 g																	
Sal	1,9 g																	

<p>Chips con grillo en polvo sabor Ajo (Insectum)</p> 	<p>Harina de guisantes, grillos <i>Acheta domestica</i> desecados en polvo 10%, harina de amapola, ajo, harina de lentejas, harina de semillas de calabaza, aceite de colza, especias, levadura, almidón, sal marina.</p>	<table border="0"> <tr> <td>Valor energético (100 g)</td> <td>400 kcal</td> </tr> <tr> <td>Grasas</td> <td>15,1 g</td> </tr> <tr> <td>Grasas saturadas</td> <td>2,1 g</td> </tr> <tr> <td>Hidratos de carbono</td> <td>43,2 g</td> </tr> <tr> <td>Azúcares</td> <td>3,90 g</td> </tr> <tr> <td>Fibra</td> <td>14 g</td> </tr> <tr> <td>Proteínas</td> <td>25,1 g</td> </tr> <tr> <td>Sal</td> <td>2,8 g</td> </tr> </table>	Valor energético (100 g)	400 kcal	Grasas	15,1 g	Grasas saturadas	2,1 g	Hidratos de carbono	43,2 g	Azúcares	3,90 g	Fibra	14 g	Proteínas	25,1 g	Sal	2,8 g
Valor energético (100 g)	400 kcal																	
Grasas	15,1 g																	
Grasas saturadas	2,1 g																	
Hidratos de carbono	43,2 g																	
Azúcares	3,90 g																	
Fibra	14 g																	
Proteínas	25,1 g																	
Sal	2,8 g																	
<p>Grillos al tomate (Insectum)</p> 	<p>Grillos desecados, salsa de tomate, cebolla, aceite de oliva, albahaca, orégano, sal, ajo.</p>	<table border="0"> <tr> <td>Valor energético (100 g)</td> <td>470 kcal</td> </tr> <tr> <td>Grasas</td> <td>24,1 g</td> </tr> <tr> <td>Grasas saturadas</td> <td>7,59 g</td> </tr> <tr> <td>Hidratos de carbono</td> <td>5,5 g</td> </tr> <tr> <td>Azúcares</td> <td>3,5 g</td> </tr> <tr> <td>Fibra</td> <td>6,8 g</td> </tr> <tr> <td>Proteínas</td> <td>55,5 g</td> </tr> <tr> <td>Sal</td> <td>1,55 g</td> </tr> </table>	Valor energético (100 g)	470 kcal	Grasas	24,1 g	Grasas saturadas	7,59 g	Hidratos de carbono	5,5 g	Azúcares	3,5 g	Fibra	6,8 g	Proteínas	55,5 g	Sal	1,55 g
Valor energético (100 g)	470 kcal																	
Grasas	24,1 g																	
Grasas saturadas	7,59 g																	
Hidratos de carbono	5,5 g																	
Azúcares	3,5 g																	
Fibra	6,8 g																	
Proteínas	55,5 g																	
Sal	1,55 g																	

Al comparar estas barritas con productos análogos elaborados con harinas tradicionales sin harina de insectos en su composición, sí que se puede apreciar una diferencia significativa en cuanto al contenido proteico de los productos. Por ejemplo, al comparar las barritas elaboradas con harina de *Acheta domesticus* con unas barritas elaboradas con harina de maíz y sin insectos que son comercializadas por la empresa Mercadona (Figura 14), se observa que esta última tiene un menor contenido proteico (5,4 g) en comparación con las barritas elaboradas con harina de grillo, que contienen desde 7,4 hasta 10 g de proteínas, a excepción de la barrita de chocolate, piña y coco (Tabla 6). Esto sugiere, que la incorporación de la harina de *Acheta domesticus* como ingrediente contribuye a elevar el contenido de proteínas de los productos.

Por otro lado, en la Tabla 6 también se incluyen otros tipos de productos elaborados a base de *Acheta domesticus* comercializados por la empresa Insectum. En todos ellos se puede observar un alto contenido en proteínas debido a la presencia de este insecto en la composición de los productos. Por ejemplo, los productos que implican el grillo entero, como los grillos al natural o los grillos al tomate, contienen más de un 50% de proteínas (Tabla 6), mientras que los productos más tipo *snacks*, como las cucharas comestibles o las *chips* con grillo en polvo sabor a ajo presentan un contenido inferior al ir mezclados con otros ingredientes. No obstante, son productos que también presentan un importante contenido en proteínas en comparación con otros tipos de *snacks* tradicionales que no presentan insectos en su composición, como pueden ser las patatas fritas o los colines tipo *grissini*, en los cuales suelen predominar más los hidratos de carbono seguidos de las grasas (Figuras 15 y 16).

Por todo ello, se puede concluir, que la presencia de *Acheta domesticus* contribuye a incrementar el aporte proteico de los productos.



Ingredientes	Composición nutricional										
34% de cereales (harina de maíz, cacao en polvo, harina de arroz, sal y aroma), jarabe de glucosa, 16% de chocolate blanco, emulgente, cacao en polvo, leche entera en polvo.	<table> <tr> <td>Valor energético (100 g)</td> <td>436 kcal</td> </tr> <tr> <td>Grasas</td> <td>13,8 g</td> </tr> <tr> <td>Hidratos de carbono</td> <td>71 g</td> </tr> <tr> <td>Fibra alimentaria</td> <td>2,5 g</td> </tr> <tr> <td>Proteínas</td> <td>5,4 g</td> </tr> </table>	Valor energético (100 g)	436 kcal	Grasas	13,8 g	Hidratos de carbono	71 g	Fibra alimentaria	2,5 g	Proteínas	5,4 g
Valor energético (100 g)	436 kcal										
Grasas	13,8 g										
Hidratos de carbono	71 g										
Fibra alimentaria	2,5 g										
Proteínas	5,4 g										

Figura 11. Información nutricional de las barritas elaboradas con harina tradicional de maíz comercializadas por la empresa Mercadona (Fuente: elaboración propia a partir del etiquetado del producto de la imagen).



Ingredientes	Composición nutricional
Patatas, aceites vegetales (maíz y girasol en proporciones variables), sal (1,2%).	Valor energético (100 g) 509 kcal Grasas 29,2 g Hidratos de Carbono 52,7 g Fibra alimentaria 4,8 g Proteínas 6,3 g Sal 1,2 g

Figura 12. Información nutricional de las patatas fritas Lay's al punto de sal consumidas frecuentemente como snack (Fuente: elaboración propia a partir del etiquetado del producto de la imagen).



Ingredientes	Composición nutricional
Harina de trigo, aceite de oliva (8%), levadura, sal, extracto de malta de trigo	Valor energético (100 g) 380 kcal Grasas 9,5 g Hidratos de Carbono 63,0 g Fibra alimentaria 3,4 g Proteínas 10,5 g Sal 2,0 g

Figura 13. Información nutricional de colines tipo grissini consumidos frecuentemente como snack (Fuente: elaboración propia a partir del etiquetado del producto de la imagen).

5. CONCLUSIONES

Dentro de las más de 2.000 especies de insectos comestibles, el grillo *Acheta domesticus* es una de las más interesantes a nivel nutricional, pues contiene gran cantidad de proteínas de buena calidad, además de ácidos grasos, vitaminas y minerales.

Este insecto se puede consumir de forma natural y directa, lo que se refiere al insecto entero o después de ser sometido a algún proceso de cocinado. No obstante, cuenta con proteínas de elevada solubilidad y con buena capacidad de absorber agua y grasa, lo que lo hace muy adecuado para formar emulsiones o ser utilizado como ingrediente para la elaboración de galletas, panes, *snacks*, pastas o cereales. Además, su incorporación en este tipo de productos permite mejorar el valor nutricional de los mismos, ya que aumenta la proporción de proteínas con aminoácidos esenciales y fibra alimentaria, en detrimento de grasas saturadas y azúcares sencillos.

No obstante, a pesar de que el consumo de este insecto es una práctica tradicional y habitual en lugares como África o Latinoamérica, en los países europeos, como España, todavía existe un gran rechazo a la entomofagia por cuestiones culturales, tal y como se ha podido comprobar con los resultados obtenidos en la encuesta realizada en el presente TFG, pues la gran mayoría de encuestados se niega a consumir insectos, especialmente si estos son visibles en los productos. A su vez, también existe un gran desconocimiento entre la población sobre los beneficios nutricionales y medioambientales del consumo de estos insectos. Por otro lado, hay una mayor aceptación y disposición de la población española a consumir insectos si estos no se perciben visualmente a la hora de ingerir los productos. Por este motivo, la forma más adecuada para conseguir incorporar el grillo doméstico en la dieta de los españoles es a través de su incorporación como ingrediente en otros productos, como los anteriormente mencionados. Para ello, en la actualidad la forma más habitual de incluir *Acheta domesticus* en los alimentos es convirtiéndolo en polvo o harina para después introducirlo en alimentos procesados o para obtener a partir de él algún compuesto de interés, como es el caso de su proteína.

No obstante, actualmente no hay muchas empresas españolas que se dediquen a la cría de grillos y a la elaboración de productos a base de ellos. Además, aún se requiere bastante investigación sobre el consumo y la aplicación alimentaria de estos insectos, pues hasta la fecha existen pocos estudios sobre la influencia que tiene en el sabor y en la textura la incorporación de insectos en la formulación de productos alimenticios, así como estudios que evalúen problemas de alergenicidad o toxicidad derivados de su consumo.

Finalmente, se puede concluir que *Acheta domesticus* es una materia prima potencial, que puede contribuir al desarrollo sostenible, al impacto medioambiental y a la escasez de fuentes alimentarias derivadas de los problemas de sobrepoblación, ayudando a paliar los casos de malnutrición y de déficit proteico. No obstante, para que este insecto pueda formar parte en un futuro de la dieta de los países europeos, las empresas dedicadas a la producción de insectos deberán trabajar en el desarrollo de productos elaborados a base de insectos siempre teniendo en cuenta la aceptación sensorial de los consumidores, y que estos sean seguros y beneficiosos para la salud de los consumidores.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. AESAN (Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición), “*Insectos comestibles y seguridad alimentaria*”. Disponible online en: https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/gestion_riesgos/INSECTOS_nota.pdf (Último acceso: 17/08/2023).
2. AESAN (Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición), 2023a, “*Procedimiento de autorización para comercializar un nuevo alimento en la Unión Europea*”. Disponible online en: https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/seguridad_alimentaria/subdetalle/comercializar_nuevo_alimento.htm (Último acceso: 03/10/2023).
3. AESAN (Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición), 2023b, “*Situación de los insectos en alimentación humana*”. Disponible online en: https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/gestion_riesgos/INSECTOS_ALIMENTACION_.pdf (Último acceso: 03/10/2023).
4. Arce, M. (2023). *Las granjas de insectos se multiplican en España*. Libre Mercado. Disponible online en: <https://www.libremercado.com/2023-07-16/las-granjas-de-insectos-se-multiplican-en-espana-7033450/> (Último acceso: 11/09/2023).
5. Avendaño, C., Sánchez, M., & Valenzuela, C. (2020). *Insectos: son realmente una alternativa para la alimentación de animales y humanos*. Revista chilena de nutrición, 47, 1029-1037. <https://dx.doi.org/10.4067/s0717-75182020000601029>
6. Barrios, K. B. (2017). *Desarrollo de un prototipo de tortilla funcional de maíz (Zea mays) y harina de grillo (Acheta domesticus), como fuente de proteína para dieta humana*. Tesis Doctoral de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.
7. BOE, Reglamento (UE) N° 1101/2011 de 22 de julio, por el que se aprueba la lista positiva de los disolventes de extracción que se pueden utilizar en la fabricación de productos alimenticios y de sus ingredientes. Disponible online en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2011/07/22/1101> (Último acceso: 03/10/2023).
8. BOE, Reglamento (UE) N° 2015/2283 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de noviembre de 2015. Disponible online en: <https://www.boe.es/doue/2015/327/L00001-00022.pdf> (Último acceso: 03/10/2023).
9. BOE, Reglamento (UE) N° 2017/2470 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de diciembre de 2017. Disponible online en <https://www.boe.es/doue/2017/351/L00072-00201.pdf> (Último acceso: 03/10/2023).

10. Comité científico de la EFSA. (2015). *Opinión sobre el perfil de riesgo relacionado con la producción y el consumo de insectos como alimento y pienso*. Revista EFSA, 13, 4257. Disponible online en: <https://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2015.4257> (Último acceso: 09/09/2023)
11. Diario Oficial de la Unión Europea, Reglamento (UE) N° 2022/188 de 10 de febrero de 2022 por el que se autoriza la comercialización de las formas congelada, desecada y en polvo de *Acheta domesticus* como nuevo alimento con arreglo al Reglamento (UE) 2015/2283 del Parlamento Europeo y del Consejo y se modifica el Reglamento de Ejecución (UE) 2017/2470 de la Comisión. Disponible online en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022R0188> (Último acceso: 30/07/2023).
12. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), 2022, “¿Por qué deberíamos interesarnos en los insectos comestibles?”. Disponible online en: <https://www.fao.org/fao-stories/article/es/c/1603348/> (Último acceso: 11/09/2023).
13. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), 2009, *La agricultura mundial en la perspectiva del año 2050. Cómo alimentar al mundo en 2050*. Disponible online en: https://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues_papers/Issues_papers_SP/La_agricultura_mundial.pdf (Último acceso: 03/10/2023).
14. Fernández-Cassi, X., Supeanu, A., Vaga, M., Jansson, A., Boqvist, S., & Vågsholm, I. (2019). *The House Cricket (Acheta domesticus) as a novel food: A risk profile*. Journal of insects as food and feed, 5, 137-157. Disponible online en: <https://doi.org/10.3920/jiff2018.002> (Último acceso: 24/09/2023).
15. González, F., & Contreras, A. T. R. (2009). *La entomofagia en México. algunos aspectos culturales*. El Periplo Sustentable, 16, 57. <https://doi.org/10.21854/eps.v0i16.922>
16. Horcajo, I. P. (2018). *Caracterización de la harina de grillo común (Acheta domesticus) y el estudio de las propiedades nutricionales, fisicoquímicas y sensoriales al introducirlas en una crema de cacao soluble*. Trabajo Fin de Grado de la Universidad Miguel Hernández, España.
17. Hurtado, M. M. C., Moreno, P. C., Daschner, Á., Fandos, E. G., Gómez, A. P., Lázaro, D. R., & Buelga, J. Á. S. (2018). *Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición (AECOSAN) en relación a los riesgos*

- microbiológicos y alergénicos asociados al consumo de insectos*. Revista del Comité Científico de la AESAN, 27, 11-40.
18. INSECTUM, *Venta de insectos comestibles en España* (página web). Disponible online en: <https://insectum.es/> (Último acceso: 14/06/2023).
19. Kröncke, N., Bösch, V., Woyzichovski, J., Demtröder, S., & Benning, R. (2018). *Comparison of suitable drying processes for mealworms (Tenebrio molitor)*. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 50, 20-25. Disponible online en: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2018.10.009> (Último acceso: 02/10/2023).
20. M, G. (2019). *Insectfit, las barritas energéticas con insectos*. Disponible online en: <https://www.brujulabike.com/insectfit-barritas-energeticas-insectos/> (Último acceso 11/07/2023).
21. Mendoza Jimenez, Y. L. (2021). *Estabilidad de harina de grillo (Acheta domesticus) y su incorporación en galletas libres de gluten*. Maestría de la Universidad Autónoma de Querétaro, México.
22. Morton, A. y García-del-Pino, F. (2009). *Caracterización ecológica de nematodos entomopatógenos aislados en suelos de frutales de hueso de zonas mediterráneas*. Revista de patología de invertebrados, 102, 203-213.
23. Nota de prensa de Carrefour, 2018, “*Carrefour lanza una gama de nuevos alimentos a base de insectos*”. Disponible online en: <https://www.carrefour.es/grupo-carrefour/sala-de-prensa/noticias2015.aspx?tcm=tcm:5-47138> (Último acceso: 24/09/2023).
24. Ochieng, B. O., Anyango, J. O., Khamis, F. M., Ekesi, S., Egonyu, J. P., Subramanian, S., Nduko, J. M., Nakimbugwe, D., Cheseto, X., & Tanga, C. M. (2023). *Nutritional characteristics, microbial loads and consumer acceptability of cookies enriched with insect (Ruspolia differens) meal*. LWT, 184, 115012. Disponible online en: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.115012> (Último acceso: 07/07/2023).
25. Osimani, A., Milanović, V., Cardinali, F., Roncolini, A., Garofalo, C., Clementi, F., Pasquini, M., Mozzon, M., Foligni, R., Raffaelli, N., Zamporlini, F., & Aquilanti, L. (2018). *Bread enriched with cricket powder (Acheta domesticus): a technological, microbiological and nutritional evaluation*. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 48, 150-

163. Disponible online en: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2018.06.007> (Último acceso: 11/08/2023).
26. Protix - Join the Future of Food Today (página web). Disponible online en: <https://protix.eu/> (Último acceso 23/09/2023).
27. Segura, A. (2017). *Insectos, el alimento del futuro: dónde y cómo comerlos*. La Vanguardia. Disponible online en: <https://www.lavanguardia.com/comer/materia-prima/20170201/413878355019/que-insectos-comer-donde-alimento-futuro.html> (Último acceso: 05/06/2023).
28. Sillué, S. M., Daschner, Á., Navas, F. J. M., Armendáriz, C. R., Leal, M. J. R., & Pérez, P. Á. B. (2021). *Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) en relación a los efectos del cambio climático sobre la presencia de micotoxinas en los alimentos*. Revista del Comité Científico de la AESAN, 33, 11-51.
29. Turck, D., Bohn, T., Castenmiller, J., De Henauw, S., Hirsch-Ernst, K. I., Maciuk, A., Mangelsdorf, I., McArdle, H. J., Naska, A., Peláez, C., Pentieva, K., Siani, A., Thiès, F., Tsbouri, S., Vinceti, M., Cubadda, F., Frenzel, T., Heinonen, M., Marchelli, R., y col. (2022). *Safety of partially defatted house cricket (Acheta domesticus) powder as a novel food pursuant to regulation (EU) 2015/2283*. EFSA Journal, 20, e07258. Disponible online en: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2022.7258> (Último acceso: 18/09/2023).
30. Turck, D., Bohn, T., Castenmiller, J., De Henauw, S., Hirsch-Ernst, K. I., Maciuk, A., Mangelsdorf, I., McArdle, H. J., Naska, A., Peláez, C., Pentieva, K., Siani, A., Thiès, F., Tsbouri, S., Vinceti, M., Aguilera-Gómez, M., Cubadda, F., Frenzel, T., Heinonen, M., y col. (2023). *Safety of UV-treated powder of whole yellow mealworm (Tenebrio molitor larva) as a novel food pursuant to regulation (EU) 2015/2283*. EFSA Journal, 21, e08009. Disponible online en: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2023.8009> (Último acceso: 10/09/2023).
31. Van Huis, A. (2013). *Potential of insects as food and feed in assuring food security*. Annual Review of Entomology, 58, 563-583. Disponible online en: <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120811-153704> (Último acceso: 23/09/2023).

32. Van Huis, A., Van Itterbeeck, J., Klunder, H., Mertens, E., Halloran, A., Muir, G., & Vantomme, P. (2013). *Edible insects: future prospects for food and feed security (No. 171)*. Food and agriculture organization of the United Nations.
33. VelSid, 2016, *Pasta elaborada con harina de grillos*, Gastronomía & Cía. Disponible online en: <https://gastronomiaycia.republica.com/2016/02/09/pasta-elaborada-con-harina-de-grillos/> (Último acceso: 07/09/2023).
34. Ververis, E., Boué, G., Poulsen, M., Pires, S. M., Niforou, A., Thomsen, S. T., Tesson, V., Fédérighi, M., & Naska, A. (2022). *A systematic review of the nutrient composition, microbiological and toxicological profile of Acheta domesticus (house cricket)*. *Journal of Food Composition and Analysis*, 114, 104859. Disponible online en: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2022.104859> (Último acceso: 09/09/2023).
35. Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., y col. (2019). *Food in the Anthropocene: the EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems*. *The Lancet Commissions*, 393, 447-92. Disponible online en: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31788-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4) (Último acceso: 04/10/2023).