

**UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE**  
**ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ORIHUELA**  
**GRADO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS**



**UNIVERSITAS**  
*Miguel Hernández*

**“ESTUDIO DE LA ADICIÓN DE HARINA DE GRILLO (*Acheta domestica*) EN  
LA ELABORACIÓN DE UN SNACK”**

TRABAJO FIN DE GRADO

Septiembre 2019

Autor: Inmaculada Jiménez Buendía

Tutor: Manuel Viuda Martos



## **ESTUDIO DE LA ADICIÓN DE HARINA DE GRILLO (*Acheta domestica*) EN LA ELABORACIÓN DE UN SNACK.**

### **RESUMEN**

La entomofagia es un hábito alimenticio que se practica en diferentes países, pero es ahora cuando se está abriendo camino en Europa. Hoy en día, esta práctica se está considerando una gran alternativa de fuente proteica a la carne, contando también que su producción es sostenible con el medioambiente. La idea de comer insectos repugna a la mayoría de la población de occidente, por ello es importante trabajar en derribar el tabú cultural hacia este hábito.

El presente trabajo pretende estudiar la variación de un snack salado conforme se aumenta la concentración de harina de grillo con la finalidad de facilitar la innovación de alimentos a base de insectos.

**Palabras clave:** harina de grillo, entomofagia, snack, insectos.



### **ABSTRACT**

Entomophagy is a dietary habit that is practiced in different countries, but it is now when it is making its way in Europe. Today, this practice is being considered a great alternative from protein source to meat, also saying that its production is sustainable with the environment. The idea of eating insects disgusts the majority of the population of the West, so it is important to work on bringing down the cultural taboo towards this habit.

The aim of this paper is to study the variation of a salted snack as the concentration of cricket flour is increased in order to facilitate the innovation of insect-based foods.

**Keywords:** cricket flour, entomophagy, snack, insects.



# ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	7
1.1. Historia de la entomofagia	7
1.2. Situación actual	8
1.3. Valor nutricional de los insectos	10
1.3.1. Valor nutricional del grillo <i>Acheta domesticus</i>	13
1.4. Seguridad alimentaria en insectos	13
1.5. ¿Porque comer insectos?	15
1.6. Snack como acercamiento a los insectos	19
<b>2. OBJETIVOS</b>	21
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	22
3.1. Materias primas	22
3.2. Elaboración del snack	24
3.2.1. Diagrama de flujo	24
3.2.2. Procedimiento de elaboración	24
3.2.3. Formulaciones	25
3.3. Composición química	26
3.3.1. Proteínas	26
3.3.2. Grasas	27
3.3.3. Humedad	27
3.3.4. Cenizas	27
3.3.5. Hidratos de carbono	28
3.4. Propiedades físico-químicas	28
3.4.1. Color	28
3.4.2. pH	29
3.4.3. Actividad de agua (Aw)	29
3.4.4. Textura	29
3.5. Análisis sensorial	30
3.5.1. Prueba hedónica	30
3.6. Análisis estadístico	31
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	32
4.1. Composición química	32

4.2. Propiedades fisico-químicas .....	34
4.3. Análisis sensorial.....	37
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>41</b>
<b>6. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>42</b>



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Registro de insectos comestibles por países de todo el mundo.....	9
<b>Figura 2.</b> Contenido de proteína promedio (%) por 100 g de parte comestible según la especie.....	11
<b>Figura 3.</b> Variables nutricionales (%) por 100 g de parte comestible según la especie.	12
<b>Figura 4.</b> Producción de gases de efecto invernadero (GEI) por Kg de peso ganado. ...	16
<b>Figura 5.</b> Amoníaco en miligramos por día por kg de peso ganado en insectos y cerdo....	17
<b>Figura 6.</b> Porcentaje de parte comestible de distintas especies.....	18
<b>Figura 7.</b> Grillos sacrificados.....	22
<b>Figura 8.</b> Grillos dispuestos para ser liofilizados .....	23
<b>Figura 9.</b> Liofilización de grillos .....	23
<b>Figura 10.</b> Grillos liofilizados antes de ser molidos. ....	23
<b>Figura 11.</b> Grillos liofilizados.....	23
<b>Figura 12.</b> Diagrama de flujo para la producción del snack con harina de grillo .....	24
<b>Figura 13.</b> Snacks Control, 10% HG y 20% HG de izquierda a derecha. ....	25
<b>Figura 14.</b> Snacks 10% HG, Control y 20% HG de izquierda a derecha. ....	26
<b>Figura 15.</b> Digestor Büchi Digestion Unit modelo 426. ....	26
<b>Figura 16.</b> Destilador Büchi Destillation Unit modelo B-316. ....	26
<b>Figura 17.</b> Extractor Soxhlet J.O Selecta Mo 6003286. ....	27
<b>Figura 18.</b> Colorímetro Minolta CM-2600d.....	29
<b>Figura 19.</b> Valores nutricionales en pan con distintas fórmulas de fuente de proteínas por 100 g de producto.....	33
<b>Figura 20.</b> Dureza de las muestras de snacks.....	37
<b>Figura 21.</b> Perfil sensorial de los snacks. ....	38
<b>Figura 22.</b> Opinión general de cada muestra mediante una escala de 7 puntos.....	40

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Contenido en vitaminas en mg/100g .....	13
<b>Tabla 2.</b> Contenido en minerales en mg/100g .....	13
<b>Tabla 3.</b> Formulación utilizada para los distintos snacks .....	25
<b>Tabla 4.</b> Escala y valores del análisis sensorial.....	30
<b>Tabla 5.</b> Composición química de cada de tipo de formulación snack con harina de grillo.....	32
<b>Tabla 6.</b> Propiedades fisico-químicas de cada tipo de formulación de snack con harina de grillo.....	34
<b>Tabla 7.</b> Diferencia de color entre las distintas muestras.....	36
<b>Tabla 8.</b> Índice de pardeamiento en cada una de las muestras.....	36





# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Historia de la entomofagia

Entomofagia es la utilización de insectos como fuente de alimento, el término hace referencia especialmente al consumo de insectos por parte de los humanos. Esta práctica se realiza desde milenios, desde los primeros homínidos (Bellés, 1997) hasta la actualidad con una vista de futuro importante.

Hay indicios de que en la antigüedad se realizara ya esta práctica, sobre todo cuando no se habían desarrollado instrumentos de caza ni técnicas agrícolas, pero la cual se mantenido por todo el mundo hasta la actualidad, principalmente Asia, África y América latina. Los hábitos alimentarios están influenciados por la cultura, que a su vez históricamente está marcada por las creencias religiosas, de hecho, existen numerosas referencias de consumo de insectos en escritos religiosos del cristianismo, judaísmo y el islam (Simion, et al., 2019). Estas referencias van desde el Levítico (Antiguo testamento), donde menciona que las langostas (Langosta del desierto; *Schistocerca gregaria*) se presentan como una fuente de alimento (FAO, 2013) pasando por la tradición islámica en la que se habla del “permiso” para comer insectos como las langostas, abejas, hormigas, piojos y termitas, hasta llegar a la cultura judía donde estaba ampliamente aceptado comer ciertas especies de langostas (Arango-Gutiérrez, 2009).

Las primeras referencias de entomofagia en Europa vienen de Grecia, donde comer cigarras era considerado un manjar y se vio reflejado por Aristóteles en su obra *Historia Animalium* (384-322 a.C.), según el cual afirmaba que el sabor de las hembras adultas de cigarra sabían mejor tras la cópula al estar llenas de huevos (Lobato-Villa, 2016).

Las referencias hacia la entomofagia siguieron a lo largo de los siglos. Entre estas se puede destacar a Diodoro de Sicilia (historiador griego del siglo II a.C) el cual denominó a la gente de Etiopía “Acridophagi” por su dieta basada en langostas (familia *Acrididae*) y saltamontes. Por otro lado, en la antigua Roma, el escritor y naturalista Plinio el Viejo (autor de *Historia Naturalis*) hizo referencia a un plato llamado “cossus” que era muy

codiciado por los romanos y que, según [Bodenheimer \(1951\)](#) el ingrediente principal era la larva de escarabajo *Cerambyx Cerdo*.

También se encuentran referencias entomófagas en Asia, donde la literatura china se plasmaba el uso de insectos de forma tradicional, más concretamente en el compendio de materia médica de Li Shizhen durante la dinastía Ming (1368-1644) y en el cual incluía gran cantidad de recetas con insectos resaltando los beneficios medicinales de cada una de ellas ([Lilholt, 2015](#)).

Pese a la gran cantidad de personas que han apoyado esta práctica, se puede destacar a Ulysse Aldovandi, entomólogo y naturalista italiano, que fue considerado el creador de la entomología y el cual, en su libro “Animalibus Insectis Libri Septem” de 1602, se aprecian referencias, conceptos y descripciones de sus observaciones. Destacó también que se practicaba la entomofagia en las antiguas civilizaciones del Lejano Oriente y los insectos se consideraban uno de los alimentos más importantes ([van Huis, et al., 2013](#)).

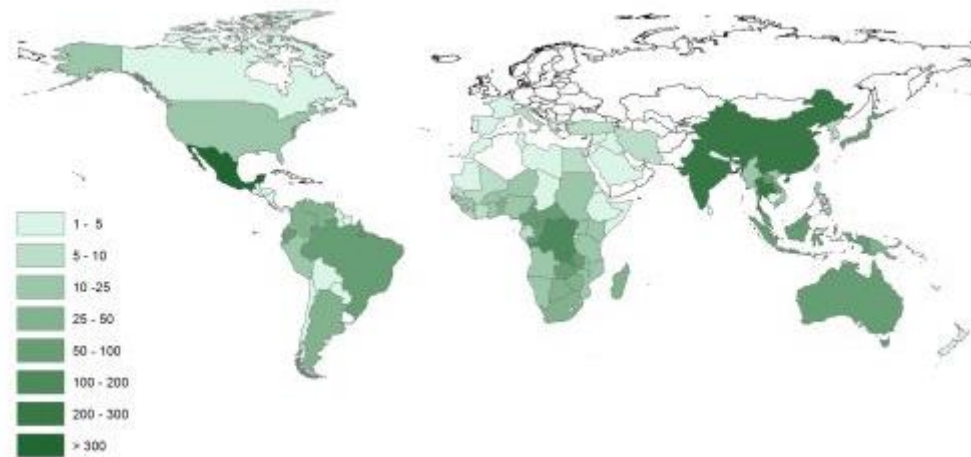
A lo largo de los años, muchos entomólogos defendían el uso de insectos como alimento, pero no llegó afianzarse esta práctica del todo en zonas como Estados Unidos y Europa ([van Huis, et al., 2013](#)).

## **1.2. Situación actual**

Actualmente, pese al rechazo de varios países al consumo de insectos, esta práctica es llevada a cabo por todo el mundo, especialmente en los países de Asia, África y América latina como se ha mencionado anteriormente. Debido a la gran diversidad de especies de insectos que existen, no se puede obtener una cifra exacta de estos, pero gracias a la recopilación de varios trabajos de investigación, se puede hablar de más de 1 millón de especies descritas y de entre 4 a 30 millones de especies que se estima que pueden existir en el planeta ([Costa-Neto, 2016](#)), además aproximadamente más de 1.400 especies son conocidas por ser comestibles ([van Huis, et al., 2013](#)). Con estos datos se puede considerar a los insectos como al grupo más dominante de biomasa animal en el planeta.

A continuación, en la figura 1 se puede ver la recopilación de insectos que son consumidos por país:

**Figura 1.** Registro de insectos comestibles por países de todo el mundo.



Fuente: Centre of geo information by Ron van Lammeren, Wageningen University, basado en la información recogida por Jongema, 2017.

Clasificando el planeta por biozonas acerca de los insectos consumidos, se estima que en la zona Neotropical hay 523 especies consumidas, seguida de la zona Oriental con 388 especies, la zona Afrotropical 324, la Paleártica con 290, la Neártica con 72 y la Australiana con 56 especies (Costa-Neto, 2016).

Se puede apreciar como en las zonas tropicales se consume más cantidad de insectos, esto no solo es debido a nivel cultural, sino que en estas zonas se registran mayores temperaturas y con lo cual, estos tienden a ser de mayor tamaño, siendo más accesibles para recolectarlos y consumirlos (Pal y Roy, 2014). Su mayor tamaño es debido a que las mayores temperaturas permiten una mayor difusión del oxígeno a través del sistema respiratorio traqueal de los insectos (Kirkpatrick, 1957).

Por otro lado, haciendo referencia al tipo de especies más consumidas, se pueden encontrar en orden de preferencia (Simion, 2019):

- Coleoptera (cucarachas, escarabajos)
- Lepidoptera (orugas)
- Hymenoptera (abejas, avispas, hormigas)

- Orthoptera (saltamontes, langostas, grillos)
- Hemiptera (pulgones, cigarras, chinches)
- Isoptera (termitas)
- Odonata (libélulas)
- Diptera (moscas)

Hace unos años, la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura) se involucró en el apoyo del consumo de insectos de manera que genera e intercambia información a través de noticias y publicaciones, conciencia sobre el papel de los insectos e incluso confiere apoyo a países miembros a través de proyectos de terreno, lo que puede llegar a sensibilizar a nuevos países de su consumo.

### **1.3. Valor nutricional de los insectos**

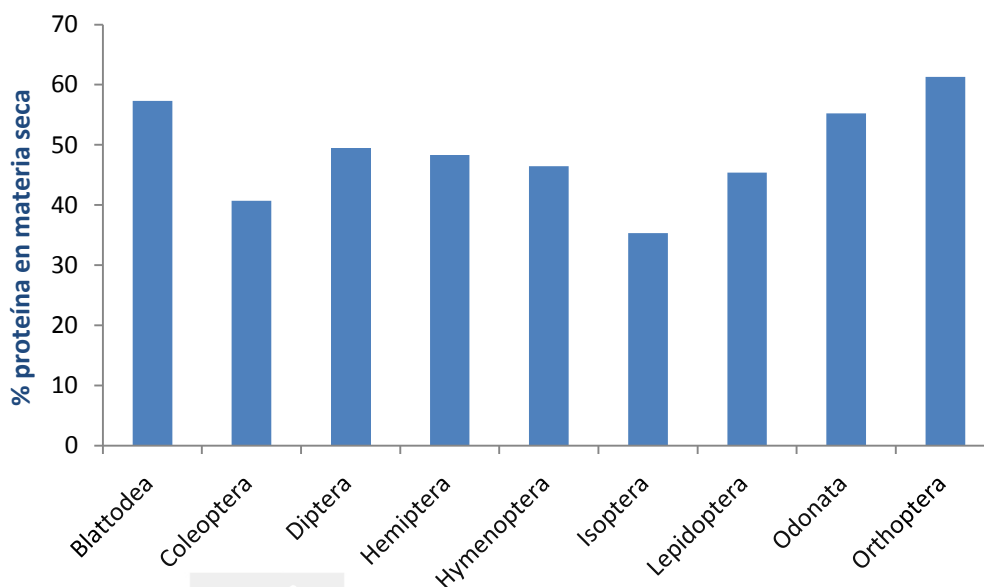
Se habla de la importancia del valor nutricional de los insectos y por ello, se plantean como una buena alternativa de consumo de futuro, pero primero hay que informar y concienciar a la gente empezando por el valor nutritivo de estos. Hay que tener en cuenta, que al igual que varían nutricionalmente las distintas carnes (pollo, ternera, cordero, cerdo...) que se dispone para el consumo, varían nutricionalmente los insectos según su especie y su etapa metamórfica (FAO, 2014).

Según la FAO, se puede encontrar una recogida de datos sobre los nutrientes en diferentes insectos en el trabajo realizado por Rumpold y Schlüter (2013). Los componentes nutricionales con más importancia de los insectos son; proteína, energía, grasa y fibra, pudiendo destacar en segundo lugar minerales y vitaminas.

En cuanto a las proteínas, que es el nutriente mejor calificado, varía según la especie y tienen un valor entre 35 y 61 % aproximadamente en base en materia seca. En la figura 2 se puede observar la cantidad de proteína promedio de cada especie y además, se observa que la especie Orthoptera, a la que pertenece a los saltamontes y los grillos, presenta una mayor cantidad de proteína.

Además, estas proteínas en general cumplen con los requisitos de la OMS para los aminoácidos, pudiendo resaltar valores altos en fenilamina, tirosina y algunos insectos son ricos en triptófano, lisina y treonina (Pal y Roy, 2014).

**Figura 2.** Contenido de proteína promedio (%) por 100 g de parte comestible según la especie.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos adquiridos del trabajo de Rumpold y Schlüter, 2013.

Siguiendo con los datos adquiridos por el trabajo de Rumpold y Schlüter, (2013) Respecto a las grasas, se pueden considerar el segundo nutriente en mayor proporción de los insectos comestibles. El valor de las grasas teniendo en cuenta cada especie, varía entre un 13,4 y un 33,4 %, siendo la especie Coleoptera la de mayor cantidad. También hay que tener en cuenta la fase de desarrollo en la que se encuentre el insecto, puesto que en general tiene valores mayores en estado de larva que en etapa adulta, destacando así la familia Lepidoptera con unos valores entre 77 y 77,13 % de grasa. Dentro de las grasas destacó su contenido en ácidos grasos saturados que varía con un valor de 30,83 % para la especie Hymenoptera a 41,97 % para la especie Isoptera. Se encuentra también unos valores de ácidos grasos monoinsaturados que varían entre 22% (Isoptera) y 48,60% (Hymenoptera) y los ácidos grasos poliinsaturados cuentan con unas cantidades entre 15,95 y 39,76% para Diptera y Lepidoptera respectivamente. Además dentro de los ácidos grasos poliinsaturados se encuentran cantidades altas de linoleico y linolénico.

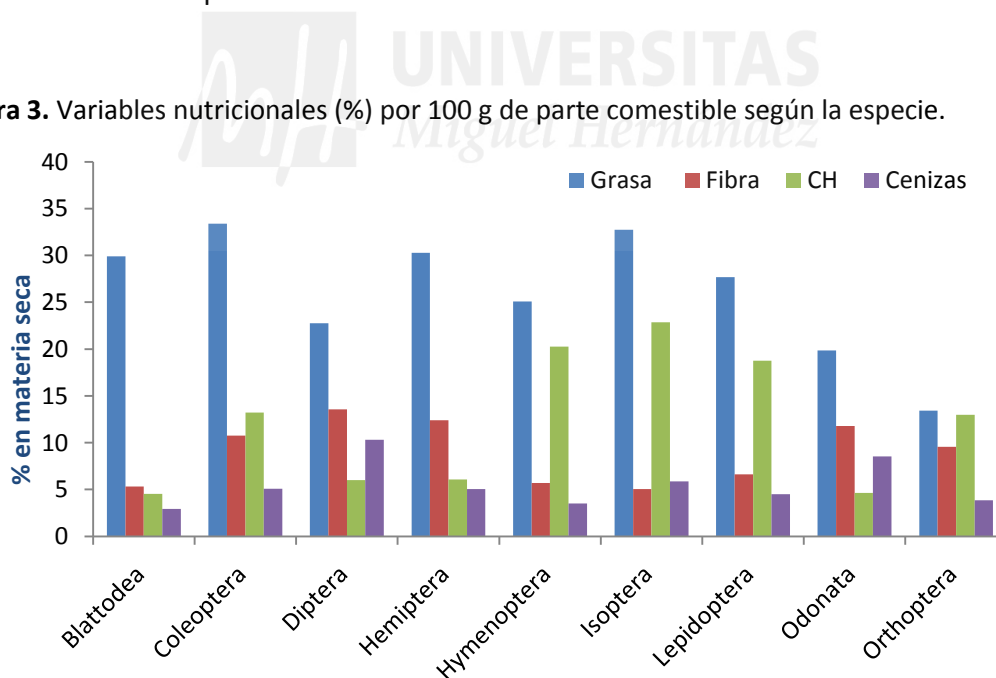
El contenido de la fibra promedio varía entre 5,06% (Isoptera) a un 13,56% (Hemíptera), siendo la quitina la fibra más común en todos los artrópodos puesto que es el componente principal de su exoesqueleto. En cuanto a los carbohidratos distintos de la fibra están en un valor del 4,63% al 22,84% en las familias de Odonata e Isoptera respectivamente.

El contenido de ceniza promedio varía entre 2,94% para Blattodea y 10,31% para Diptera.

Otro dato sobre el valor nutritivo de los insectos comestibles se encuentra en el valor energético, puesto que oscila entre un valor de 409,78 y 508,89 kcal por 100 gramos de materia seca, un valor importante en comparación con muchos alimentos y que es debido a sus componentes mayoritarios; proteínas y grasas.

En la figura 3, se observa como varían los nutrientes en las distintas especies corroborando las especificaciones de los datos anteriormente mencionados.

**Figura 3.** Variables nutricionales (%) por 100 g de parte comestible según la especie.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos adquiridos del trabajo de Rumpold and Schlüter, 2013.

En los micronutrientes se puede encontrar cantidades significativas en los minerales de cobre, hierro, magnesio, manganeso, fósforo, selenio y zinc. Luego, las vitaminas son generalmente ricas en riboflavina, ácido pantoténico y biotina y en Coleoptera y Orthoptera también son ricos en ácido fólico.

### 1.3.1. Valor nutricional del grillo *Acheta domesticus*

Siguiendo con los datos proporcionados por el trabajo realizado por Rumpold y Schlüter (2013), ya que entre especies las cifras de los nutrientes varían, en este apartado se puede resaltar la cantidad concreta para el grillo *Acheta Domesticus* adulto, el cual es el elegido como objeto de estudio para este trabajo de fin de grado.

Como ya se ha visto, las proteínas es el principal nutriente que se encuentra en los insectos, y en esta especie se tiene un valor de 66,56 % de proteína. En segundo lugar, por lo general, se encontraría con la grasa como siguiente nutriente principal, pero en este caso la grasa y la fibra tienen un mismo valor de 22,08 %, por lo tanto, bastante significativos los dos. El contenido de cenizas es de un 3,57% y como es de esperar con los nutrientes mencionados, con un valor energético considerable, 455,19 kcal por 100g en materia de seca.

Las vitaminas y minerales son presentados en la tabla 1 y 2, respectivamente, con las cuales será más fácil apreciar sus valores en micronutrientes.

**Tabla 1.** Contenido en vitaminas en mg/100g

Vit E	Vit C	Vit B1	Vit B2	Vit B3	Vit B5	Vit B7	Vit B9
63.96	9.74	0.13	11.07	12.59	7.47	55.19	0.49

Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por el trabajo de Rumpold y Schlüter, 2013.

**Tabla 2.** Contenido en minerales en mg/100g

Ca	K	Mg	P	Na	Fe	Zn	Mn	Cu	Se
132.14	1126.62	109.42	957.79	435.06	6.27	21.79	3.73	2.01	0.06

Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por el trabajo de Rumpold y Schlüter, 2013.

### 1.4. Seguridad alimentaria en insectos

Hay que tener en cuenta que siempre hay que evaluar la seguridad de un alimento para el consumo humano, ya que como la mayoría de alimentos que son consumidos hoy en día han sido examinados para no sufrir ningún tipo de riesgos químicos, físicos y/o microbiológicos y es crucial para disfrutar de una seguridad alimentaria. Hace

relativamente poco que se intentó generalizar el consumo de insectos gracias a la publicación de la FAO en 2013, por tanto, todavía se están realizando estudios acerca de la seguridad en su consumo. Por el momento, gracias a algunos estudios se puede saber algunos riesgos que hay que tener en cuenta (Davidson, 2012).

Los insectos pueden presentar riesgos microbiológicos ya que en la recogida de estos en el campo o en granjas en los que están expuestos, pueden llegar a estar infectados por microorganismos patógenos como bacterias, virus, hongos, protozoos y otros (van Huis, et al., 2013). Por otro lado, no se pueden considerar estos patógenos potencialmente de riesgo ya que son taxonómicamente separados de los humanos y por lo tanto, inofensivos. Por ejemplo, algunos insectos pueden presentar hongos y levaduras en cantidades considerables en estado fresco, liofilizado o congelado (*Tenebrio molitor* y *Locusta migratoria*) (FASFC, 2014) pero en general, cualquier riesgo de hongos asociado con los insectos, se puede controlar mediante medidas de higiene y correcto procesado en toda la cadena de producción (EFSA, 2015).

Se puede mencionar que los insectos también pueden mostrar riesgos químicos, debido en mayor medida a que están expuestos a contaminantes ambientales como los plaguicidas, sobretodo especies recolectadas en el campo (van Huis, et al., 2013). Se han dado ejemplos como el saltamontes rojo que se recolecta en regiones como Oaxaca, México y se han encontrado altas concentraciones de plomo debido a las minas cercanas (Handley, 2007). Se pueden mitigar estos riesgos si se mantiene controlado el ambiente en el que se encuentran los insectos y protegiendo los niveles de contaminantes, además de controlar su ciclo de vida ya que, si es corto, hay menos probabilidad de bioacumulación de los metales pesados (EFSA, 2015).

Los alérgenos en los insectos también se consideran un riesgo más a tener en cuenta, ya que algunos insectos pueden causar alergias comparables a las de ácaros del polvo o crustáceos debido a proteínas alergénicas o las proteínas de reacción cruzada con alérgenos como tropomiosina o arginina quinasa (van Huis, et al., 2013). Otro alérgeno que puede estar vinculado a la alergenicidad (puede que con menos frecuencia) es la quitina, el cual se puede encontrar en el exoesqueleto de los insectos. Por otro lado, hay estudios que indican la posibilidad de propiedades relacionadas con el aumento de



respuesta inmune, dependiendo de la vía de administración y el tamaño de partículas de quitina (van Huis, et al., 2013; Muzzarelli, 2010; Lee, et al., 2008).

Estos alérgenos serían evitados con un adecuado etiquetado que los informara correctamente (EFSA, 2015).

En general, para evitar y controlar estos riesgos, se puede adoptar un sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC) en toda la cadena de producción de insectos comestibles. De este modo, se tienen en cuenta las características de las especies, el origen de los insectos, la gestión de la granja, condiciones ambientales entre otras, siendo así una aplicación determinante en el desarrollo y el éxito del sector, asegurando la seguridad alimentaria (van Huis, et al., 2013).

Además, se cuenta con la ayuda de la publicación de una guía de buenas prácticas de higiene y manipulación de insectos destinados al consumo humano y animales (IPIFF) (FAO, 2017), la cual es interesante para desarrollar de forma segura el sector.

A pesar de la información que ya se dispone, sería conveniente realizar más estudios científicos específicos sobre la seguridad de insectos comestibles bajo condiciones controladas (FASFC, 2014).

## **1.5. ¿Porque comer insectos?**

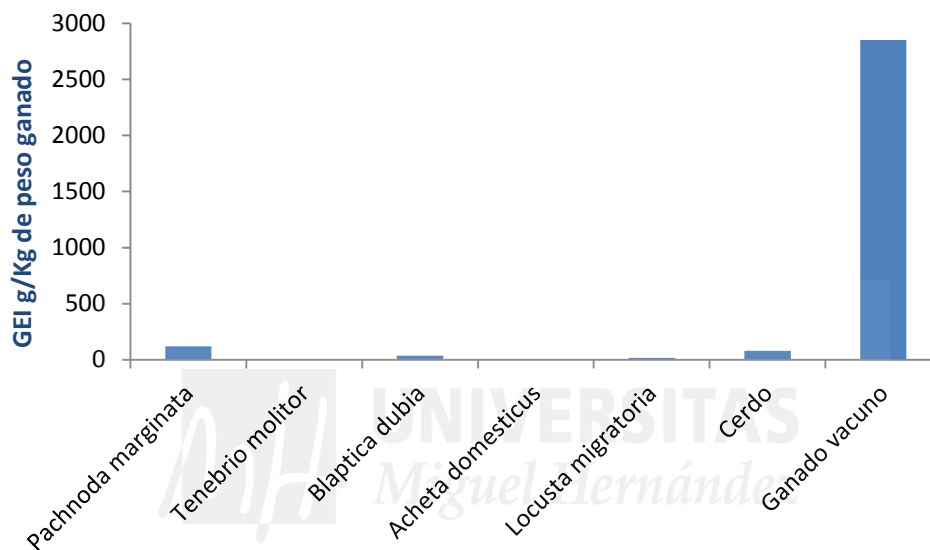
La FAO ya publicó en 2013 el problema que supondrá la sobrepoblación dentro de unos años donde los recursos de alimentos no podrán abastecer adecuadamente a la población entera, por lo tanto, se impone la necesidad de buscar una nueva fuente proteica para complementar los recursos agropecuarios y así satisfacer las necesidades de una población en continuo crecimiento. Se está intentando concienciar de la práctica de comer insectos en todo el mundo por sus múltiples ventajas:

- Ventajas nutricionales: la ventaja más conocida a la hora de concienciar de su consumo. Como se puede apreciar anteriormente, los insectos destacan por su alto contenido en proteína, grasa, fibra y en algunos micronutrientes, pudiendo ser

comparable con otros alimentos de nuestra dieta y por ello considerados una gran alternativa nutritiva a tener en cuenta.

- Ventajas medioambientales: los insectos a diferencia de otros animales, emiten una cantidad considerablemente menor de gases de efecto invernadero, sabiendo que la ganadería supone un 18% de las emisiones (Steinfeld, et al., 2006). Se puede ver esta diferencia en la figura 4 donde se compara los gases de efecto invernadero emitidos por 5 especies de insectos, cerdo y ganado vacuno.

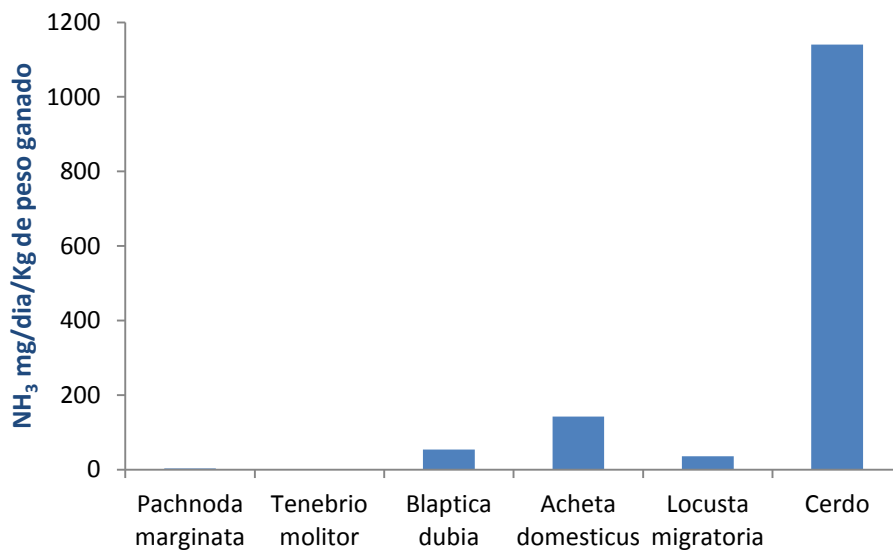
**Figura 4.** Producción de gases de efecto invernadero (GEI) por Kg de peso ganado.



Fuente. Elaboración propia por datos adquiridos del trabajo Oonincx, et al., 2010.

Además, las emisiones de amoníaco (derivado sobre todo de los excrementos) también son en menor cantidad (figura 5), y por lo tanto, los efectos negativos ambientales en aire, tierra y agua son mínimos (Oonincx, et al., 2010).

**Figura 5.** Amoníaco en miligramos por día por kg de peso ganado en insectos y cerdo.



Fuente: Elaboración propia por datos adquiridos del trabajo Oonincx, et al., 2010.

Se debe tener en cuenta también los insectos son las principales plagas agrícolas, por lo que el consumo de estos, puede conducir a una baja utilización de pesticidas, los cuales también son contaminantes del medio ambiente (Patel, et al., 2019).

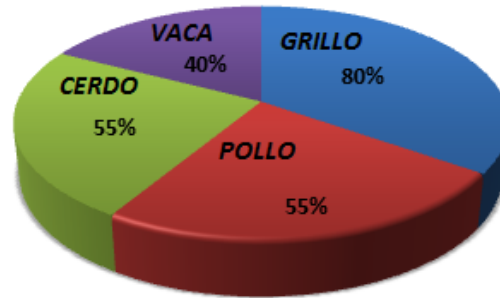
El uso de agua entra dentro de esta ventaja medioambiental ya que según Halloran y Vantomme, 2013, los insectos utilizan mucha menos agua que en la agricultura y el ganado tradicional. Los gusanos de la harina, por ejemplo, son más resistentes a las sequías que el ganado.

A pesar de que se necesiten más estudios para evaluar la seguridad alimentaria, el hecho de que los insectos puedan ser alimentados por residuos biológicos como estiércol o abono, y la capacidad de metabolizar compuestos no deseados (por ejemplo, toxinas) los hacen potencialmente sostenibles. Estos insectos podrían ser utilizados como piensos para animales (Berggren, et al., 2019).

- **Eficiencia:** según Pimentel y Pimentel, 2003, la producción de 1 kg de proteína animal en la ganadería requiere 6 kg de proteína vegetal como alimento. Este tipo de conversión varía esencialmente en función de la especie animal y la forma en que se gestiona. Lo común es que para producir un kilogramo de pollo, cerdo o ternera se requiera 2,5, 5 y 10 kg de pienso respectivamente. Los requisitos en

insectos es mucho menor ya que para producir un kilogramo de grillo (*Acheta domestica*) son requeridos 1,7 kg de alimento (Collavo, et al. 2005). Además, se puede recalcar su eficiencia debido a que contiene mayor cantidad de parte comestible que otras especies, como se puede apreciar en la figura 6 (van Huis, 2013).

**Figura 6.** Porcentaje de parte comestible de distintas especies



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de van Huis, 2013.

- Ventajas económicas y sociales: dada la versatilidad de la dieta de los insectos (residuos biológicos), el bajo consumo de agua que requieren y el mínimo espacio que necesitan para producirse, es uno de los motivos por los que este sector de producción se puede considerar accesible económicamente (Oonicx, et al., 2015).

Además, no se requiere de una tecnología demasiado costosa para la recolección y la cría de insectos, ofreciendo oportunidades laborales y de inversión en el sector (van Huis, et al., 2013).

## 1.6. Snack como acercamiento a los insectos

El sector del snack se puede considerar como uno de los más dinámicos, ya que se adaptan a las preferencias del consumidor constantemente y están en continua innovación.

Según la revista de tecnología alimentaria “Tecnifood”, se observa una amplia combinación de cambios culturales que están llevando al crecimiento y diversificación del snacking. Estas incluyen (Ruiz, et al., 2018):

- Los cambios en los hábitos culturales y alimentarios relacionados con la familia tradicional y los ritmos de trabajo.
- Incorporación de los conceptos de salud, bienestar y las tendencias culinarias con la incorporación y apertura a nuevas experiencias sensoriales.
- El creciente acceso del consumidor a, cada vez más, una variedad de oferta destinada a satisfacer las demandas de nuevos conceptos.

Este sector prevé un futuro en el que se pueden observar múltiples oportunidades para las empresas que quieran acercarse a un segmento de consumidores basándose en nuevos y flexibles estilos para alimentarse. Se da por sentado que estamos en un entorno con cada vez menos restricciones culturales, que las comidas, y concretamente el snacking dará a los consumidores una nueva forma de explorar nuevos tipos de alimentos y bebidas y las marcas deberán incrementar esfuerzos e iniciativas por crear una oferta innovadora y adaptada a la evolución del mercado (Ruiz, et al., 2018).

Teniendo esta información sobre el sector del snack, se sabe que este es la mejor opción para acercar el consumo de insectos a la población. Por el momento, se consideran una opción más relacionada con la curiosidad y con la valentía del consumidor que con el valor nutricional, pero hoy en día se puede comprobar que los estilos de dieta son susceptibles al cambio, como pasó con el sushi, en el que los consumidores se mostraban reacios al consumo de pescado crudo, pero terminó por afianzarse.

Se tiene claro que el sector del snack puede estar abierto a experimentar con los insectos como un ingrediente más, pero el principal motivo por el que el snack es un buen medio de introducción al consumo de insectos es que es un producto procesado, apetecible, normalizado y no se muestra la materia prima en sí misma, que es lo que proporciona inseguridad al consumidor. De esta manera se puede producir más tolerancia a la degustación y desafiar al prejuicio cultural que se suele tener hacia a los insectos.

Por último, no hay que olvidar que para aumentar la disposición a comer insectos tiene que haber un suministro de información sobre la entomofagia y sus productos (Hartmann y Siegrist, 2016).



## 2. OBJETIVOS

El objetivo principal del presente trabajo de fin de grado es el estudio del comportamiento de un snack salado al introducir harina de grillo común *Acheta domesticus* en su composición.

Para conseguir este objetivo principal se han propuesto una serie de objetivos específicos:

- Determinar la composición química de un snack salado con diferentes concentraciones de harina de grillo (*Acheta domesticus*) en el que se obtendrá:
  - Proteínas
  - Grasas
  - Humedad
  - Cenizas
  - Hidratos de carbono
- Determinar la variación de las propiedades fisicoquímicas de los snacks con diferente concentración de esta harina de grillo, en el que se va a obtener:
  - pH
  - Actividad de agua (Aw)
  - Color
  - Textura
- Realizar un análisis sensorial para evaluar la aceptación de los snacks según la concentración de la harina.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Materias primas

- Harina de grillo común (*Acheta domesticus*)

La harina de grillo se realizó a partir de grillos vivos obtenidos de la empresa *La Grillería* (Valencia) en un transporte refrigerado.

Antes de procesar los grillos hubo que sacrificarlos. Este proceso se realizó introduciendo a los grillos vivos en el congelador a una temperatura de  $-20^{\circ}\text{C}$  durante 3 días para bajar su temperatura corporal y paralizar su metabolismo, provocando así su muerte. En la figura 7 se pueden observar los grillos ya sacrificados para ser traspasados a bandejas individuales para su posterior liofilización.

**Figura 7.** Grillos sacrificados.



UNIVERSITAT  
Hernández

Una vez se sacrifican los grillos la obtención de la harina se realizó siguiendo el siguiente procedimiento:

- 1) Liofilización en un liofilizador B. Braun Biotech Christ Alpha 2-4. En la figura 8 se muestra cómo se dispusieron a los grillos para ser liofilizados. Estas bandejas fueron introducidas en el liofilizador como se muestra en la figura 9.
- 2) Molienda con un mortero de arcilla. En la figura 10 y figura 11 se muestra el antes y después del proceso de molienda manual para obtener la harina.



- 3) Envasado en bolsas herméticas. Las bolsas se conservaron a temperatura ambiente y en oscuridad.

**Figura 8.** Grillos dispuestos para ser liofilizados.



**Figura 9.** Liofilización de grillos



**Figura 10.** Grillos liofilizados antes de ser molidos.



**Figura 11.** Grillos molidos



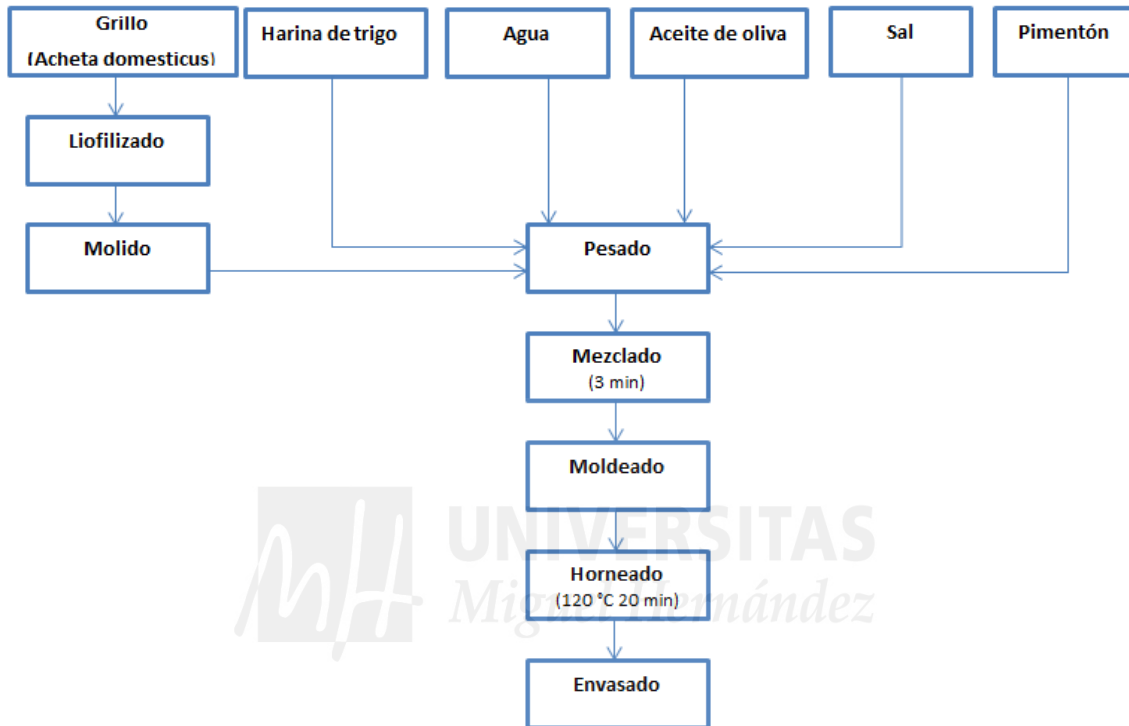
El resto de materias primas: Harina de trigo, agua, aceite y pimentón fueron adquiridos en un supermercado en Orihuela (Alicante).

## 3.2. Elaboración del snack

### 3.2.1. Diagrama de flujo

En la figura 12 se presenta el diagrama de flujo donde se puede apreciar el procedimiento de elaboración de forma esquemática.

**Figura 12.** Diagrama de flujo para la producción del snack con harina de grillo



### 3.2.2. Procedimiento de elaboración

En primer lugar, se prepara la harina de grillo, la cual es elaborada como se indica en el apartado 3.1. y seguidamente se pesa en la cantidad correspondiente a cada tipo de snack que se quiere elaborar (en un 0, 10 y 20% de harina de grillo). Se pesan los demás ingredientes y se mezclan todos con una cuchara de madera hasta que coja consistencia y se realice un boleado con esta. Con la masa preparada, se tiene que estirar con un rodillo de cocina hasta conseguir un grosor lo más fino posible. Una vez estirada la masa se utiliza un molde circular para darle la misma forma a todos los snacks.

Finalmente, se introducen en el horno en bandejas y se ponen a 120°C durante 20 minutos. Se dejan reposar y son almacenadas en bolsas herméticas para conservarlas hasta su uso.

### 3.2.3. Formulaciones

Las formulaciones que se utilizaron para la determinación de la composición química, fisicoquímica y el análisis sensorial de cada tipo de snack son las mostradas en la tabla 3.

**Tabla 3.** Formulación utilizada para los distintos snacks.

	<b>Control</b>	<b>10% HG</b>	<b>20% HG</b>
<b>Harina de trigo</b>	64%	54%	44%
<b>Agua</b>	21%	21%	21%
<b>Harina de grillo</b>	0%	10%	20%
<b>Aceite</b>	13%	13%	13%
<b>Sal</b>	1%	1%	1%
<b>Pimentón</b>	1%	1%	1%

En la figura 13, se puede apreciar como quedaron los snacks tras el horneado donde de izquierda a derecha se disponen las muestras Control, 10% HG y 20%HG. En la figura 14 se encuentran los snacks 10% HG, Control y 20% HG de izquierda a derecha en sus envases para su uso conveniente.

**Figura 13.** Snacks Control, 10% HG y 20% HG de izquierda a derecha.



**Figura 14.** Snacks 10% HG, Control y 20% HG de izquierda a derecha.



### 3.3. Composición química

#### 3.3.1. Proteínas

Las proteínas se determinaron según el método AOAC 24.007 (AOAC, 2000), utilizando el digestor Büchi Digestion Unit modelo 426 (figura 15) y el destilador Büchi Destillation Unit modelo B-316 (Büchi, Suiza) (figura 16). Todas las determinaciones se realizaron por triplicado y el factor que se usó fue de 6,25 para convertir el porcentaje de nitrógeno en porcentaje de proteína, el cual fue proporcionado directamente por el programa. El resultado se expresó en g de proteína/ 100 g de muestra.

**Figura 15.** Digestor Büchi Digestion Unit modelo 426.



**Figura 16.** Destilador Büchi Destillation Unit modelo B-316.



### 3.3.2. Grasas

El contenido en grasa se determinó con el método AOAC 24.005 (AOAC, 1990) con la utilización de un extractor Soxhlet J.O Selecta Mo 6003286 (J. o. Selecta S.A. Abrera, Barcelona, España) (figura 17). Los resultados han sido expresados en g grasa/ 100 g de alimento. El análisis se hizo por duplicado, con un total de 6 muestras.

**Figura 17.** Extractor Soxhlet J.O Selecta Mo 6003286.



### 3.3.3. Humedad

La determinación del contenido de humedad se realizó según lo descrito por el método de la AOAC 24.003 (AOAC, 2000). Se sometieron las muestras, por triplicado, a una temperatura de 105°C durante 24h hasta alcanzar peso constante en una estufa modelo P. selecta (Barcelona, España). Los resultados se determinaron por diferencia de peso y se expresaron en g agua/100 g de muestra.

### 3.3.4. Cenizas

El contenido de cenizas se determinó según el método de la AOAC 24.009 (AOAC, 2000) y las determinaciones se realizaron por triplicado. Para su determinación se utilizó una mufla Habersal modelo 12-PR1300 PAD (Habersal S.A., Caldes de Montibui, Barcelona, España). Se aumentó la temperatura de las muestras gradualmente hasta alcanzar una temperatura de 550 °C para conseguir un polvo blanquecino. Finalmente, este resultado se determinó por una diferencia de peso y fue expresado en g cenizas/ 100 g muestra.

### 3.3.5. Hidratos de carbono

Los hidratos de carbono totales (incluida la fibra) se obtuvieron con la diferencia de todos los valores con respecto a total.

## 3.4. Propiedades físico-químicas

### 3.4.1. Color

Para la determinación del color se utilizó un colorímetro Minolta CM-2600d (Minolta Camera Co, Osaka, Japón) (figura 18), utilizando el observador 10° y el iluminante D65. Para las mismas, se usaron cristales de baja reflectancia entre las muestras y el equipo, del tipo CR-A51/1829-752 (Minolta Camera Co. Osaka, Japón). Se realizaron 9 medidas por cada muestra según las recomendaciones de la American Meat Science Association (2012).

Las mediciones se dieron en coordenadas CIELAB\*, en las cuales la coordenada L\* proporciona resultados de la luminosidad de las muestras, a\* hace referencia a la coordenada verde-rojo y el parámetro b\* a la coordenada amarilla-azul. También se consideró de interés calcular y presentar valores de las magnitudes psicofísicas como el croma (C\*), tono (h\*), la diferencia del cambio de color (AE) y el índice de pardeamiento (BI) cuyo cálculo se realizó mediante las siguientes expresiones:

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

$$h^* = \tan^{-1}(a^*/b^*)$$

$$AE = \sqrt{(L_0 - Lp)^2 + (a_0 - ap)^2 + (b_0 - bp)^2}$$

$$BI = \frac{[100.(x-0.31)]}{0.17} \quad x = \frac{(a+1.75.L)}{(5.645.L+a-3.012.b)}$$



**Figura 18.** Colorímetro Minolta CM-2600d.



### **3.4.2. pH**

Para la determinación del pH, se disolvió 1 gramo de muestra en 10 mL de agua destilada y desionizada. Se determinó el pH de la suspensión mediante un pH-metro GLP 21 Crison (Eutech Instruments Pte Ltd., Singapur) por triplicado.

### **3.4.3. Actividad de agua (Aw)**

La medida de la actividad de agua se realizó por duplicado, utilizando un equipo Novasina Thermoconstanter Sprint TH-500 (Pfäffikon, Suiza) a una temperatura de  $25 \pm 1$  °C. Las muestras se introducían en unas cápsulas de plástico, llamadas cápsulas de Novasina y tras la estabilización se tomó directamente la medida.

### **3.4.4. Textura**

El análisis de la textura de los snacks se realizó utilizando un texturómetro con un cabezal esférico. Las mediciones se hicieron por sextuplicado para cada una de las muestras, obteniendo un total de 18 medidas. Como medida se obtuvo la dureza en gramos.

### 3.5. Análisis sensorial

#### 3.5.1. Prueba hedónica

La prueba hedónica se realizó con la finalidad de determinar cuál era la opinión de los consumidores respecto a los snacks a medida que se aumentaba la concentración de harina de grillo. Participaron 28 personas (13 hombres y 15 mujeres) a las que se les repartió las tres muestras codificadas con números aleatorios.

Se utilizó un tipo de escala verbal estructurada de siete puntos referente al nivel de agrado del juez con respecto al atributo específico. A cada una de estas categorías se le asignó un valor específico como se muestra en la tabla 4.

**Tabla 4.** Escala y valores del análisis sensorial.

Esca	Categoría						
Percepción del atributo	Me disgusta extremadamente	Me disgusta muchísimo	Me disgusta levemente	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta levemente	Me gusta muchísimo	Me gusta extremadamente
Valor asignado	1	2	3	4	5	6	7

El tratamiento de los datos se realizó haciendo el promedio de las puntuaciones, obteniendo así una idea global de la percepción de cada uno de los atributos e incluyendo una opinión general de cada tipo de snack. Los atributos elegidos para ser evaluados fueron:

- Apariencia
- Color
- Olor
- Crujibilidad
- Amargor
- Sabor salado
- Postgusto
- Opinión general



### **3.6. Análisis estadístico**

Las medias y las desviaciones estándar han sido calculadas con métodos estadísticos convencionales. El análisis estadístico se ha utilizado un análisis de la varianza (ANOVA) de un factor (concentración de harina de grillo). La determinación de diferencias significativas se ha realizado con la prueba de Tukey. Ambas pruebas han sido obtenidas con un nivel de confianza del 95%. Los datos fueron obtenidos mediante el paquete para Excel Realstat para el sistema operativo Windows.



## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Composición química

La composición química de las diferentes muestras es representada en la tabla 5. En dicha tabla, se pueden comparar los valores de humedad, proteínas, grasas, cenizas y carbohidratos, teniendo en cuenta que la harina de grillo en cada una de las formulaciones es de 0, 10 y 20%.

**Tabla 5.** Composición química de cada de tipo de formulación snack con harina de grillo.

	Humedad	Proteínas	Grasas	Cenizas	CH
<b>Control</b>	2,08±0,79a	5,76±0,25c	18,09±0,01a	6,58±1,56a	67,48±0,14a
<b>10%HG</b>	0,74±0,18b	20,01±0,18b	17,97±0,59a	4,36±1,00b	56,92±0,32b
<b>20%HG</b>	0,60±0,05b	34,26±0,22a	18,51±0,59a	2,48±0,68c	44,14±0,21c

Valores seguidos de la misma letra minúscula dentro de la misma columna no presentan diferencias estadísticamente significativas ( $p>0,05$ ) según el test de Rangos Múltiples de Tukey.

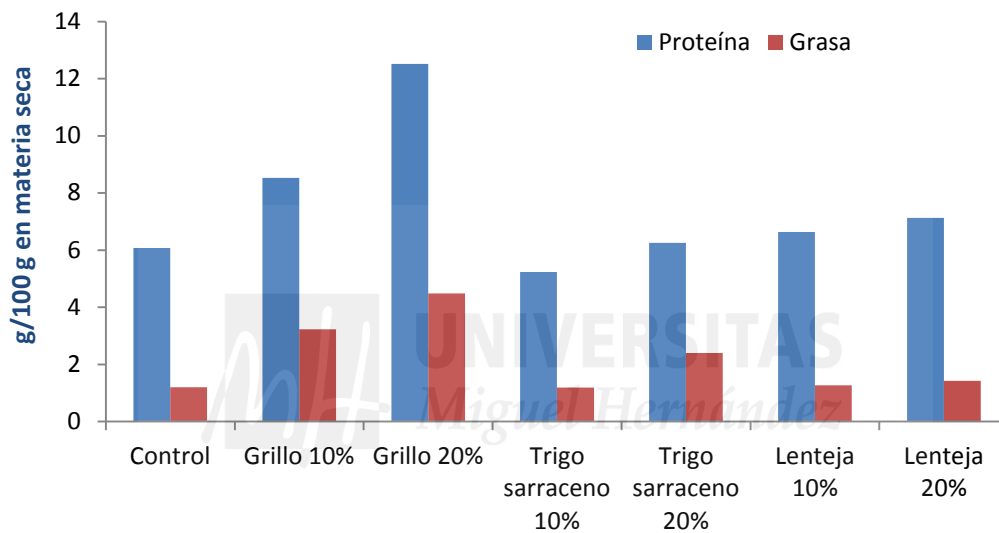
Con respecto a la humedad se aprecia una disminución de este parámetro a medida que aumenta la concentración de grillo. Esta disminución de dicha variable no es estadísticamente diferente ( $p>0,05$ ) entre las muestras adicionadas con el 10% y 20% de harina de grillo, pero si estas muestras y la muestra Control ( $p<0,05$ ). Consultando bibliografía científica, se encontró en varios estudios que la adicción de harina de insecto tiende a disminuir la humedad del producto, alta o ligeramente (Pérez-Horcajo, 2018; González, et al., 2019; Alam, et al., 2019).

Como se podía prever, la cantidad de proteínas a medida que aumenta la cantidad de harina de grillo, aumenta considerablemente las proteínas pasando de unos valores de 5,76 g a 34,26 g por 100 g de muestra de 0% al de 20% de harina de grillo respectivamente existiendo diferencias ( $p<0,05$ ) estadísticamente significativas entre todas las muestras analizadas. De acuerdo con varios estudios, la inserción de harina de grillo común (*Acheta domesticus*) va a aumentar considerablemente la cantidad de proteínas en productos como pan y snacks de trigo salados (Haber, et al., 2019; Severini, et al., 2018; González, et al., 2019).

Las grasas como bien se puede ver en la tabla, no varían de forma significativa estadísticamente ( $p>0,05$ ) de una formulación a otra, rodando las tres muestras en torno al valor de 18 g por 100 g de producto.

En el trabajo realizado por da Rosa-Machado y Thys (2019), se puede apreciar una comparación de valores nutricionales entre panes hechos con distintas fórmulas; grillo (*Gryllus assimilis*), lentejas y trigo sarraceno como fuente de proteínas en 10 y 20% en base de harina (harina de arroz y almidón de maíz) (figura 19).

**Figura 19.** Valores nutricionales en pan con distintas fórmulas de fuente de proteínas por 100 g de producto.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos adquiridos del estudio da Rosa-Machado y Thys, 2019

La adición de harina de grillo dio lugar a un alimento de gran aporte nutricional, por sus proteínas y grasas que son los componentes mayoritarios y se puede ver con más claridad al comparar con otras harinas similares nutricionalmente.

Donde sí se puede apreciar cambios estadísticamente significativos ( $p<0,05$ ) es en el contenido de cenizas, donde la cantidad de estas van disminuyendo conforme aumenta la cantidad de harina de grillo, siendo los valores de 6,58, 4,36 y 2,48 g por cada 100 g de producto en Control, 10% y 20% HG respectivamente. Consultando bibliografía científica, se han apreciado que las cantidades de ceniza suelen aumentar conforme aumenta el enriquecimiento de insectos, resultado contrario al de este estudio.

Por último, los datos de los carbohidratos nos indican que conforme aumenta la harina de grillo disminuye la cantidad de estos. Como bien se ha visto anteriormente en el valor nutricional de los insectos, se sabe que la harina de grillo contiene una cantidad poco significativa de hidratos de carbono, por lo tanto, esta disminución es debido a que conforme subía la cantidad de harina de grillo disminuía la cantidad de harina de trigo, que es el principal ingrediente de estos snacks y en la cual su composición química predomina los carbohidratos.

## 4.2. Propiedades físico-químicas

Con respecto a las propiedades físico-químicas que se puede ver en la tabla 6 se encontró con valores de pH, actividad de agua y las variables de color.

**Tabla 6.** Propiedades físico-químicas de cada tipo de formulación de snack con harina de grillo.

	pH	Aw	L*	a*	b*	C*	h
<b>Control</b>	5,78±0,37a	0,303±0,001c	60,32±1,12a	8,65±1,28b	30,70±1,49a	31,91±1,77a	74,26±0,03a
<b>10%HG</b>	5,39±0,03a	0,212±0,002b	40,83±4,74b	13,54±1,25a	23,93±2,24b	27,51±2,38b	60,49±0,03b
<b>20%HG</b>	5,43±0,03a	0,362±0,002a	34,51±4,47c	11,57±1,56a	17,66±2,60c	21,13±2,88c	56,76±0,05c

Al analizar los valores de pH, se pueden ver como todas las muestras tienen un valor ligeramente ácido y estadísticamente similar ( $p > 0,05$ ) en las diferentes formulaciones. En el trabajo realizado por [Pérez-Horcajo, \(2018\)](#) en el que se trabaja también con harina de grillo común incorporada a una crema de cacao y en el que la harina es incorporada en una cantidad de 0, 5 y 10%, se encontró unos valores similares de pH a los obtenidos en este estudio, siendo de 5,69, 5,64 y 5,64 respectivamente.

Respecto a la actividad de agua, se tiene unos valores que no varían demasiado con el aumento de la concentración de harina de grillo. Se disponen de pocos estudios similares a este trabajo, por lo tanto, se intenta comparar con productos que sean lo más parecidos posibles a los de este estudio. En el trabajo de [Alam, et al., \(2019\)](#) en el que se tienen snacks de harina de insecto (*Hermetia illucens*) con harina de maíz, se tienen valores similares de aw pero ligeramente bajos a los de este estudio, siendo un valor de 0,28 relacionada a una cantidad de 25 % de harina de insecto. En dicho estudio se aprecia que una cantidad mayor de harina de insecto crea una disminución

de actividad de agua. Si se observa también el estudio realizado por [Pérez-Horcajo, \(2018\)](#), aunque la aw de agua sea considerablemente mayor debido a que es una crema, se aprecia que con el aumento de harina de grillo en el producto disminuye la aw en este.

Destacar que en general, en nuestro estudio se encontró unos valores de aw bajos y valores de pH ligeramente ácidos. Estos son unos parámetros condicionantes de la seguridad microbiana de un alimento, por lo tanto, este producto se podría considerar muy poco susceptible a la contaminación microbiana, un dato importante a considerar. Los valores obtenidos de los parámetros de color para los snacks analizados, muestran que hay cambios estadísticamente significativos ( $p < 0,05$ ), principalmente en la luminosidad. Conforme se aumenta la concentración de harina de grillo la luminosidad disminuye, adquiriendo un color más oscuro. Las demás coordenadas, en general, presentan diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre cada una de las muestras, y además indican que tienden hacia un color pardo-oscuro (marrón) que es debida al carácter oscuro de la harina, el cual es transferido a los snacks.

Son escasos los estudios referentes al color sobre este tema de estudio, pero se puede hacer pequeñas comparaciones con estudios como en el de [Alam, et al., \(2019\)](#). En dicho estudio, se apreció como un aumento de harina de insectos y una disminución de harina de maíz, disminuyó su luminosidad, aumentó su parámetro  $a^*$  y disminuyó el  $b^*$ . Comparando dichas variaciones de este estudio con el nuestro, se puede decir que los snacks analizados tienen un comportamiento similar. Además, según el estudio llevado a cabo por [González, et al., \(2019\)](#) en el que se trabaja en la elaboración de pan con harina de trigo y diferentes harinas de insectos (5%), se aprecia que tanto en la harina de *Acheta domesticus* como en otros tipos de harina de insecto se produjo una disminución de la luminosidad en las muestras.

También se calculó la diferencia de color entre el snack Control y los snacks con harina y los cálculos son mostrados en la tabla 7.

**Tabla 7.** Diferencia de color entre las distintas muestras.

	<b>AE</b>
<b>Control-10% HG</b>	21,20
<b>Control-20% HG</b>	29,06

La diferencia de color se calculó entre la muestra Control y la 10% HG y entre la muestra Control y la 20% HG, obteniendo unas diferencias elevadas independientemente y una ligera variación entre la una y la otra. Según el estudio llevado a cabo por Haber, et al., (2019) se daban diferencias de color altas cuando se adicionaba harina de saltamontes (*Schistocerca gregaria*) a un pan de trigo. Los valores de diferencia de color para las muestras en las que se sustituye harina de saltamontes 100 y 200 g/kg de harina de trigo fueron 22,1 y 32,8 respectivamente. Estas diferencias se deben al color oscuro que presenta la harina de grillo que sustituye a la harina de trigo que es de color blanquecino.

En este estudio también se calculó el índice de pardeamiento (tabla 8) para cada una de las muestras, en el que el menor valor pertenece a la muestra Control y la que mayor índice presenta es la muestra 10% HG.

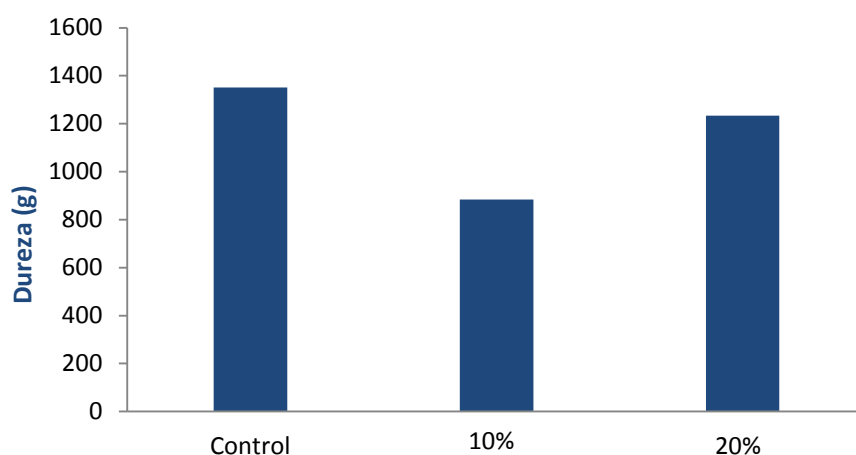
**Tabla 8.** Índice de pardeamiento en cada una de las muestras.

	<b>BI</b>
<b>Control</b>	79.39
<b>10% HG</b>	108.41
<b>20% HG</b>	93.97

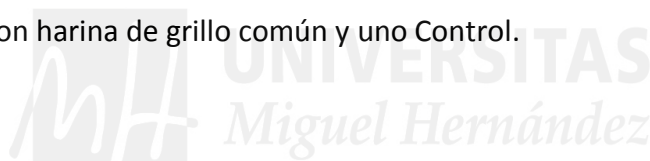
Según informa Severini, et al., (2018) en el que se trabaja con unos snacks enriquecidos con harina de insecto (*Tenebrio molitor*), el nivel de enriquecimiento estaba directamente relacionado con el índice de pardeamiento con valores de 20 a 60 para muestras a 0 y 20% de enriquecimiento de insecto, respectivamente.

Finalmente, en el análisis de las propiedades fisicoquímicas se analizó la textura de los snacks, concretamente su dureza, en la que se representa en la figura 20.

**Figura 20.** Dureza de las muestras de snacks



Se observa que las muestras Control y 20% HG presentan una dureza similar, mientras que estas muestras y la 10% HG son diferentes estadísticamente, presentando una dureza significativamente menor que las demás. En general, la adicción de la harina de grillo a los snacks no ha provocado una diferencia significativa a tener en cuenta, como pasó en el trabajo [González, et al., \(2019\)](#) que no se encontró apenas diferencias entre un pan de trigo con harina de grillo común y uno Control.



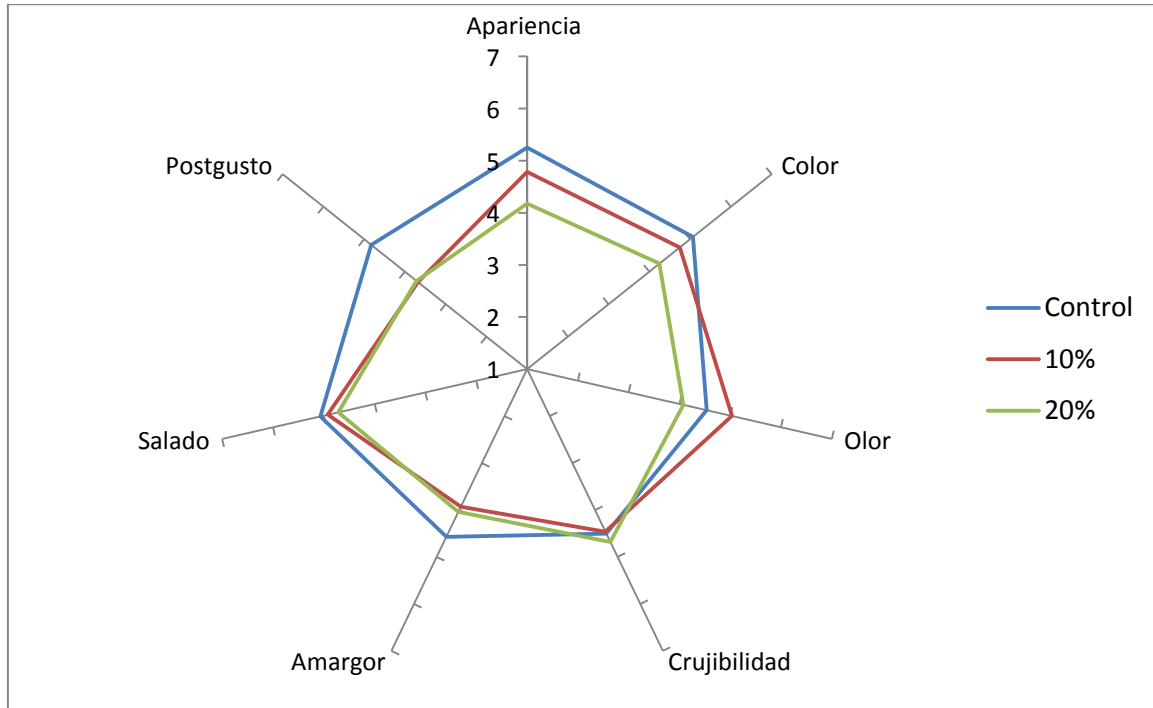
#### **4.3. Análisis sensorial**

En la prueba hedónica que se realizó en este estudio, se obtuvieron datos respecto a todas las variables destacables que se percibían en el snack y fueron analizadas y representadas en la figura 21.

En general, se puede percibir que todos los snacks han tenido una buena aceptación puesto que se esperaba que los jueces fueran con ideas predispuestas al rechazo por la presencia de insectos. Analizando más de cerca los datos representados, se podría decir que las mejores calificaciones son para la muestra Control, indicando así que la presencia de harina de grillo influye en la percepción sensorial.

El color es una importante característica organoléptica en el horneado y eso suele influir en las decisiones de consumo. En este parámetro la puntuación ha ido disminuyendo conforme aumenta la concentración de harina. Esto indica que la disminución de luminosidad en el producto percibido por los jueces es ligeramente negativa.

**Figura 21.** Perfil sensorial de los snacks.



Otro parámetro percibido a simple vista, es la apariencia que presenta el snack. De esta forma presenta resultados similares al color pero con una opinión más generalizada de este siendo los resultados más alejados entre sí. La apariencia de la muestra Control es más positiva según los consumidores y la muestra con más concentración de harina (20%) obtuvo peores resultados, pero a pesar de las comparaciones entre muestras, se sigue posicionando a los snacks con harina de grillo dentro de la aceptación.

Varios estudios muestran que la presentación de los insectos de forma invisible dentro de las preparaciones puede ser eficaz para reducir las percepciones negativas y aumentar su aceptación (Hartmann y Siegrist, 2016; Looy, et al., 2014; Tan, et al, 2015.; Tan, et al., 2016).

Respecto al olor de los snacks, sorprende saber que los consumidores apostaron por el olor de la muestra 10% HG como la mejor evaluada, pero sin embargo la muestra de 20% HG fue la peor calificada. Esto indica que la adición de la harina de grillo proporciona un atributo de olor mejor que sin él, pero que en exceso puede ser negativo en la percepción del consumidor.



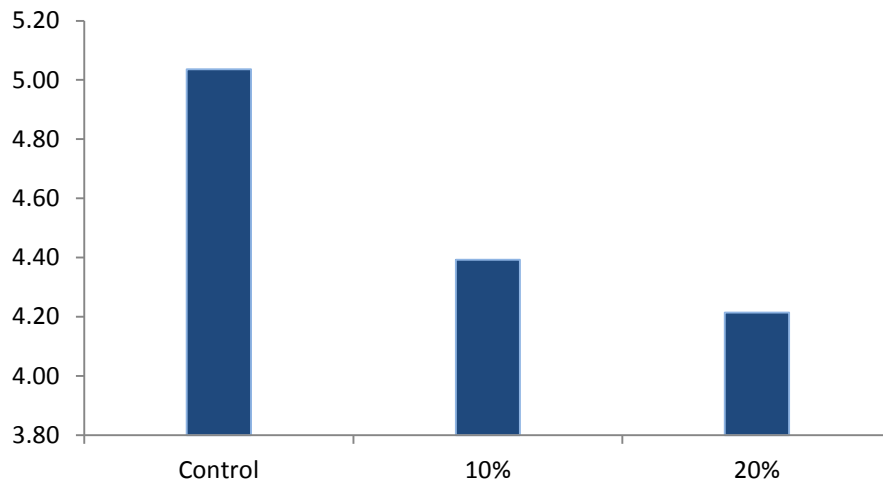
Pese a las diferencias entre muestras de los atributos analizados, se encontró con parámetros con calificaciones similares, que son la crujibilidad y el sabor salado. Las calificaciones para cada una de las muestras en crujibilidad han sido ligeramente las mismas y lo mismo ha pasado con el sabor salado, que en este caso es lógico puesto que llevan la misma cantidad de sal y este nos puede indicar que la objetividad de los jueces es buena y sobretodo que no han juzgado los snacks de manera negativa por no estar familiarizados con la materia prima que lo conforma.

Los parámetros que nos quedan por analizar corresponden a los atributos más negativos de nuestros snacks, siendo el postgusto y el amargor. El postgusto que dejaban los snacks tras consumirlos no eran de agrado para los consumidores, ni el snack con un 10% HG ni con 20% HG, con una similar calificación, pero sí para la muestra Control que tuvo una gran aceptabilidad. En cuanto al amargor percibido en los snacks que contenían harina de grillo, tampoco fue de agrado para los jueces, ni en 10 ni en 20% de concentración. Las muestras Control tuvieron una mayor aceptación, pero los resultados no eran muy dispersos de las demás muestras. Esto nos indica que hay que centrarse en mejorar los atributos del sabor, corrigiendo el amargor y sobre todo tener en cuenta la susceptibilidad de la concentración de harina de grillo en estos.

La evaluación de estos de estos atributos es muy importante, puesto que la promoción de alimentos a base de insectos debe tratar de comprender la psicología del consumidor, preferencias y modular sus estrategias de preparación en consecuencia (Gmuer, et al., 2016).

Por último, se evaluó la opinión general que tenían los jueces hacía cada una de las muestras, mostrando una idea globalizada de la aceptación de todos sus atributos (figura 22).

**Figura 22.** Opinión general de cada muestra mediante una escala de 7 puntos.



Finalmente, los snacks Control obtuvieron una mayor aceptación del producto y la aceptación para los snacks con harina de grillo fue disminuyendo conforme aumentaba la concentración de esta. Esto nos indica que hay que trabajar en corregir ciertos parámetros de las muestras con harina de grillo para obtener una mayor respuesta sensorial hacia estos.



## 5. CONCLUSIONES

- Las propiedades químicas analizadas en este trabajo indican que el aumento de concentración de harina de grillo aumentaba considerablemente la cantidad de proteínas mientras que en las grasas no provocaba cambios relevantes. La humedad disminuyó significativamente con el aumento de harina de grillo.
- La incorporación de harina de grillo también tuvo repercusión en las propiedades fisicoquímicas de los snacks, pudiendo resaltar su baja luminosidad conforme aumenta la concentración de harina
- A nivel sensorial, los snacks tuvieron diferencias entre las muestras Control y las muestras con harina, siendo por lo general la muestras Control como las mejores evaluadas por los consumidores. Estas calificaciones negativas se deben a parámetros como al color, debido a su significativo descenso de luminosidad, al postgusto y el amargor que se percibe conforme aumenta la concentración de harina de grillo. Sin embargo, la introducción de harina (10%) tiene repercusión positiva en el olor.
- Teniendo en cuenta los resultados, en investigaciones posteriores se debería estudiar la inclusión de un 5 % de harina de grillo, puesto que se podrían ocultar los parámetros sensoriales negativos e influir igualmente en sus propiedades nutricionales.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Alam, M.R, Scampicchio, M., Angeli, S., Ferrentino G. (2019). Effect of hot melt extrusion on physical and functional properties of insect based extruded products. *Journal of Food Engineering*, 259, 44-51.
- Arango-Gutiérrez, G.P. (2009). Los insectos: una materia prima alimenticia promisorio contra la hambruna. *Red Revista Lasallista de Investigación*, Bogotá.
- Belgian Scientific Committee of the Federal Agency for the Safety of the Food Chain (FASFC). (12 de septiembre de 2014). Food safety aspects of insects intended for human consumption. [http://www.afsca.be/scientificcommittee/opinions/2014/documents/Advice14-2014\\_ENG\\_DOSSIER2014-04.pdf](http://www.afsca.be/scientificcommittee/opinions/2014/documents/Advice14-2014_ENG_DOSSIER2014-04.pdf) [Acceso: 17 de julio de 2019].
- Bellés, X. (1997). Los insectos y el hombre prehistorico. *Bull. Sociedad de Entomología Aragones*, 20:19-325.
- Belluco, S., Losasso, C., Maggioletti, M., Alonzi, C., Ricci, A., Paoletti, M. (2015). Edible insects: A food security solution or a food safety concern? *Animal Frontiers*. 5. 25-30.
- Berggren, Å., Jansson, A., Low, M. (2019). Approaching Ecological Sustainability in the Emerging Insects-as-Food Industry. *Trends in Ecology & Evolution*, 34(2), 132-138.
- Chávez-Alcívar, B.E., Ubidia-Lugo, D.J. (2015). Elaboración y evaluación de la harina de grillo (*Acheta domestica*) como sustituto de harina de pescado en dos líneas de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) durante la etapa de alevinaje. *Ecuador.P*,23.

- Collavo, A., Glew, R.H., Huang, Y.S., Chuang, L.T., Bosse, R., Paoletti, M.G. (2005). House cricket small-scale farming in Ecological implications of minilivestock: potential of insects, rodents, frogs and snails. *Experimental Agriculture*, 42, pp. 648.
- Costa-Neto, E.M., Dunkel, F.V. (2016). Insects as Food: History, Culture, and Modern Use around the World. *Insects as Sustainable Food Ingredients. Production, Processing and Food Applications*, Chapter 2, 29-60.
- Cruz, P.D, Peniche, C. (2018). La domesticación y crianza de insectos comestibles: una línea de investigación poco explorada y con gran potencial para el desarrollo sostenible y la seguridad alimentaria en México. *Folia Entomológica Mexicana (nueva serie)*, 4(2): 66-79.
- da Rosa-Machado, C., Thys, R.C.S. (2019). Cricket powder (*Gryllus assimilis*) as a new alternative protein source for gluten-free breads. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 56, 102180.
- Davidson, E.W. (2012). History of Insect Pathology. *Insect Pathology. Second Edition*, Chapter 2, 13-28.
- European Food Safety Authority (EFSA). (8 de Octubre de 2015). Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed. doi:10.2903/j.efsa.2015.4257. [Acceso: 20 de Julio de 2019]
- FAO, 2013. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (14 de Enero de 2014). Insects for food and feed. Nutrition. Disponible en: <http://www.fao.org/edible-insects/84625/en/>. [Acceso: 5 de Julio de 2019].
- FAO, 2013. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Insects for food and feed. News. Disponible en: <http://www.fao.org/edible-insects/84722/en/>. [Acceso: 15 de Julio de 2019].

- Gmuer, A., Nuessli-Guth, J., Hartmann, C., Siegrist, M. (2016). Effects of the degree of processing of insect ingredients in snacks on expected emotional experiences and willingness to eat. *Food Quality and Preference*, 54, 117-127.
- González, C.M., Garzón R., Rosel, C. M. (2019). Insects as ingredients for bakery goods. A comparison study of *H. illucens*, *A. domestica* and *T. molitor* flours. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 51, 205-210.
- Govorushko, S. (2019). Global status of insects as food and feed source: a review. *Trends in Food Science & Technology*, 91, 436-445. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.07.032>.
- Haber, M., Mishyna, M., Martinez, J.J.I., Benjamin, O. (2019). The influence of grasshopper (*Schistocerca gregaria*) powder enrichment on bread nutritional and sensorial properties, *LWT- Food Science and Technology*, 115, 108395. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108395>.
- Halloran, A., Vantomme, P. (2013). La contribución de los insectos a la seguridad alimentaria, los medios de vida y el medio ambiente. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponible en: <http://www.fao.org/3/i3264s/i3264s00.pdf>. [Acceso: 25 de julio de 2019]
- Handley, M.A. (2007). Globalization, binational communities, and imported food risks: results of an outbreak investigation of lead poisoning in Monterey County, California. *American Journal of Public Health*, 97(5): 900-906.
- Hartmann C., Siegrist, M. (2016). Becoming an insectivore: results of an experiment. *Food Quality and Preference*, 51: 118-122.
- Kirkpatrick, T.W. (1957). *Insect life in the tropics*. London, Longmans, Green. 150.

- Lee K.P., Simpson S.J., Wilson K. (2008): Dietary protein-quality influences melanisation and immune function in an insect. *Functional Ecology*, 22(6):1052 -1061.
- Lilholt, A. (2015). *Entomological gastronomy. A gastronomical approach to entomophagy*. First Edition, 63.
- Lobato-Villa, I. (2016). ¿Son los insectos los alimentos del futuro? All you need is biology [Internet]. Disponible en: <https://allyouneedisbiology.wordpress.com/tag/origen-del-consumo-de-insectos/>. [Acceso: 28 de Junio de 2019].
- Looy, H., Dunkel F.V., Wood, J.R. (2014). How then shall we eat? Insect-eating attitudes and sustainable foodways. *Agriculture, Food and Human Values*, 31: 131-141.
- Muzzarelli, R.A.A. (2010). Chitins and chitosans as immunoadjuvants and non-allergenic drug carriers. *Marine Drugs* 8(2), 292-312.
- Oonincx, D.G.A.B., van Broekhoven, S., van Huis, A., van Loon, J.J.A. (2015). Feed conversion, survival and development, and composition of four insect species on diets composed of food by-products. *PLoS ONE*, 10(12): e0144601. Doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0144601>.
- Oonincx, D.G.A.B., van Itterbeeck, J., Heetkamp, M. J. W., van den Brand, H., van Loon, J., van Huis, A. (2010). An exploration on greenhouse gas and ammonia production by insect species suitable for animal or human consumption. *Plos One*, 5(12). Doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0014445>
- Patel, S., Rasul-Suleria, H.A., Rauf, A. (2019). Edible insects as innovative foods: Nutritional and functional assessments. *Trends in Food Science & Technology*, 86, 352-359.

- Pérez Horcajo, I. (2018). Caracterización de la harina de grillo común (*Acheta domestica*) y el estudio de las propiedades nutricionales, fisicoquímicas y sensoriales al introducirla en una crema de cacao saludable. Universidad Miguel Hernández de Elche, Orihuela (Alicante).
- Pimentel, D., Pimentel, M. (2003). Sustainability of meat-based and plant based diets and the environment. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 78, 660-663.
- Pal, P., Roy, S. (2014). Edible Insects: Future of Human Food - A Review. *International Letters of Natural Sciences*, 26, 1-11.
- Ruiz, A., Jiménez, A., González, I., Varón, I., Madera, E., Grima, C., Martínez, M<sup>a</sup>.C. (2018). Snacks, imaginación sin límite. *Tecnifood*, 119, 83-85.
- Rumpold, B.A., Schlüter, O.K. (2013). Nutritional composition and safety aspects of edible insects. *Molecular Nutrition Food Research*, 57, 802-823.
- Severini, C., Azzollini, D., Albenzio, M., Derossi, A. (2018). On printability, quality and nutritional properties of 3D printed cereal based snacks enriched with edible insects. *Food Research International*, 106, 666-676.
- Simion, V. E., Bucea-Manea, R., Adriana, A., Martins, O. M. D., Sekovska, B., Dijmărescu, I. (2019). Entomofagy - A viable solution for supporting food security. *Amfiteatru Economic*, 21(51), 462-479.
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., de Haan, C. (2006). *Livestock's long shadow: environmental issues and options*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 3:80-123.
- Tan, H.S.G, Fischer, A.R.H., Tinchan, P., Stieger, M., Steenbekkers, L.P.A, van Trijp, H.C.M. (2015). Insects as food: exploring cultural exposure and individual



experience as determinants of acceptance. *Food Quality and Preference*, 42: 78-89.

Tan, H.S.G., van den Berg, E., Steger, M. (2016). The influence of product preparation, familiarity and individual traits on the consumer acceptance of insects as food. *Food Quality and Preference*, 52: 222-231.

van Huis, A. (2013). Potential of insects as food and feed in assuring food security. *Annual Review of Entomology*, 58(1): 563–583.

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. *FAO Forestry Paper*, 171, 199.

