



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Agronòmica i del Medi Natural

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA DEL MEDIO NATURAL

Seguridad alimentaria y calidad nutricional del uso de insectos
en la dieta

TRABAJO FINAL DE GRADO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS
ALIMENTOS

Curso académico: 2019/2020

Autor: Luis Prósper Ortega

Tutora: María Luisa Gras Romero

Valencia, junio 2020

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, me gustaría agradecer a María Luisa Gras Romero por ser mi tutora, por haberme ayudado todos estos meses de trabajo, por su cercanía, confianza y por darme la oportunidad de poder desarrollar el trabajo con total libertad.

También agradecer a todos mis amigos y familiares que han estado animándome tanto en el trabajo como estos años de carrera.

Pero en especial a mi madre, a mi hermana y a mi pareja, ya que seguramente sin su apoyo yo no habría llegado donde me encuentro.

Título: Seguridad alimentaria y calidad nutricional del uso de insectos en la dieta

Resumen: El consumo de insectos ha demostrado a lo largo de la historia que puede ser una alternativa a la carne animal, ya que supone una fuente sostenible de proteínas, además de aportar otros nutrientes. Sin embargo, su uso en la alimentación animal y humana siempre ha presentado incógnitas. El presente trabajo abordará el estudio de la viabilidad del consumo de insectos. En primer lugar, se tratará la cría de insectos, que es un pilar fundamental para poder convertir a los insectos en productos alimenticios seguros y para poder satisfacer la demanda del mercado. En este apartado, se determinará qué tipo de insectos es más aconsejables criar, sus condiciones de cría, y su eficiencia. A continuación, se analizará la composición nutricional de diferentes órdenes de insectos, a partir de información recogida en diversos artículos. Una vez se haya descrito la composición, se analizará el efecto que puede causar en la dieta humana la sustitución de la proteína animal por la proteína de insecto. En el caso de la alimentación animal, se estudiará la sustitución de la harina de pescado y de la harina de soja por la harina de insectos. En el caso de los humanos, se documentará la incorporación de proteínas de insectos en emulsiones de carne y análogos, y sus efectos. Además, se hará una búsqueda de productos a base de insectos que se venden actualmente en los mercados, para poder reflejar la viabilidad que tendría su comercialización. Seguidamente, se describirá los diferentes riesgos asociados al consumo de insectos, tanto microbiológicos como químicos, así como la interacción de los insectos con priones o virus. Por último, se expondrá las barreras con las que se puede encontrar el uso de insectos como alimento.

Palabras clave: Seguridad alimentaria – Nutrición – Insectos

Autor: Luis Prósper Ortega

Localidad y fecha: Valencia, junio 2020

Tutor: María Luisa Gras Romero

Title: Food security and nutritional quality of the use of insects in the diet

Abstract: Insect consumption has shown throughout history that it can be an alternative to animal meat, as it is a sustainable source of protein, as well as providing other nutrients. However, its use in animal and human food has always been unknown. This work will address the study of the feasibility of insect consumption. First, insect husbanding will be treated, which is a fundamental pillar in order to convert insects into safe food products and to meet market demand. In this section, it will be determined what type of insects it is most advisable to breed, their breeding conditions, and their efficiency. The nutritional composition of different insect orders will then be analysed, based on information collected in various articles. Once the composition has been described, the effect that substitution of animal protein with insect protein can have on the human diet will be analyzed. In the case of animal feed, the substitution of fishmeal and soybean meal with insectmeal shall be considered. In the case of humans, the incorporation of insect proteins into meat emulsions and analogues and their effects will be documented. In addition, an insect-based product currently sold in the markets will be searched to reflect the feasibility of marketing them. The different risks associated with the consumption of insects, both microbiological and chemical, as well as the interaction of insects with prions or viruses, will be described below. Finally, the barriers with which the use of insects as food can be found will be exposed.

Keywords: Food security - Nutrition - Insects

Índice de contenidos

1. Introducción	1
1.1 ¿Qué es la entomofagia?	1
1.2 Antecedentes.....	2
1.3 ¿Por qué insectos?	2
2. Cría de insectos	5
3. Insectos para consumo animal y humano.....	7
3.1 Composición nutritiva de los insectos.....	7
3.1.1 Valor energético.....	8
3.1.2 Proteínas y contenido en aminoácidos.....	9
3.1.3 Lípidos	10
3.1.4 Minerales y vitaminas	11
3.1.5 Fibra	12
3.2 Insectos para consumo animal.....	12
3.3 Insectos para consumo humano	14
3.3.1 Contenido en lípidos	15
3.3.2 Contenido en proteínas	16
3.3.3 Contenido en aminoácidos	17
3.3.4 Contenido en carbohidratos	18
3.3.5 Contenido energético	19
3.3.6 Contenido en fibra	19
3.4 Incidencia actual en la cadena alimentaria occidental	20
3.5 Efectos de procesos industriales y técnicas de cocinado en los insectos.....	21
3.6 Productos a base de insectos vendidos para consumo humano	24
4. Seguridad alimentaria	25
4.1 Riesgos microbiológicos	26
4.2 Parásitos y priones	28
4.3 Peligros químicos	29
4.4 Alergias	30
4.5 Uso de antibióticos	30
5. Barreras	31
5.1 Económicas	31
5.2 Procesamiento	31
5.3 Aspectos legales	31
5.4 Aspectos culturales y aceptación	32
6. Conclusiones.....	35
7. Bibliografía.....	37

Anexos	41
--------------	----

Índice de figuras

Figura 1 Consumo de insectos en diferentes países	4
Figura 2 Países donde el consumo de insectos es mayor	4
Figura 3 Porcentaje de las ordenes de insectos más consumidas	5
Figura 4 Mosca domestica.....	6
Figura 5 Gusano de la harina.....	6
Figura 6 Contenido en nutrientes de harina a base de insectos y harina de soja y pescado	13
Figura 7 Comparación contenido en lípidos.....	15
Figura 8 Comparación contenido en proteínas.....	16
Figura 9 Comparación contenido en aminoácidos.....	17
Figura 10 Comparación contenido en aminoácidos.....	18
Figura 11 Comparación contenido en carbohidratos.....	18
Figura 12 Comparación contenido calórico.....	19
Figura 13 Comparación contenido en fibra.....	20
Figura 14 Cerveza con insectos	24
Figura 15 Snack de gusanos.....	24
Figura 16 Galletitas saladas.....	25
Figura 17 Suplementos proteínas.....	25
Figura 18 Tarántula comestible.....	25
Figura 19 Harina de grillo nutricional.....	25

Índice de tablas

Tabla 1 Composición nutritiva[%] y contenido energético [Kcal / 100g]	8
Tabla 2 Contenido en aminoácidos	10
Tabla 3 Mediana y % CV	14
Tabla 4 Efecto de diferentes tratamientos culinarios	23
Tabla 5 Recuenta carga microbiana	24

1. Introducción

Los insectos son animales invertebrados del filo de los artrópodos. Comprenden el grupo de animales más diverso de la Tierra de los que se conocen aproximadamente un millón de especies diferentes, cada una de ellas con una cantidad de miembros muy abundante. Se caracterizan por tener dos antenas, seis patas y dos alas, a pesar de que en ocasiones no les sirven para volar. Tienen el cuerpo dividido en tres partes: cabeza, tórax y abdomen y en algún momento de su vida, por lo general cuando pasan a la etapa adulta, experimentan un cambio drástico llamado metamorfosis" ("Insectos - Fichas de animales en National Geographic", 2020).

En estos últimos años se ha observado un incremento del interés por el uso de insectos tanto en alimentación humana como para la alimentación animal, ya que suponen una fuente sostenible de proteínas y una alternativa a la proteína animal ("Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed", 2015). Este interés ha causado que la industria de cría de insectos, tanto en Europa como en Estados Unidos, haya experimentado un gran crecimiento en los últimos años.

Por lo tanto, estamos ante un nuevo mercado en vías de desarrollo en el que aún queda mucho por investigar y desarrollar, ya que solo conocemos un número muy pequeño de todas las especies de insectos existentes, pero constituye una gran opción de cara al futuro (Porcisan, 2014).

Sin embargo, en la actualidad algunas normativas, como la europea, impide el uso de insectos como fuente proteica para piensos, solo se permite en el caso de estar destinados a peces o crustáceos, por lo tanto, es necesario una evolución de las diferentes normativas y legislaciones en todo el mundo para que se permita de forma completa el uso de insectos como producto alimenticio (Porcisan, 2014).

1.1- ¿Qué es la entomofagia?

La entomofagia es el consumo de insectos por parte de los seres humanos. Es una práctica que se realiza en diferentes países de todo el mundo, especialmente en zonas de Asia, África, América y Oceanía ("La Contribución de los Insectos a la Seguridad Alimentaria, los Medios de Vida y el Medio Ambiente", 2013).

Aunque la entomofagia siempre ha estado presente a lo largo de la historia del ser humano, es ahora cuando parece que ha resultado más interesante tanto para el mundo de la investigación, como el culinario a través de diferentes entidades ("La Contribución de los Insectos a la Seguridad Alimentaria, los Medios de Vida y el Medio Ambiente", 2013).

1.2- Antecedentes

Los insectos han jugado un papel relevante durante toda nuestra existencia, a través de diversos aspectos de nuestras vidas: alimentación, medicina y cosmética entre otros. El consumo de insectos por parte de los humanos es un hecho que se remonta incluso a los primeros homínidos extendiéndose a lo largo de la historia. Algunos ejemplos: Aristóteles en su obra *Historia Animalium* (384-322 a.C.) indica que comían cícadas; hay referencias del consumo en el antiguo Egipto y en pasajes bíblicos (Vila, 2020).

Dejando atrás la antigüedad, el consumo de insectos ha sido parte de una dieta regular en ciertos continentes, en Asia y América del sur por ejemplo las hormigas y los gusanos de la harina son bocadillos populares (Costa-Neto and Dunkel, 2016). En África también podemos encontrar insectos para su consumo ("A brief history of edible insects in the west (2012-2018) - Bugsolutely", 2020).

Aunque en Europa haya ciertos alimentos que contienen insectos todavía no se ha dado el desarrollo esperado, algo de extrañar dado las ventajas desde el punto de vista ambiental y sostenible que pueden aportar los insectos. No obstante en la actualidad esto está cambiando ya que diversas organizaciones como la FAO e instituciones como la Universidad de Wageningen están estudiando la posibilidad de utilizar los insectos para consumo humano y animal; en Europa la DG de Salud y la Seguridad Alimentaria está replanteándose su política en el área del uso de los insectos, dentro del marco de la legislación sobre nuevos alimentos para alimentación animal y humana y, sobre la necesidad de más medidas políticas para garantizar la seguridad de la cadena alimentaria ("Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed", 2015).

Esta evolución se refleja en que, al principio, las empresas solamente preparaban insectos enteros (fritos o secos) como HotLix (EEUU) y actualmente, dado el creciente interés por el consumo de insectos y la movilización de diferentes entidades hace que aparezcan empresas como Exo Protein que han creado alimentos envasados con insectos y también barras energéticas ("A brief history of edible insects in the west (2012-2018) - Bugsolutely", 2020).

1.3- ¿Por qué insectos?

Como ya se ha señalado la utilización de insectos para consumo animal y humano reporta grandes beneficios económicos, tanto para la seguridad alimentaria y como para el medio ambiente. Concretando, algunos de estos beneficios son ("La Contribución de los Insectos a la Seguridad Alimentaria, los Medios de Vida y el Medio Ambiente", 2013):

- Los gases de efecto invernadero generados en la producción de la mayoría de los insectos son inferiores a los que se generan en la producción del ganado animal. El cerdo genera entre 10 y 100 más gases de efecto invernadero por kilogramo de peso, que los insectos.
- Los insectos pueden alimentarse con residuos biológicos convirtiéndolos en proteínas de alta calidad
- Los insectos pueden ser un complemento alimenticio para los niños desnutridos por su alto contenido en fibra, ácidos grasos y micronutrientes, como cobre o hierro.
- Los insectos tienen un riesgo menor de transmisión de enfermedades zoonóticas, respecto al ganado tradicional.
- Los insectos pueden suponer una oportunidad para desarrollar actividades empresariales de recolección y cría
- Unos de los aspectos a destacar es su biodiversidad en la dieta

Especial relevancia tiene este último aspecto, puesto que los insectos representan aproximadamente el 66% de todas las especies conocidas, lo que constituye más de mitad de la biodiversidad mundial actual. Hay alrededor de 1 millón de especies de insectos conocidos, pero solo alrededor del 7% - 10% de los insectos están descritos científicamente. Dado que muchas especies de insectos aún no se han clasificado, se estima que podría haber alrededor de ocho millones de especies de insectos en la tierra (Gahukar, 2016).

La FAO estima que actualmente hay más de 1000 insectos comestibles utilizados y otros estiman que ese número es superior a 2000. La gran diversidad de insectos provoca que sea una fuente mucho más segura para la seguridad alimentaria con respecto al ganado o peces. Al existir un número tan grande de insectos, las especies locales en cada área podrán ser cultivadas como alimento humano, sin la necesidad de importar especies no nativas con el mismo propósito. Al tener los insectos facilidad para procrear y generar una gran cantidad de huevos, respecto al ganado animal, puede reducir en gran medida la escasez de alimento (Gahukar, 2016).

La biodiversidad de insectos comestibles que se utilizan varía en función de cada país como podemos ver en la figura 1, esto depende de factores como las plantas hospedantes, los sistemas de cultivo, los enemigos naturales y los factores climáticos que pueden afectar a la diversidad de insectos y así mismo influir en la disponibilidad, el cultivo y consumo de estos en cada país (Gahukar, 2016).



Figura 1: Consumo de insectos en los diferentes países ("Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed", 2015)

Observando la Figura 1, muestra que la biodiversidad de insectos comestibles es mayor en continentes como América, Asia, Oceanía y África, pero actualmente con el descubrimiento de nuevas especies de insectos comestibles, ha incrementado significativamente el consumo de estos, en diferentes países (Figura 2) (Gahukar, 2016).

Con esta información podemos reflejar como la preferencia de las comunidades locales puede verse influenciada positivamente por la fácil disponibilidad de especies (Figura 3) (Gahukar, 2016).

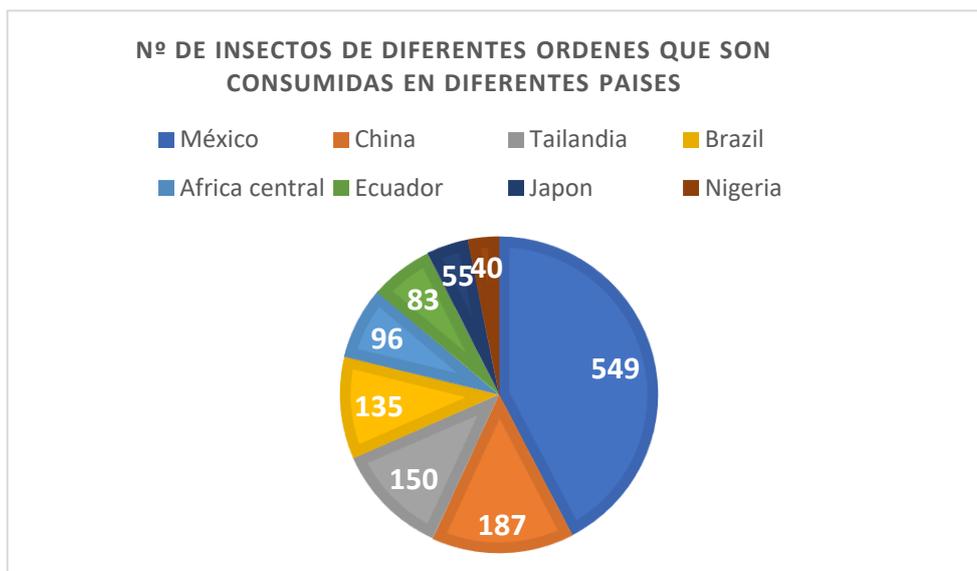


Figura 2: Países donde el consume de insectos es mayor (Gahukar, 2016).

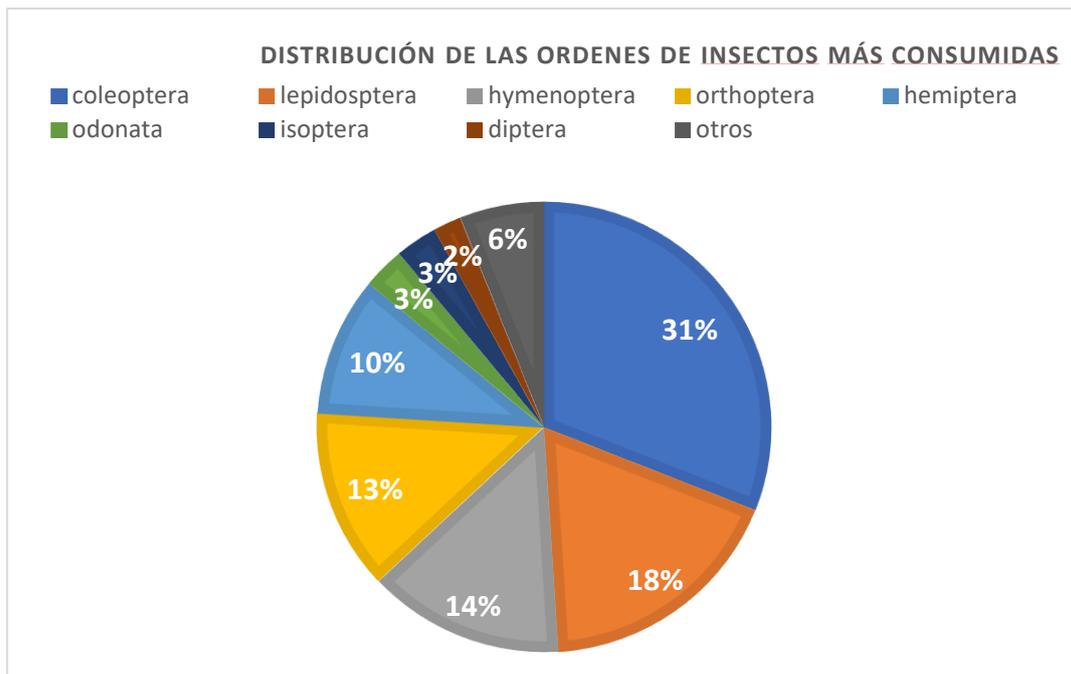


Figura 3: Porcentaje de las ordenes de insectos más consumidas (Gahukar, 2016)

La biodiversidad es importante para mantener una disponibilidad continua de insectos cultivados en cantidad suficiente. ya que nos permite utilizar una especie o subespecie en sustitución a otra si esta, por algún motivo, no pueda criarse. También nos permite utilizar especies nativas o locales sin mucho riesgo ya que están adaptadas al medio permitiéndonos utilizarlos para diferentes usos ya sea para alimentación animal o humana. Además, enriquecen la dieta por sus diferentes características nutricionales (Gahukar, 2016).

2. Cría de insectos

El uso de insectos como fuente principal de consumo humano y animal presenta algunas barreras tecnológicas. Estas son: poder convertir en productos alimenticios seguros a los insectos y poder satisfacer la demanda del mercado produciendo insectos de manera económica, eficiente y sostenible. Para vencer estas barreras lo mejor debe de ser establecer una agricultura eficiente y la producción en masa de insectos. Tenemos que evitar la recolección de insectos del medio silvestre para alimentar a las poblaciones ya que esto implicaría la aparición de diferentes problemas como la falta de seguridad alimentaria como exposición a patógenos, pesticidas, entre otros. En cambio, debemos potenciar la cría en cautividad ya que eliminaría o reduciría los problemas nombrados anteriormente (Gahukar, 2016).

Actualmente existen empresas que se dedican a la cría de insectos para su uso como ingrediente en la composición de piensos y harinas entre otros. Aunque el número de estas empresas es reducido, se espera que haya un incremento de estas a lo largo de los próximos años, ya que la población mundial va aumentando y por lo tanto las necesidades de proteína

animal también aumentan, pudiendo suponer un problema para la seguridad alimentaria y ambiental (Apolo-Arévalo & Lannacone, 2016).

Para la cría de insectos deberemos tener en cuenta para su selección factores como la facilidad de crianza, su sabor y color en función a su finalidad y en función de la zona donde vamos a criarlos ("Assessing the Potential of Insects as Food and Feed in assuring Food Security", 2012).

Otros aspectos importantes a la hora de elegir las especies son los siguientes ("Assessing the Potential of Insects as Food and Feed in assuring Food Security", 2012):

- Las especies para criar deben tener una alta tasa intrínseca de aumento (r_m)
- Las especies para criar deben tener un alto potencial de aumento de biomasa / día (aumento de peso / día)
- Las especies para criar deben tener una alta tasa de conversión (kg de ganancia de biomasa / kg de materia prima)
- Las especies para criar deben tener la capacidad de vivir en altas densidades (kg de biomasa / m^2)
- Las especies para criar deben tener baja vulnerabilidad a enfermedades (resistencia)

Uno de los factores importantes para la elección de insectos es a que van a estar destinados, es decir, si es para alimentación animal o humana. Si se usan como alimento animal se pueden utilizar diferentes corrientes laterales (productos de desecho). En cambio, si se utilizan como para consumo humano deben ser de grado alimenticio ("Assessing the Potential of Insects as Food and Feed in assuring Food Security", 2012).

En cuanto a los insectos que se crían, los más utilizados para alimentación animal son gusanos de la mosca doméstica (*Musca domestica*) (Figura 4) y gusanos de la harina (*Tenebrio molitor*) (Figura 5). Para consumo humano los más utilizados son el grillo nativo (*Gryllus bimaculatus*) y el grillo domestico (*Acheta domesticus*) (Van Huis et al., 2013).



Figura 4: Mosca doméstica ("Gallina Castellana Negra: Mosca Doméstica", n.d.)



Figura 5: Gusano de la harina ("*Tenebrio molitor* 1Kg", n.d.)

La cría de insectos presenta una mayor eficiencia respecto a la cría tradicional de animales por distintos motivos (Dossey et al., 2016).

Los insectos pueden biotransformar una amplia variedad de materia orgánica en masa corporal, y consumiendo menos de 2 g de masa pueden aumentar su peso en 1g; este ahorro energético es debido a que los insectos son de sangre fría y no requieren energía para mantener su calor corporal (Dossey et al., 2016).

Se necesita mucha menos agua y tierra que la actividad ganadera tradicional. Otro aspecto que hace que tenga gran eficiencia es su reproducibilidad (Dossey et al., 2016).

3. Insectos para consumo animal y humano

3.1- Composición nutritiva de los insectos.

De las más de 2000 especies de insectos comestibles que conocemos, solo se ha estudiado la composición nutricional de una pequeña parte de estos. Aunque, como hemos mencionado anteriormente, sabemos que los insectos tienen un alto contenido en proteínas y energía, y en función de cada especie, las condiciones de cría, las fases de desarrollo y su dieta pueden presentar perfiles diferentes de aminoácidos y ácidos grasos, así como cantidades significativas de micronutrientes como cobre, fósforo, magnesio, vitaminas, selenio y zinc (Bisconsin Junior, et al., 2018).

La Tabla 1 agrupa la composición nutricional y su contenido energético, en base seca, de las diferentes ordenes de insectos. Se ha expresado el promedio del contenido en proteínas, grasa, fibra, ELN (extracto libre de nitrógenos, es decir carbohidratos), ceniza y contenido energético junto con su desviación estándar ya que en algunas ordenes de insectos, los datos que teníamos eran abundantes y variaban mucho entre ellos. También se ha reflejado el origen, dado que tanto la procedencia como el sistema de explotación influye en su calidad nutricional se indica también en la misma. Los insectos representados en la tabla son solo algunos de los que se han utilizado para sacar el promedio y la desviación estándar, estos nos proporcionan valores de referencia sobre su contenido nutricional (Rumpold and Schlüter, 2013).

Tabla 1: Composición nutritiva [%] y contenido energético [kcal / 100 g] en base seca de los diferentes órdenes y especies de los insectos comestibles más utilizados. Los valores correspondientes a los órdenes son las medias de n observaciones y su desviación standard (Tabla completa en el anexo). Elaboración propia a partir de los datos obtenidos en (Rumpold and Schlüter, 2013), (Kouřimská and Adámková, 2016) y (Bisconsin-Junior et al., 2018)

Insectos comestibles	proteína[%]	Grasa [%]	Fibra [%]	ELN [%]	Ceniza [%]	Contenido energético [Kcal/100 g]	Origen
COLEOPTERA (n=25)	40±15	30±20	10±6	14±13	6±5	495±115	
<i>Tenebrio molitor</i> (larva)	47,18	43,08	7,44	0,26	3,08	577,44	EEUU (cautividad)
<i>tenebrio molitor</i> (adulto)	60,20	20,80	16,30	0,00	2,70	427,90	México (libertad)
<i>Tenebrio molitor</i> (adulto)	65,29	14,88	20,22	3,86	3,31	379,61	EEUU (cautividad)
<i>Zophobas morio</i>	46,79	42,04	9,26	2,61	2,38	575,53	EEUU (cautividad)
DIPTERA (n=8)	50±13	23±9	14±3	9±5	10±7	410±173	
<i>Musca domestica</i> (larva)	63,99	24,31		1,25	5,16	552,40	Korea del sur (cautividad)
<i>Musca domestica</i> (pupa)	63,10	15,50			5,30	-	EEUU (cautividad)
<i>Ephydra hians</i>	35,87	35,87	9,75	6,56	12,25	216,84	México (libertad)
HEMIPTERA (n=24)	47±16	34±18	13±5	5±4	4±3	497±91	
<i>Pachilis gigas</i> (nimfa)	63,00	26,00	5,00	2,00	4,00	498,00	México (libertad)
<i>Pachilis gigas</i> (adulto)	65,00	19,00	10,00	2,00	3,00	445,00	México (libertad)
<i>Edessa sp</i>	33,00	54,00	11,00		1,00	622,00	México (libertad)
HYMENOPTERA (n=30)	50±11	30±11	6±4	14±9	3±2	505±60	
<i>Polybia sp</i>	57,73	19,22	1,78	20,56	0,71	482,93	México (libertad)
<i>Atta mexicana</i> (hormiga)	46,00	39,00	11,00	0,00	4,00	555,00	México (libertad)
<i>Apis mellifera</i> (larva)	42,00	19,00	1,00	35,00	3,00	475,00	México (libertad)
ISOPTERA (n=4)	38±21	27±7	5±3	25±22	3±1	-	
<i>Termes sp</i>	42,63	36,55	6,14	12,34	2,34	-	Tailandia (libertad)
<i>Macrotermes bellicosus</i>	20,40	28,20	1,70	43,30	2,90	-	Nigeria (libertad)
LEPIDOPTERA (n=40)	45±14	26±17	7±6	20±19	5±3	501±114	
<i>Galleria mellonella</i>	33,98	60	19,52	3,37	1,45	650,13	EEUU (cautividad)
<i>Anaphe venata</i> (caterpillars)	25,7	23,21	2,3	55,6	3,2	-	Nigeria (libertad)
<i>Anaphe venata</i> (larva)	60,03	23,22			3,21	610	Nigeria (libertad)
<i>Bombyx mori</i> (larva)	53,76	8,09	6,36	25,43	6,36	389,6	EEUU (cautividad)
ODANATA (n=2)	55±1	20±4	12±3	5±3	9±6	431±0	
<i>Aeschna multicolor</i>	54,24	16,72	9,96	6,23	12,85	-	México (libertad)
<i>Anax sp.</i>	56,22	22,93	13,62	3,02	4,21	431,33	México (libertad)
ORTHOPTERA (n=40)	64±10	14±12	10±4	8±7	4±2	430±71	
<i>Acheta domesticus</i> (adulto)	66,56	22,08	22,08	2,6	3,57	455,19	EEUU (cautividad)
<i>Brachytrupes sp</i>	61,2	18,7	7,42	7,6	5,05	-	Nigeria (libertad)
<i>Brachytrupes spp</i>	6,25	3,24	1,01	85,3	1,82	-	México (libertad)
<i>Acheta domesticus</i> (nimfa)	67,25	14,41	15,72	3,93	4,8	414,41	EEUU (cautividad)
BLATTODEA (n=7)	60±11	23±12	6±3	8±5	5±2	-	
<i>Blaberus sp.</i>	43,90	34,20	8,44	10,09	3,33	-	México (libertad)
<i>Periplaneta americana</i> L.	65,60	28,20	3,00	0,78	2,48	-	México (libertad)
<i>Periplaneta australasiae</i> F.	62,40	27,30	4,50	2,73	3,00	-	México (libertad)

3.1.1-Valor energético

El valor energético de los insectos comestibles depende principalmente de su contenido en grasa (Kouřimská and Adámková, 2016).

El contenido energético medio de las diferentes órdenes de los insectos comestibles como podemos ver en la Tabla 1 varía entre 409 a 508 kcal / 100 g (basado en materia seca) a excepción de algunos insectos con picos de energía mínimos como el insecto *bombyx mori* (lepidoptera) en su ciclo de larva con un contenido energético de 389,6 Kcal/100g o *Ephydra hians* (díptera) con un contenido energético de 216,84 Kcal/100g y algunos con picos máximos como *Edessa sp* (hemiptera) con un contenido energético de 622 kcal/ 100g o *Galleria mellonella* con un pico de 650,13 kcal/ 100g. También podemos observar que el contenido energético que puede aportar un insecto puede ser diferente en función de si este está en estado de larva o ya es adulto, como sucede con el *Tenebrio molitor* (Tabla 1) siendo superior su contenido energético en estado de larva. Por otra parte, observamos que los valores de energía pueden

fluctuar dentro de una misma especie, pero generalmente la mayoría tienen un valor superior a 400 Kcal/ 100g y este también puede variar en función de su forma y origen de cría (*Tenebrio molitor*, Tabla 1).

En conclusión, el contenido energético de la mayoría de los insectos es alto debido a la cantidad de proteínas y grasas que contienen. Pudiendo compararse con la carne animal (Rumpold and Schlüter, 2013).

3.1.2- Proteínas y contenido en aminoácidos.

Como refleja la Tabla 1 las proteínas son el componente mayoritario de la composición de los insectos ya que el valor medio de esta oscila entre 38 a 64 % del total de la composición en función de las diferentes ordenes, siendo la Orthoptera la mayoritaria.

Se observan picos mínimos de proteínas como *Macrotermes bellicosus* (Isóptera) con tan solo un 20,4 % y máximos como *Melanoplus femurrubum* (nimfa) (Orthoptera) con un 77,1%. (Rumpold and Schlüter, 2013), pero en general los valores están entorno al porcentaje indicado anteriormente.

En otros estudios (Belluco et al., 2013; Kouřimská and Adámková, 2016) el contenido promedio de proteínas de los insectos comestibles llegó hasta el 81% y la digestibilidad de estas, rondó valores del 76 al 96%, siendo algo inferiores a la de la proteína del huevo, pero más alto que gran parte de las proteínas vegetales.

No se observan, a diferencia del contenido energético, por lo general, variaciones de la cantidad de proteínas de los insectos relacionadas al estadio en el que se encuentran, aunque hay excepciones como el *Tenebrio molitor* que en su estado larval tiene un porcentaje bastante inferior de proteínas comparado cuando es adulto, en cambio los demás insectos como *Pachilis gigas* (hemiptera) o *Acheta domesticus* (Orthoptera) tienen valores similares de proteínas independientemente de su estadio. Por otra parte, el origen y forma de crianza parece que influye en las proporciones, aunque no significativamente (Rumpold and Schlüter, 2013).

La Tabla 2 recoge la composición en aminoácidos esenciales de las diferentes ordenes de los insectos comestibles. Como podemos observar se obtuvieron valores con una gran variación que puede deberse en que en algunas ordenes el volumen de datos recogidas por (Rumpold and Schlüter, 2013) fue menor que en otras.

Los insectos contienen una cantidad de aminoácidos nutricionalmente valiosos, con valores altos de lisina, triptófano, tirosina y fenilalanina entre otros (Tabla 2). Aunque en general los valores de aminoácidos son elevados, observamos que en algunas ordenes, como Diptera, son bajos en leucina y cisteína o la orden de los Hemípteros que son bajos en lisina, fenilalanina+tirosina y valina (Tabla 2). Aun así, si comparamos con los requisitos establecidos por la OMS en cuanto al contenido promedio de aminoácidos, los insectos cumplen con estos requisitos a excepción de las ordenes ya nombradas (Rumpold and Schlüter, 2013).

Estas cantidades significativas de lisina y triptófano pueden suponer un buen complemento en países menos desarrollados donde el consumo de ciertos cereales es deficiente en estos aminoácidos (Kouřimská and Adámková, 2016).

Por último, cabe destacar a los insectos de la especie Orthoptera, como los grillos, por su gran contenido en proteínas. (Rumpold and Schlüter, 2013).

Tabla 2: contenido en aminoácidos en mg/ g proteínas de diferentes ordenes insectos comestibles, (Rumpold and Schlüter 2013)

insectos comestibles	Thr	Trp	Val	Arg	Ser	Pro	Ala	Gly	Glu A
Blattodea	34,6	6,0	53,8	41,5	41,9	65,0	56,6	58,7	99,7
Coleoptera	35,2	10,1	51,9	53,9	42,6	64,1	69,5	55,2	123,7
Diptera	38,8	28,3	46,9	49,4	60	27,8	58,9	45,1	98,6
Hemiptera	29,9	10,3	44,3	47,9	10,3		26,4	16,4	23,7
Hymenoptera	41,7	10,3	60,5	43,5	38,2	66,7	72,3	81,3	134,3
Isoptera	27,5	14,3	73,3	69,4					
Lepidoptera	40	11,2	54,1	46,9	48,4	44,9	48,9	43,8	103,4
Orthoptera	35,8	8,1	50,3	53,6	41,9	53,9	77,4	54	94,5
Requerimiento de aminoácidos en la nutrición humana	23,0	6,0	39,0						

insectos comestibles	His	Ile	Leu	Lys	Met	Cys	Met+Cys	Phe	Tyr	Phe+Thy
Blattodea	19,4	29,9	56,4	48,0	29,8	11,6	41,4	30,6	62,3	92,9
Coleoptera	26,3	45,6	74,2	50,6	16,2	14,6	31,9	47,1	55,7	98,6
Diptera	22,3	32,6	57,4	62,9	27,2	5,3	36,6	50,6	56,7	107,3
Hemiptera	15,7	31,5	49,8	28,0	21,7	12,9	32,2	34,4	38,7	63,8
Hymenoptera	27,0	47,8	78,4	53,8	23,8	12,9	30,5	47,5	55,3	104,3
Isoptera	51,4	51,1	78,3	54,2	7,5	18,7	26,2	43,8	30,2	74
Lepidoptera	23,7	40,4	62,7	57,7	22,1	12,2	34,7	46,3	49,1	95,8
Orthoptera	21,2	39,6	74,8	53,9	19,3	12,8	29,8	46,6	61,5	100,3
Requerimiento de aminoácidos en la nutrición humana	15,0	30,0	59,0	45,0	16,0	6,0	22,0			30,0

3.1.3-Lípidos

La grasa (Tabla 1), es el segundo componente mayoritario en la composición nutritiva de los insectos, está varía en función del orden de insectos, con promedios de 14% (Orthoptera) a un 34% (Coleóptera). Y especies con contenidos particularmente altos (*edessa sp* (Hemiptera) con un 54% o bajos como *Bombyx mori* (Lepidóptera) con tan solo un 8% en grasa.

El contenido de grasa suele ser mayor en las etapas larvarias que en los adultos. Un claro ejemplo es el del *Tenebrio molitor*, además el contenido en grasa vemos que puede variar en función del lugar de cría, seguramente a causa de la alimentación (Rumpold and Schlüter, 2013).

En cuanto a su composición lipídica (Kouřimská and Adámková, 2016; Belluco et al., 2013), señalan que los triglicéridos forman el 80 % de la grasa de los insectos seguido de los fosfolípidos, siendo este inferior al 20 % aunque puede variar en función de la etapa de vida.

También tienen un contenido relativamente alto de ácidos grasos C18, incluido el oleico, ácido linolénico y de ácido palmítico.

El colesterol es el esteroles más abundante en los insectos (Kouřimská and Adámková, 2016) aunque en diferentes estudios (Barker, Fitzpatrick & Dierenfeld, 1998; Bisconsin-Junior et al., 2018) ha habido discrepancias en cuanto a los resultados ya que según los valores fueron del 3,6 %, en cambio según Rumpold and Schlüter (2013) los resultados de colesterol fueron muy bajos. Este hecho puede ser debido a que algunos insectos no pueden convertir los esteroides vegetales al colesterol, además también la cantidad de colesterol puede estar influenciada por la dieta (Rumpold and Schlüter, 2013).

Pese a las discrepancias, podemos resaltar que según Santurino et al. (2016) la *A. domesticus*, presentó una concentración elevada de lípidos polares (LP) y una composición variada, ya que además de la fosfatidiletanolamina (FE) y la fosfatidilcolina (FC), contenía fosfatidilinositol (FI) y fosfatidilserina (FS). Este hecho es de importancia ya que, aunque, estos compuestos se han relacionado con efectos beneficios para la salud, también refleja que las discrepancias obtenidas pueden ser debido a que el contenido lipídico de los insectos es muy variado y puede depender de varios factores. Por lo tanto, para su utilización como componente alimenticio debería hacerse un estudio donde se determine con más precisión que insectos y que aspectos son los óptimos.

3.1.4-Minerales y vitaminas

La composición en minerales de los insectos según Rumpold and Schlüter (2013) es muy variada ya que dentro de las diferentes ordenes de insectos la composición mineral entre los mismos era muy diferentes. Por lo tanto, esto se atribuyó a la nutrición de estos insectos, hecho que se refuerza en (Payne et al, 2016) en el cual, los resultados de la composición en minerales y vitaminas de 10 insectos también fueron variados y lo acusaron a la influencia de la ubicación geográfica, la dieta, la estacionalidad y la composición del alimento.

Los trabajos realizados en cuanto a la composición mineral (Rumpold and Schlüter, 2013) indican que, a excepción de la mosca doméstica, los demás insectos presentaban valores bajos en sodio, calcio y potasio y no alcanzan la cantidad requerida para adultos. Se observan cantidades altas en fósforo y en algunos casos también en magnesio, como las ordenes Hemiptera y alguna especie del orden Orthoptera. Las orugas, del orden de los Lepidópteros, tenían grandes cantidades de sodio.

Por último, los valores de hierro en la mayoría de los insectos no fueron suficientes para dosis diaria recomendada en adultos. No obstante a estos resultados, los insectos parcialmente contienen mucho más hierro y calcio (*Tenebrio molitor*, 5,51 Fe [mg/100 g] y 47,18 Ca [mg/100 g]) que la carne de vaca (2,6 [mg/100 g] Fe y 18 Ca [mg/100 g]), cerdo (0,9 Fe [mg/100 g] y 28 Ca [mg/100 g]) y pollo (1,3 Fe [mg/100 g] y 15 Ca [mg/100 g]) (Rumpold and Schlüter, 2013).

En cuanto a su contenido vitamínico los insectos generalmente son ricos en riboflavina, ácido pantoténico, y biotina. Por el contrario, no son una fuente muy abundante de vitamina A, vitamina C (niacina, tiamina), y en la mayoría de los casos en vitamina E. Aunque al igual que sucede con el contenido minerales los datos de las especies fueron muy variados (Rumpold and Schlüter, 2013). Asimismo, el contenido de vitaminas de especies criadas en granjas se puede controlar a través de la alimentación (Rumpold and Schlüter, 2013; Kouřimská and Adámková, 2016). Por lo tanto, si se tiene en cuenta estos factores los insectos comestibles obtenidos en granjas tienen un alto potencial de proporcionar micronutrientes específicos como como cobre, hierro, magnesio, manganeso, fósforo, selenio y cinc, así como de una gran fuente de vitaminas (Rumpold and Schlüter, 2013).

3.1.5-Fibra

Los insectos tienen una cantidad significativa de fibra, gran parte debido a la quitina insoluble que forma el exoesqueleto. La quitina puede dificultar la digestibilidad, aun así, se ha asociado con la defensa de los organismos contra algunas infecciones parasitarias y alergias, así como para la mejora de la respuesta inmune de grupos específicos de personas (Kouřimská and Adámková, 2016). La eliminación de la quitina puede mejorar la calidad de la proteína. Esto ocurre porque algunas proteínas están unidas a la quitina y al no poderse digerir hace que estas no puedan ser absorbidas. Por ejemplo, una eliminación de la quitina de la abeja aumento la digestibilidad de la proteína de 71.5 a 94.3% (Rumpold and Schlüter, 2013).

Hay una cantidad significativa de datos sobre el contenido de fibra, pero es difícil estimar unos valores ya que proceden de diferentes métodos y hace que los datos no sean comparables. Los valores de quitina obtenidos en estas pruebas de las especies criadas comercialmente para insectívoros oscilan entre 2.7 mg y 49.8 mg por kg (fresco) y entre 11.6 mg y 137.2 mg por kg (materia seca) (Van Huis et al., 2013).

3.2- Insectos para consumo animal

Como hemos reflejado en el punto anterior los insectos tienen un gran potencial como alimento. En animales se ha estudiado especialmente el efecto que tiene el uso de harina de insectos como sustitución de la harina de soja o pescado (Van Huis, 2013).

En la Figura 6 se comparan la composición de algunos insectos utilizados como sustitutos de la harina de soja y/o pescado y la composición de estas. Se observa que realmente no hay muchas diferencias, exceptuando la cantidad de lípidos que es mayor en la de los insectos.

Las investigaciones se han dirigido hacia el uso de harinas a base de insectos obtenidas de las siguientes fuentes: de las larvas de la mosca negra, el gusano de la mosca doméstica común (Diptera), las larvas del gusano de la harina (*Tenebrio molitor*) y las familias de insectos que pertenecen al orden Orthoptera, como saltamontes y grillos (Van Huis, 2013).

Estos trabajos se centraron en el efecto de estas harinas en las aves de corral y cerdos. En concreto, según (Rumpold & Schlüter, 2013) la harina de pescado fue sustituida por saltamontes y larvas de la polilla *Cirina forda* y no se observaron diferencias significativas en la tasa de crecimiento y aumento de peso de pollos de engorde. Resultado muy positivo ya que representa una alternativa más económica al de la harina de pescado. Estos resultados se confirman en otros trabajos: ("Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed", 2015; Józefiak and Engberg, 2015; "Feature: Why insects could be the ideal animal feed", 2015), en los que, se ha trabajado con otros insectos como pupas de la mosca doméstica, moscas soldado-negras y gusanos de la harina (*Tenebrio molitor*).

En algunas investigaciones ("Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed", 2015), la harina de soja fue sustituida por moscas soldado y pupas de mosca doméstica en las dietas de las aves de corral y no observaron efectos negativos. Así mismo se reemplazó por harina derivada de cucaracha y termitas con buenos resultados.

Resaltar que la larva de la mosca doméstica como se expone en Rumpold and Schlüter (2013) produjo una mejora en el rendimiento de crecimiento y en la calidad de la cascara de los polluelos, así como un aumento en el contenido de lisina y triptófano en el musculo de los mismo.

En el caso de los cerdos y otras especies como peces y crustáceos, los resultados también fueron satisfactorios y científicos de la FAO ("Feature: Why insects could be the ideal animal feed", 2015), a partir de ensayos de alimentación con estos animales, concluyeron que la harina de insectos podría reemplazar entre el 25% y el 100% a la harina de soja o harina de pescado en las dietas de los animales, sin efectos adversos.

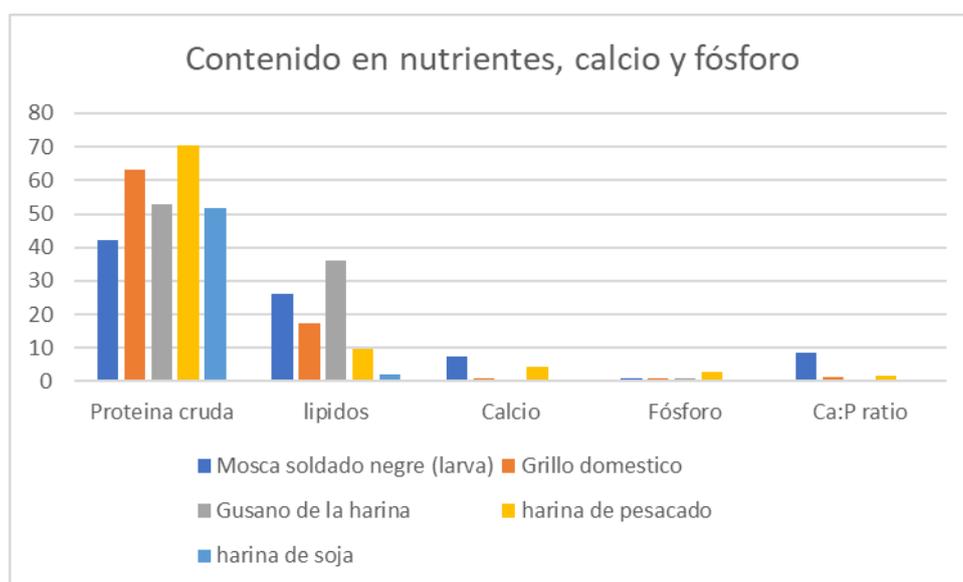


Figura 6: Contenido en nutrientes de harinas a base insectos y harina de soja y pescado (Makkar, Tran, Heuzé & Ankers, 2014)

3.3- Insectos para consumo humano

Conocidos los datos de composición podemos concluir que los insectos en su mayoría son nutricionalmente aptos para el consumo humano ya que como muestra (Rumpold and Schlüter, 2013) concluye que los insectos cumplen los requisitos diarios recomendados según la FAO en la mayoría de los casos.

Con la finalidad de poner de manifiesto la aptitud nutricional de los diferentes órdenes y hacerlo de manera más cercana para el potencial consumidor se han comparado el contenido en base seca (Tabla 1) de cada uno de los grupos nutricionales con alimentos de referencia especialmente ricos en cada uno de ellos.

Las desviaciones standard de las medias de la composición nutricional dentro de un mismo orden pone de manifiesto la elevada variabilidad dentro de las mismas, además en este valor medio no se ha tenido en cuenta el estadio del insecto y ya vimos con algunos ejemplos de las especies más utilizadas podían ser muy diferentes. Por ejemplo, en el contenido de proteínas

Por ese motivo las comparaciones se van a realizar utilizando el valor de la mediana, pues en ella sólo influyen los valores centrales de la distribución y es insensible a valores extremos mientras que la media es muy sensible a valores extremos, como sucede en este caso.

Con el fin de valorar la mayor o menor homogeneidad en la composición nutricional dentro de un orden con los valores disponibles (al menos 20 datos, resaltados en la Tabla 3), se ha obtenido también el coeficiente de variación (porcentaje de la desviación standard respecto de la media) (Tabla 3).

Tabla 3: Mediana y % CV a partir de los datos de la Anexo: Tabla 1. Elaboración propia

Insectos comestibles	% Proteína		% Grasa		% Fibra		% NFE		% Cenizas		Energía	
	CV%	Mediana	CV%	Mediana	CV%	Mediana	CV%	Mediana	CV%	Mediana	CV%	Mediana
COLEOPTERA (n=25)	36	41	70	21	61	9	90	10	93	3	22	520
DIPTERA (n=8)	24	51	34	22	18	14	57	8	57	8	35	460
HEMIPTERA (n=24)	33	40	53	42	41	13	84	4	59	3	18	530
HYMENOPTERA (n=30)	22	46	35	30	78	3	60	11	56	3	11	4876
ISOPTERA (n=4)	49	32	22	25	58	4	75	28	29	3	-	-
LEPIDOPTERA (n=40)	31	47	63	23	75	6	95	17	55	4	22	513
ODANATA (n=2)	2	55	16	20	16	12	35	5	51	9	0	431
ORTHOPTERA (n=40)	15	64	89	10	37	10	80	5	40	4	16	409
BLATTODEA (n=7)	16	62	47	27	38	6	57	10	43	4	-	-

Analizando los resultados para el CV nos encontramos que el contenido energético es el que presenta valores más bajos (aunque importantes), algo que resulta lógico pues es un valor respuesta global de la composición porcentual.

En cuanto al contenido en proteína es el contenido con menor variabilidad; presentando los Orthoptera el contenido mucho más homogéneo y el orden es de menor a mayor.

El contenido en grasa es mucho más heterogeneo para todos los ordenes, llegando al 89% en Orthoptera.

En el caso de la fibra la variabilidad también es importante, siendo del 78% en Orthoptera, y el orden de menor a mayor.

En cuanto al contenido en cenizas y ENL destaca el orden Coleoptera con un 93% y 90% respectivamente.

Por lo tanto, podemos concluir que la orden Orthoptera, es la más homogenea, salvo para el contenido en grasa.

3.3.1- Lípidos

Los alimentos de referencia utilizados en el caso de los lípidos: habas de soja (22g lípidos/ 100g base seca); semillas de girasol (53g lípidos/ 100g base seca); salmón (17g lípidos/ 100g base seca); carne de cerdo (50g lípidos/ 100g base seca)

La Figura 7 muestra el porcentaje en lípidos de cada uno de los órdenes analizados respecto al alimento de referencia (todos los valores en base seca); así pues, el valor de 100 correspondería a un orden que presentará el mismo contenido en lípidos que el alimento de referencia, valores superiores a 100 un mayor contenido y valores inferiores indican que el orden contiene menos grasas que el alimento de referencia y en qué medida.

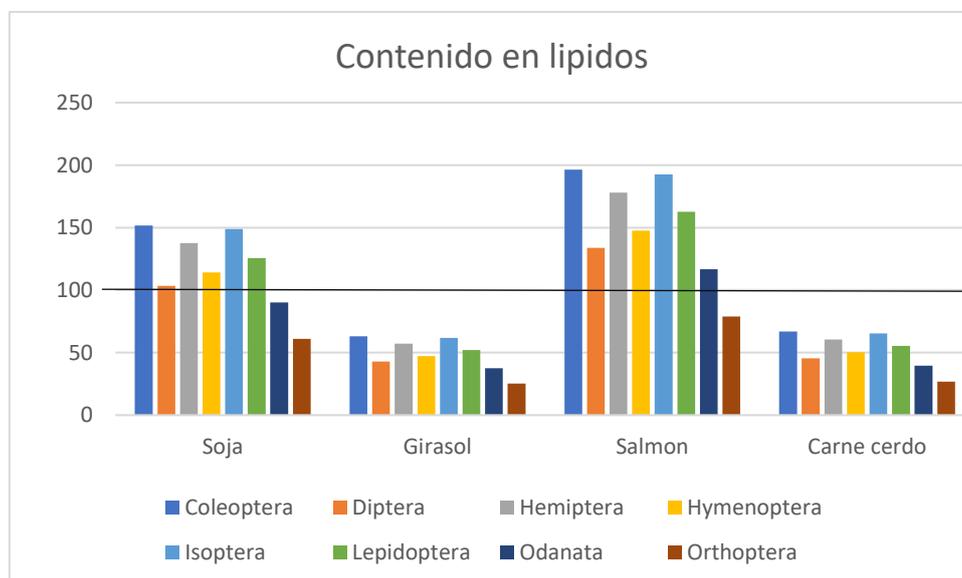


Figura 7: Contenido en lípidos de cada uno de los órdenes estudiados. El valor 100 corresponde al contenido en lípidos de cada alimento de referencia. Elaboración propia a partir de datos obtenidos en (Bisconsin-Junior et al., 2018)

Podríamos entonces concluir que salvo Orthoptera todos se pueden considerar como un alimentos con un contenido en lípidos muy superior al músculo de Salmon llegándose alcanzar un contenido cercano al 200% en el caso de coleóptero e isóptera, aunque como se observa la cantidad en lípidos en las diferentes ordenes de insectos no supera el 60 % si lo comparamos con la carne de cerdo y el girasol, aun así el contenido lipídico de los insectos podría ser válido para la implementación de los insectos en la dieta.

3.3.2- Proteínas

Los alimentos de referencia utilizados han sido: leche integral de vaca (28g/ 100g proteína en base seca), huevo de gallina (52g/ 100g proteína en base seca), carne de vaca (60g/ 100g proteína en base seca) y soja (40g/ 100g proteína en base seca).

Como los datos del contenido en proteína de la tabla 1 se han estimado partir del contenido en nitrógeno Kjeldahl con un factor de conversión 6,25 (que corresponde a considerar que las proteínas estimadas contienen un 16% de nitrógeno) y como en el caso de los insectos, en ocasiones, hay un importante contenido de nitrógeno no proteico (NPN) que puede proceder .de la quitina, los ácidos nucleicos, los fosfolípidos y los productos de excreción (i.e. amoníaco) en el tracto intestinal, por lo que se propone utilizar el factor de conversión 4,76 en especial en el caso de larvas. Por ese motivo la comparación con los alimentos de referencia se ha realizado considerando el caso más desfavorable (4,76) (Janssen et al., 2017).

Para la Figura 8 se ha comparado el contenido en % de proteínas de alimentos de referencia; leche de vaca (28g /100g de proteína base seca), huevo de gallina (52g /100g de proteína base seca), carne de ternera (60g /100g de proteína base seca) y soja (40g /100g de proteína base seca), con las diferentes ordenes de insectos. El valor de 100 indica el mínimo contenido que el alimento de referencia.

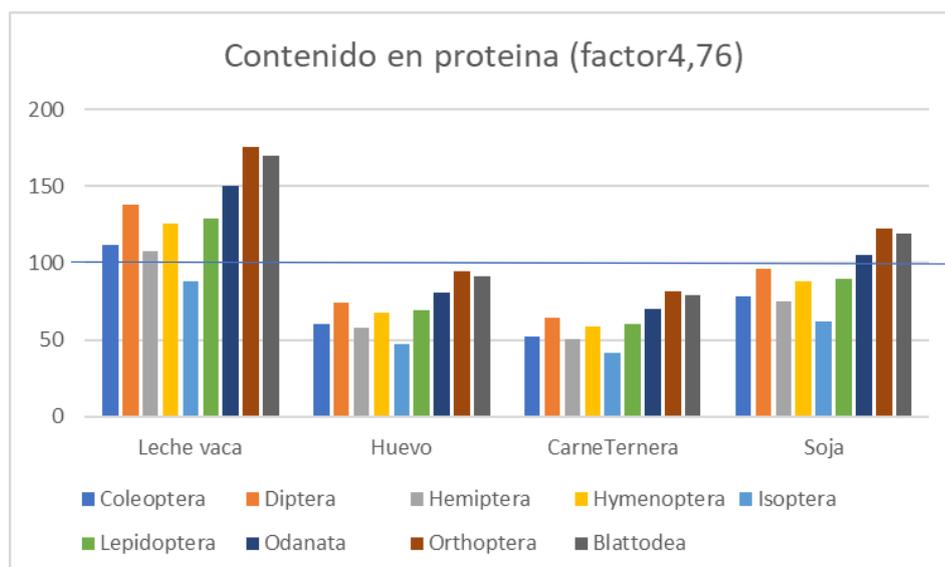


Figura 8: Contenido en proteína de cada uno de los órdenes estudiados. El valor 100 corresponde al contenido en proteínas de cada alimento de referencia. Elaboración propia a partir de datos obtenidos en (Bisconsin-Junior et al., 2018)

Incluso en el caso más desfavorable, se observa en la figura 8, que los porcentajes de las diferentes ordenes de insectos se aproximan a los valores de referencia representados. Si que se debe tener en cuenta que hay ordenes que parecen tener un contenido proteico mayor como se ha reflejado con anterioridad. Por lo tanto, los insectos pueden considerarse con una fuente proteica más que aceptable.

3.3.3- Aminoácidos

Además del contenido en proteína es esencial conocer la calidad nutritiva de las mismas por ello los datos de la Tabla 2 se ha comparado el contenido en aminoácidos esenciales de alimentos de referencia con el de las diferentes ordenes de insectos, calculando el porcentaje respecto al alimento de referencia, así el valor de 100 indica el mismo contenido que el alimento de referencia, como se muestra en las Figuras 9 y 10.

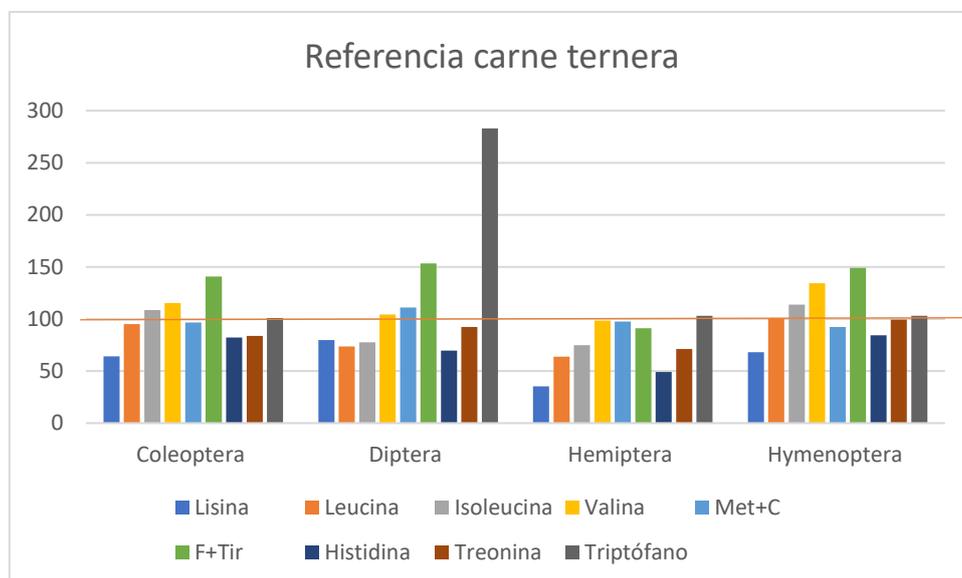


Figura 9: Contenido en aminoácidos de cada uno de los órdenes estudiados. El valor 100 corresponde al contenido en aminoácidos de cada alimento de referencia. Elaboración propia a partir de datos obtenidos en (Yi, 2015)

En las Figuras 9 y 10 se observa el contenido en aminoácidos es en muchas ocasiones superior a los de los alimentos de referencia. Por lo tanto, los insectos pueden considerarse una alternativa como fuente de aminoácidos.

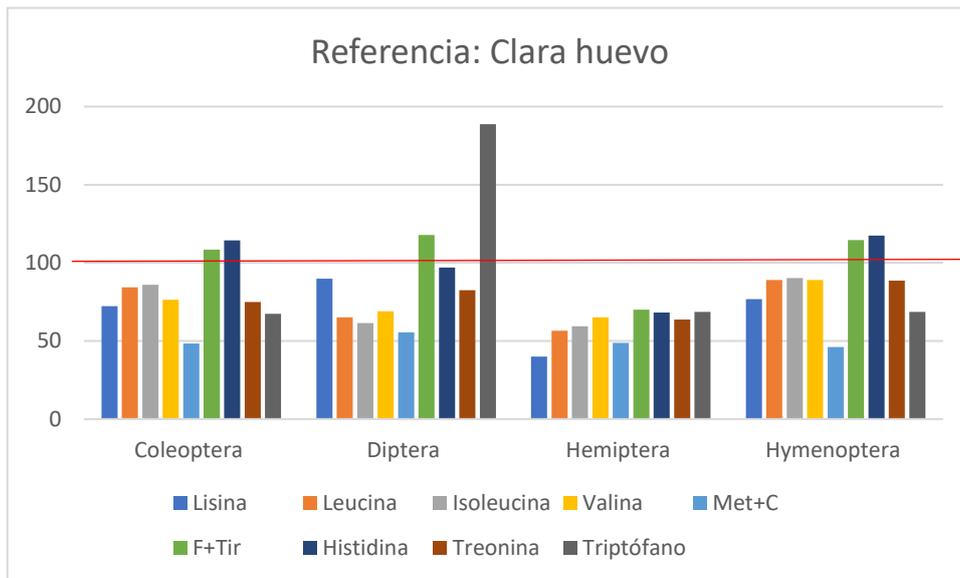


Figura 10: Contenido en aminoácidos de cada uno de los órdenes estudiados. El valor 100 corresponde al contenido en aminoácidos de cada alimento de referencia. Elaboración propia a partir de datos obtenidos en (Yi, 2015)

3.3.4- Carbohidratos

El contenido en carbohidratos (figura 11), de las ordenes de insectos se ha comparado respecto al alimento de referencia, en este caso avellanas (14g /100 g b.s), patatas (19 g/100 g b.s), plátano (20g /100 g b.s); así el valor de 100 indica el mismo contenido que el alimento de referencia

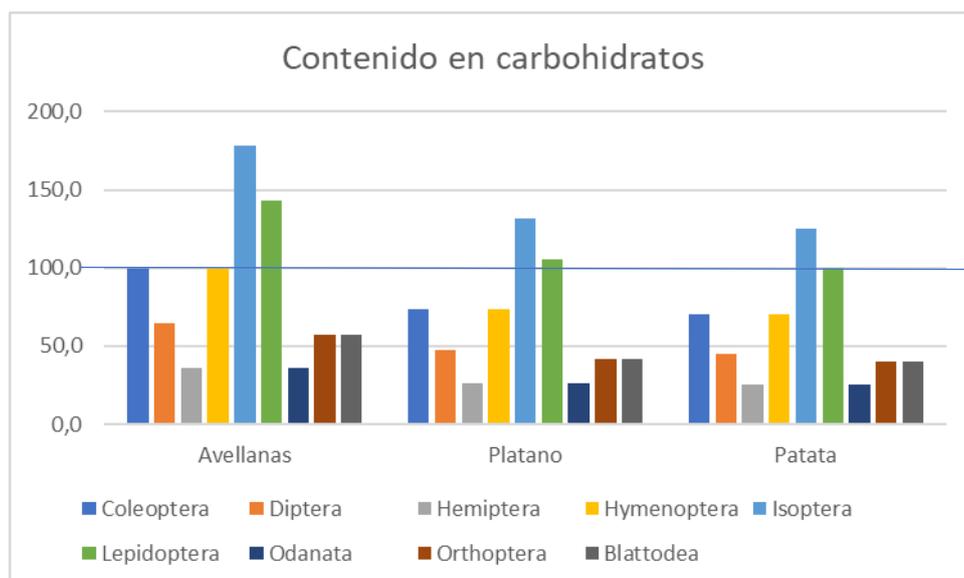


Figura 11: Contenido en carbohidratos de cada uno de los órdenes estudiados. El valor 100 corresponde al contenido en carbohidratos de cada alimento de referencia. Elaboración propia a partir de datos obtenidos en (Rumpold and Schlüter 2013)

La Figura 11, refleja que el contenido en carbohidratos de los insectos no es muy elevado, aun así, las ordenes Isoptera y Lepidoptera, podrían utilizarse como alternativas en una dieta rica en carbohidratos.

3.3.5- Contenido energético

En la Figura 12, se ha calculado el porcentaje del contenido energético de las ordenes de insectos respecto al alimento de referencia, en este caso harina de soja (447 Kcal/100 g b.s), patatas fritas (539 Kcal/100 g b.s), Garbanzos (314 Kcal/100 g b.s), carne picada (212 Kcal/100 g b.s) y yema de huevo (377 Kcal/100 g b.s), que tienen un alto contenido energético; así el valor de 100 indica el mismo contenido que el alimento de referencia.

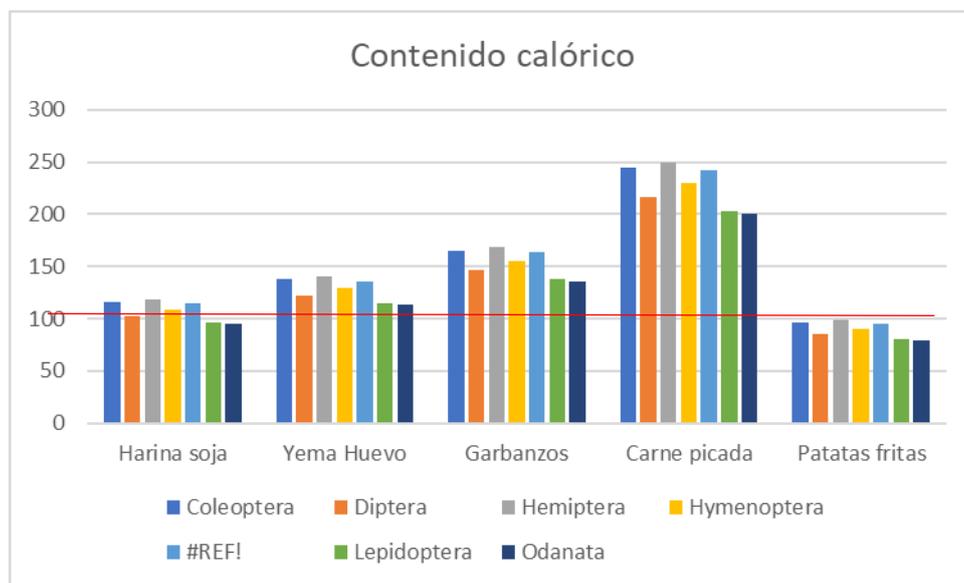


Figura 12: Contenido calórico de cada uno de los órdenes estudiados. El valor 100 corresponde al contenido calórico de cada alimento de referencia. Elaboración propia a partir de datos obtenidos en (Rumpold and Schlüter 2013)

Observando la Figura 12, se puede concluir que los insectos suponen una fuente energética importante ya que como se puede ver, tienen contenidos energéticos muy parecidos a los de los alimentos de referencia, incluso superándolos como con la carne picada.

3.3.6- Fibra

Para ver el contenido fibra, al igual que en los anteriores, también se ha calculado en la Figura 13 el porcentaje respecto al alimento de referencia; avena (14g fibra / 100g b.s), fresas (7g fibra / 100g b.s), almendra (13,5g fibra / 100g b.s) y harina de soja (12g fibra / 100g b.s), que tienen un alto contenido en fibra; así el valor de 100 indica el mismo contenido que el alimento de referencia.

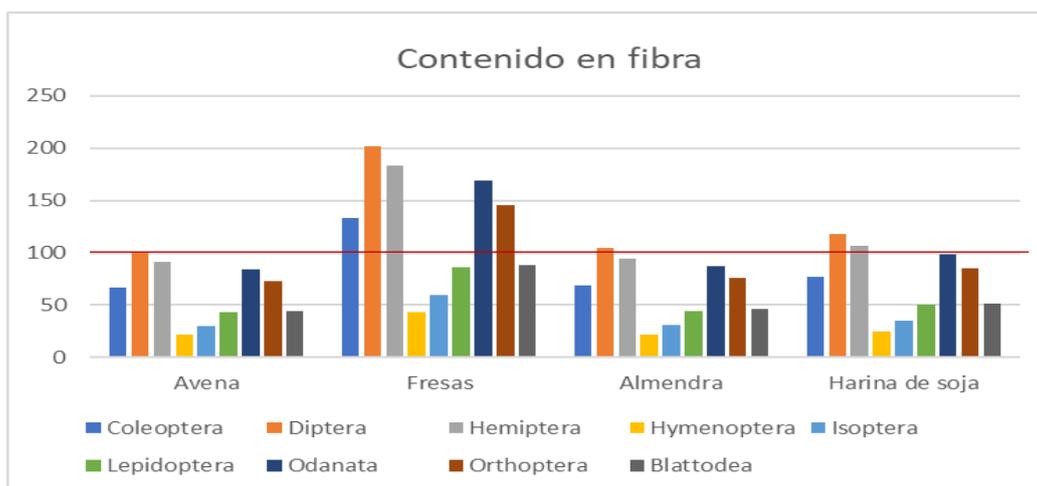


Figura 13: Contenido en fibra de cada uno de los órdenes estudiados. El valor 100 corresponde al contenido en fibra de cada alimento de referencia. Elaboración propia a partir de datos obtenidos en (Rumpold and Schlüter 2013)

Al contrario que en las anteriores comparaciones, se observa un menor contenido en fibra por parte de algunas de las ordenes de insectos reflejadas en las Figura 13 en comparación con los alimentos de referencia, aun así, algunas ordenes de los insectos se acercan mucho al contenido de fibra de referencia, por lo tanto, podrían utilizarse como sustitución de alimentos ricos en fibra.

Se puede concluir con que los insectos, sí que pueden ser una alternativa como producto alimenticio más ya que el aporte en este caso de proteínas, lípidos y aminoácidos puede igualar o incluso superar a la de productos alimenticios tradicionales. Aunque hay que tener en cuenta, como hemos reflejado anteriormente, que esto puede variar según no solo de las Ordenes de los insectos, si no también dentro de una misma orden, lo que nos ofrece al contrario de la carne u otros productos alimenticios, la posibilidad de elegir los insectos que más nos complementen la dieta, en función de las necesidades que tengamos (Biconsin-Junior et al., 2018).

3.4- Incidencia actual en la cadena alimentaria occidental

Aunque a nivel mundial y sobre todo en Europa, no existe una implantación clara de este tipo de productos a nivel de investigación y desarrollo se ha constatado un creciente interés.

Así los trabajos con la frase “insects as food” reportados entre 2006-2010 fueron 1057; entre 2010-2015 subieron a 1776 (68% de incremento) y en los últimos cinco años 2884 (un 62% respecto al periodo anterior y un 172% acumulado) y es de señalar que de los trabajos de los últimos 5 años 206 corresponden a trabajos encuadrados en la materia “Food science and Technology”; materia que no aparece en los intervalos de búsqueda anteriores. Estos resultados se han obtenido utilizando el Polibuscador de la Universidad Politécnica de Valencia, que utiliza numerosos recursos electrónicos, entre ellos Scopus, Science Citation Index, Medline.

Entre estos trabajos destacamos una revisión sobre la sustitución de harinas desgrasadas y concentrados de proteínas por harinas de insectos (Gravel & Doyen, 2019) en la que se documenta la Incorporación de proteínas de insectos en emulsiones de carne y análogos, añadiendo como hidrolizado proteico o harina al *Tenebrio molitor* o *Bombyx moriflour* en sustitución a un % de la carne animal. En este caso observaron que la carne tenía un alto valor añadido, pero hubo un endurecimiento de la carne debido a la disminución de humedad. En cambio, al sustituir parcialmente el contenido de soja por concentrado de proteína de *Alphitobius diaperinus* pudieron recrear la textura y humedad de un análogo de carne (Gravel & Doyen, 2019).

En snacks se añadió un 10% de harina de *Tenebrio molitor* y aumento el contenido de proteínas y la digestibilidad conservando la textura, en cambio con un 20% la textura fue mala. En el caso de la pasta al, añadir un 5% de harina de *Acheta domesticus*, influyó en el tiempo de cocción, el color, la textura y el sabor, aunque no mostro diferencias significativas (Gravel & Doyen, 2019).

Por último, mezclaron harina a base de *Acheta domesticus* y harina de trigo en varias proporciones para generar pan enriquecido con proteínas, y aunque mejoró el valor nutricional, el pan se endureció como paso con la carne. Podemos decir viendo estos estudios que, desde el punto de vista nutricional, la introducción de insectos en los alimentos puede ser viable (Gravel & Doyen, 2019).

Actualmente, están estudiando el efecto de los insectos como; ingredientes terapéuticos (Feng, 2018) e ingredientes para panadería (González, Garzón & Rosell, 2019).

Además, se han encontrado trabajos que estudian los efectos de distintos procesos industriales y la conservación de los productos obtenidos, que se van a detallar en el punto siguiente.

3.5- Efectos de procesos industriales y técnicas de cocinado en los insectos

Los insectos nutricionalmente, como ya hemos visto, pueden competir con los alimentos convencionales; no obstante, estos contenidos (especialmente en proteínas y lípidos) pueden verse afectados durante su procesamiento.

Así, en cuanto a la congelación y el secado, en (Melis et al., 2018) se hicieron ensayos experimentales, para poder investigar la reorganización molecular de las larvas del gusano de la harina de los diferentes pasos de procesamiento, y para monitorizar los posibles procesos de degradación. A través de la metabolómica de RMN (resonancia magnética nuclear), teniendo como objetivo distinguir la variación metabólica de las larvas de gusano de la harina frescas, secas y congeladas.

Los resultados obtenidos reflejaron que la congelación de las larvas produce un efecto mínimo pero diferenciable en sus perfiles metabólicos, sobre todo en los fosfolípidos PC y PE.

En metabolitos acuosos, algunos compuestos que contienen nitrógeno como la colina y la ortofosfocolina aumentaron durante el proceso de congelación. Todo esto se atribuyó al resultado de la descomposición de los fosfolípidos de la membrana celular a causa de del daño sufrido por las paredes celulares durante la congelación (Melis et al., 2018).

En el secado, los resultados se obtuvieron a partir de dos tratamientos, HTST (pasteurización relámpago) Y LTLT (pasteurización lenta). Las larvas secadas mediante el secado HTST fueron más claras que las larvas del LTLT y los cambios moleculares fueron menos graves. Los cambios de sabor y color de las larvas del gusano de la harina se asociaron a reacciones enzimáticas y no enzimáticas de forma similar a los observado en otros alimentos. Se concluyó que el secado menos intenso y prolongado causa alteraciones mayores en el estado metabólico de las larvas de gusano de harina con respecto a un secado a mayor temperatura, pero con un menor tiempo. Además, como se observó, en ambas condiciones de secado descritas anteriormente, puede ocurrir cierta degradación, sobre todo en los azúcares (Melis et al., 2018).

En Kamau et al. (2018), se estudió las propiedades de sorción de humedad de larvas de mosca de grillo seco y de larvas de la mosca soldado negro procesados, como finalidad de investigar las propiedades de hidratación de los polvos secos de estos, y modelar la vida útil en condiciones típicas de manipulación. Los insectos se seleccionaron por su alto contenido proteico.

El contenido de humedad inicial de los polvos de las larvas de los insectos fue de $4,52 \pm 0,16$ en el grillo seco y de $6,4 \pm 0,7$ de la mosca soldado negro. Los dos sustratos mostraron sorción tipo 2, debido a mecanismos de sorción monocapa-multicapa, estos resultados se notificaron también en otros estudios con el gusano de la harina (Azzollini et al., 2016).

Los resultados mostraron que los polvos de grillo absorbían una cantidad mayor de humedad que el polvo de la mosca soldado-negra en todos los niveles de aW a 25, 30 y 35 °C. Se atribuyó posiblemente a la a las diferencias compositivas y fisicoquímicas. La adsorción disminuyó con el aumento de la temperatura, siendo más evidente en la mosca soldado negra, a causa de la excitación de moléculas de agua a niveles de energía más altos, provocando la rotura de sus sitios de unión (Kamau et al., 2018).

Se demostró que el polvo de la mosca soldado era más sensible a la temperatura, ya que el aumento de equilibrio de 25 a 30°C, aumentó el aW de 0,49 a 0,67. Siendo esta algo alta, pudiendo favorecer al crecimiento de mohos y levaduras. Se atribuyó a su mayor contenido en grasas, pero menor en proteínas, teniendo así menos sitios de unión activos, siendo más fácil excitar moléculas de agua a niveles de energía más altos en el polvo de mosca que en el polvo de grillo provocando que se separen y aumentando la actividad del agua, pudiendo suponer una disminución de su vida útil (Kamau et al., 2018).

En el estudio Kamau et al. (2018) se trabajaron con datos experimentales ajustados a los modelos GAB, BET, caurie, smith y khun, además de estimar la vida útil de los productos.

Las conclusiones obtenidas fueron, que la sorción de humedad de los polvos de insectos estudiados involucra mecanismos monocapa-multicapa y pertenecen al tipo 2, como ya hemos mencionado anteriormente, que el polvo de larva de la mosca soldado tiene menor capacidad de sorción comparado al del grillo y también es más sensible al cambio de aW por la temperatura, disminuyendo así su vida útil. Se estableció que en unas condiciones determinadas (temperatura ambiente de 23-35 °C, humedad relativa de hasta el 90%, y uso de polietileno como material de embalaje común), es posible almacenar los polvos de los insectos durante 7 meses, secándose a 5g/100 g de contenido de humedad (Kamau et al., 2018).

En Caparros Megido et al. (2018) se estudió el efecto que tienen las técnicas de cocina sobre la carga microbiológica y la calidad nutricional de los gusanos de la harina.

Es sabido que cocinar, mejora la calidad sensorial del alimento por la formación de compuestos aromáticos, colores atractivos, corteza y textura. La cocción mejora la calidad higiénica de los alimentos, así como mejora la digestibilidad y biodisponibilidad de algunos nutrientes. Pero, es probable que el valor nutritivo se vea afectado por procesos de oxidación o lipólisis entre otros.

En la Tabla 4, se observa el contenido nutritivo del gusano de harina con diferentes técnicas culinarias. Como refleja la tabla 4, los insectos fritos contenían una menor cantidad de proteínas que las crudas, esto pudo deberse a niveles más altos de lípidos después de freírse, aunque no hubo diferencia con las otras técnicas culinarias en cuanto al contenido proteico, sí que hubo una diferencia en la digestibilidad de estas, siendo menos digeribles los gusanos de harina crudos y fritos.

Tabla 4: Efecto en el contenido en proteínas, lípidos, ceniza, materia y ivcpd (digestibilidad de proteínas crudas in vitro) en diferentes tratamientos culinarios. Los análisis estadísticos: ANOVA unidireccional al nivel del 95%. F = estadística F; P = nivel de significancia (Caparros Megido et al., 2018)

Análisis	Crudo	Cocido al vacío	Frito	Hervido	Cocinado al horno (15 min)	Cocinado al horno (30min)	Análisis estadístico
Proteínas	43.0±0.5a	42.6±0.1a	26.9±0.5b	43.9±0.3a	44.2±0.3a	43.4±0.5a	F5,17 = 184.47; P < 0.001
Lípidos	40.9±1.1a	38.5±1.8ac	64.9±0.7b	38.4±1.3ac	34.4±1.1d	37.3±0.5cd	F5,17 = 260.47; P < 0.00
Ceniza	3.4±0.1a	3.3±0.1a	2.2±0.1b	3.6±0.5a	3.5±0.1a	3.5±0.1a	F5,17 = 43.95; P < 0.001
Materia seca	39.2±0.5a	40.2±0.7a	63.5±0.3b	40.8±1.1a	45.2±0.9c	46.9±0.4d	F5,17 = 705.54; P < 0.001
IVCPD	85.0±2.5a	90.5±2.2b	87.2±4.0a	90.1±2.1b	91.5±3.8b	90.4±2.3b	F5,165 = 13.28; P < 0.001

El contenido en lípidos fue más elevado en insectos fritos, más bajo en cocidos al horno (15 min) y similar entre insectos crudos, cocidos al vacío, hervidos y 30 minutos cocidos al horno (tabla 4). El contenido de ceniza fue menor en los gusanos de harina fritos en comparación con los demás.

Se concluyó que la ebullición y cocción fueron las técnicas más eficientes para reducir la carga microbiana (tabla 5), manteniendo valores altos de proteínas digestivas y PUFAs (ácidos

grasos polinsaturados. También observando la Tabla 5, se observa que la fritura redujo la carga microbiana, pero incremento el contenido lipídico.

Tabla 5: Recuento de la carga microbiana del gusano de la harina en diferentes tipos de tratamientos culinarios. Los análisis estadísticos: ANOVA unidireccional al nivel del 95%. F = estadística F; P = nivel de significancia (Caparros Megido et al., 2018)

Tratamientos	Recuento aeróbico total	Análisis estadístico
Crudo	8.5 ± 0.1a	F5,11 = 58.38
Cocido al vacío	3.9 ± 0.7c	P < 0.001
Frito	3.3 ± 0.1c	
Hervido	1.6 ± 0.8d	
Cocinado al horno (15 min)	6.7 ± 0.1ab	
Cocinado al horno (30min)	6.1 ± 0.1b	

En cuanto a la textura, los mejores métodos que combinaba el saneamiento eficiente y la preservación de nutrientes fueron la ebullición y cocción. Cabe destacar que los gusanos de la harina hervidos tienen una textura muy suave y jugosa (Caparros Megido et al., 2018).

En conclusión, se deben hacer más investigaciones tanto para establecer el tiempo mínimo de cocción necesario para disminuir la carga microbiana para ser inferior al límite de carne picada fresca ya que los recuentos aeróbicos totales realizados en este estudio sólo dan una idea general del estado sanitario del producto. También es necesario más estudios para caracterización de la textura de los insectos y la aceptación del consumidor.

3.6- Productos a base de insectos vendidos actualmente para consumo humano

El tipo de productos que actualmente se pueden adquirir a través de páginas web para el consumo humano al alcance del mercado español incluye una gran variedad de productos hechos con insectos, desde snacks de grillos y gusanos con diferentes sabores (figura 15) hasta cervezas con insectos (Figura 14).



Figura 14: ("Cerveza con insectos - Insectium", 2020)



Figura 15: ("Snack de gusanos y grillos sabor tapas - Insectland", 2020)

Además, de estos productos también se han encontrado galletas saladas con diferentes sabores (Figura 16), suplementos deportivos a base de proteína de insectos (Figura 17), harinas de grillos (Figura 19) e incluso tarántulas junto a otros insectos bañados en chocolate (Figura 18).



Figura 16: ("Descubre las galletitas saladas sabor chili - Insectland", 2020)



Figura 17: ("Suplemento de proteínas con harina de insecto sabor chocolate - insectium", 2020)



Figura 18 :("Tarántula Comestible - Exoticfood ", 2020)



Figura 19: ("Harina de grillo nutricional - Insectium ", 2020)

Como hemos podido ver hay una variedad muy grande de productos a base de insectos, con formatos que pueden ser atractivos al consumidor como es el caso de las galletas saladas (Figura 16) o la cerveza (Figura 14), pero cabe destacar un inconveniente común que puede limitar que el consumo de insectos se estandarice: su precio. Como hemos podido ver en las webs este es elevado, por ejemplo, el producto de la Figura 15, se comercializa a 6 euros/ 5 g, costando 1200 euros/ Kg de producto. Esto es debido, como mencionaremos posteriormente, a sus procesos de producción que encarecen el producto y a que la demanda no es muy alta.

4. Seguridad alimentaria

Como hemos visto en el apartado de composición Rumpold and Schlüter (2013) los insectos en su mayoría cumplen con las recomendaciones diarias establecidas por la FAO en casi todos sus componentes y en los que no, se podrían utilizar junto con otros ingredientes para producir un alimento completo.

Otro aspecto importante, además de su composición nutricional, es tener en cuenta que consumir insectos puede presentar ciertos riesgos químicos, biológicos o microbiológico (por otra parte, como cualquier otro alimento).

Por lo tanto, se recomienda consumir insectos criados en granjas en condiciones controladas y siguiendo protocolos definidos (Kouřimská and Adámková, 2016). Aunque, actualmente las empresas no disponen de certificaciones que indiquen a los consumidores que siguen unos procedimientos adecuados, debido a que es un mercado que está creciendo y aun no existen normas definidas en la legislación de la UE. No obstante, la Dirección General de Agricultura y Desarrollo Rural está elaborando normas para la certificación orgánica de las actividades de producción de insectos ya que hasta la fecha las únicas certificaciones existentes con el uso de insectos como la BCE, ACE Y PHE, están destinados al control biológico de plagas ("The european insect sector today: challenges, opportunities and regulatory landscape", 2019).

Hay que tener en cuenta que, aun siguiendo estos protocolos y condiciones establecidas, la cría de insectos a altas densidades puede elevar la posibilidad de que los patógenos prosperen y causar brotes de enfermedades, como en los sistemas de producción ganadera. Por lo tanto, debemos conocer e investigar todas las amenazas que afectan a la seguridad alimentaria, tanto en humanos como animales (Maciel-Vergara & Ros, 2017).

4.1- Riesgo microbiológico

Los riesgos microbiológicos pueden darse por contaminación microbiológica durante las fases de producción, recolección, almacenamiento y transporte o por microbiología específica de los insectos (Testa et al., 2016)

“La seguridad microbiana y la vida útil están influenciadas por la carga microbiana del producto original” (Grau et al., 2017). Para asegurar la seguridad microbiológica de los insectos usados como alimentos, es necesario evaluar su capacidad como vectores para transmitir patógenos tanto a humanos como animales de granjas, así como su capacidad de supervivencia en estos (Belluco et al., 2013).

Como sucede en otros aspectos de los insectos, aun no hay mucha información alrededor de la microbiología de estos, ya que los estudios realizados son a unas pocas especies en comparación a las más de 2000 que existen. Los insectos que tenemos más referencia son: *Zoophobas morio*, *Tenebrio molitor*, *Galleria mellonella* y *Acheta domesticus*. Estos 4 según (Belluco et al., 2013) mostraron una alta carga microbiana total, compuesta por bacterias Gram +, principalmente por *Micrococcus spp.*, *Lactobacillus spp.* (105 ufc / g) y *Staphylococcus spp.* (aproximadamente 103 ufc / g). *Salmonella spp.* y *Listeria monocytogenes* y las muestras fueron tomadas en una granja de ciclo cerrado. En otros artículos (Grau et al., 2017; Fernandez-Cassi et al., 2018) en los que analizaron *Tenebrio molitor* y *Acheta domesticus* también obtuvieron una alta carga microbiana principalmente formada por bacterias aeróbicas, enterobacterias endosporas, levadura y hongos. En estos no encontraron los patógenos típicos que podemos

encontrar en la carne animal como *Salmonella spp.* o *Listeria monocytogenes*, a diferencia de otros estudios (Belluco et al., 2013) que sí que obtuvo *Salmonella*, aunque este lo atribuyo a las moscas que viven cerca de las unidades ganaderas que están contaminadas.

En Grau et al. (2017) como en Fernandez-Cassi et al. (2018) los tratamientos intensivos de blanqueamiento (4 min) combinados con un procedimiento de enfriamiento en los productos de insectos fritos, secos y extruidos cumplían los umbrales para TAC (recuento aeróbico total) Enterobacteriácea en carne picada. En cambio, los productos en polvo de insectos necesitan un procesamiento térmico algo mayor para cumplir con esos valores, aunque esto no eliminó las bacterias esporuladas.

Los insectos pueden estar afectados por especies de mohos y levaduras como hemos visto anteriormente. En Fernandez-Cassi et al. (2018) encontraron que en los grillos los niveles de mohos y levaduras estaban por encima de las buenas prácticas de fabricación de la carne cruda. Los hongos encontrados fueron: *Aspergillus*, *Candida*, *Kodamaea*, *Lichtheimia*, *Tetrapispora*, *Trichoderma* y *Trichosporon*. El peligro radica en que algunos de estos hongos como *Aspergillus* pueden producir micotoxinas siendo estas muy difíciles de eliminar, aunque ha habido casos donde los propios insectos podrían tener vías bioquímicas para desintoxicar las micotoxinas. Pese a esto debemos de considerarlo un riesgo, hasta que no haya más investigación al respecto.

Los insectos pueden actuar como vectores. En estudios se observó que adultos y larvas de *A. diaperinus* tenían altos niveles de bacterias patógenas de aves de corral (Belluco et al., 2013). En Fernandez-Cassi et al. (2018) indican que los insectos pueden actuar como vectores de genes de resistencia a los antimicrobianos ya que en muestras de *A. domesticus* detectaron genes de resistencia a la tetraciclina (tet (K), tet (M) y tet (O)), además los resultados para los perfiles de resistencia antimicrobiana de los insectos criados en Europa fueron diferentes a los criados en Tailandia. Esto se atribuyó a una presión selectiva causada por los desinfectantes utilizados en las empresas de cría en microorganismos transportados por insectos comestibles.

A partir de una revisión sobre los posibles riesgos para la salud humana y animal relacionados con la entomofagia (Testa et al., 2016), se constató que los resultados muestran una considerable heterogeneidad, y que la contaminación microbiológica es estrictamente específica del área presentando un mayor riesgo en entorno de bajos recursos. Como factores importantes y que pueden aumentar las posibilidades de aparición de patógenos fueron un saneamiento deficiente y una recolección, secado, transporte, almacenamiento y comercialización inadecuados.

4.2- Parásitos y priones

Los parásitos presentan un peligro para el consumo de insectos. En este caso tampoco hay mucha bibliografía al respecto. Algunos científicos plantearon la hipótesis de que los grillos podrían tener un parásito llamado *Abbreviata antarctica*, que podría infectar a los humanos, aunque no hay muchos casos para ser contrastado. Si que sabemos que los insectos pueden transferir parásitos de las heces, sin embargo, todas las etapas infecciosas de los parásitos son destruidas por tratamientos térmicos adecuados (Fernandez-Cassi et al., 2018).

El cestodo *Hymenolepis diminuta* se introduce en insectos como el *Tenebrio molitor*, Los gusanos de la harina infectados consumidos por los humanos o ganados transmiten el parásito, provocando una enteritis, anorexia e irritación intestinal. El parásito unicelular *Gregaria niphandrodes* aunque no influye en los humanos ni el ganado, limita la vida del *Tenebrio molitor* (Grau et al., 2017).

En países donde hay una tradición generalizada del consumo de insectos se han encontrado a lo largo de estas últimas décadas, metacercarias (forma larvaria final de un trematodo) en diferentes insectos, así como *Prosthodendrium molenkampi*. También se han encontrado casos de *Gongylonema pulchrum* que usan como huésped a insectos como escarabajos y cucarachas (Belluco et al., 2013).

Los priones han sido una de las principales preocupaciones en la seguridad alimentaria (Fernandez-Cassi et al., 2018). Los riesgos relacionados con los priones derivados de los insectos podrían estar relacionados con: priones específicos de insectos, insectos como vectores mecánicos de priones en animales y humanos, e insectos como vectores biológicos de priones ("Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed", 2015).

En los insectos según Fernandez-Cassi et al. (2018), las proteínas priónicas no se expresan naturalmente en los insectos, por lo tanto, es de esperar que no se desarrollen enfermedades priónicas específicas en los insectos.

Los riesgos asociados a los insectos como vectores mecánicos de priones a humanos es algo que requiere más investigación pero según ("Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed", 2015), en diversos artículos comprobaron esta teoría, primero con larvas de *Sarcophaga carnaria* que alimentaban con cerebros de hámster infectados con priones y concluyeron que las larvas y pupas que habían comido cerebro del hámster infectado podían transferir enfermedades priónicas. Más tarde en otro artículo también recogieron muestras de larvas que habían sido alimentadas de ovejas dañadas e informaron de la detección de PrPsc (proteínas específicas de las enfermedades que se encuentran en ciertas enfermedades neurodegenerativas de humanos y animales) en las larvas.

En cuanto al riesgo de los insectos como vectores biológicos de priones, debido a la ausencia de genes codificantes PrP en insectos como hemos comentado anteriormente, los priones de los mamíferos no pueden replicarse en los insectos y por lo tanto no pueden

considerarse como un vector biológico ("Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed", 2015).

Por lo tanto, no debemos excluir por completo a los priones como un peligro ya que estos son muy estables en el medio ambiente, pudiendo sobrevivir largos periodos de tiempo tanto en el agua como en el suelo, esto puede causar que tanto un ser humano como un animal se vean expuestos si ingieren un insecto que ha sido infectado con anterioridad. Por lo tanto, es muy importante controlar el sustrato utilizado para la cría de los insectos, así como, que los tratamientos aplicados en la elaboración de un producto alimentario concreto tengan en cuenta la posibilidad de esta contingencia (Fernandez-Cassi et al., 2018).

4.3- Peligros químicos

La cría masiva de insectos podría provocar compuestos tóxicos como dioxinas, pesticidas o metales pesados (Grau et al., 2017).

Según Poma et al. (2017) los insectos comestibles analizados mostraron niveles de dioxina inferiores a los residuales máximos establecidos para la carne de vacuno, aves de corral, leche y huevos, estos resultado se contrastan en Grau et al. (2017) y Fernandez-Cassi et al. (2018) donde los valores de dioxinas también fueron bajos aunque, en este último, cabe destacar que observaron comportamientos diferentes en cuanto a la acumulación y absorción de las dioxinas en función de la orden de insectos, por ejemplo el género Ortóptera era menos eficiente en bioacumulación que el Coleóptera, aun así la concentración de dioxina fue inferior al límite establecido.

Los peligros provocados por pesticidas aún no se pueden determinar con exactitud. En Poma et al. (2017) a partir de los resultados obtenidos, detectaron que el vinitalueno, el tributilfosfato y el ácido pentafluoropropónico eran los pesticidas que más se repitieron durante los análisis en los diferentes insectos analizados. Los dos primeros se atribuyeron a sus aplicaciones industriales en las áreas destinadas a la cría de insectos o a la preparación de alimentos a base de insectos. Aun así, no identificaron un patrón de contaminación claro entre los insectos y los alimentos a base de insectos.

Los metales pesados son difíciles de detectar en los insectos ya que se observó que alimentos contaminados con cadmio, plomo o arsénico no afectaron al tiempo de desarrollo (Grau et al., 2017), al contenido de materia seca o el tiempo de supervivencia de los gusanos de la harina. Estos acumularon niveles altos de arsénico, intermedios de cadmio y bajos niveles de plomo, pero pudieron eliminar el arsénico lentamente (Grau et al., 2017). Los valores obtenidos (Poma et al., 2017) de Cd, As o Pb fueron inferiores a los valores máximos para todos los tipos de alimentos. Por lo tanto, como en el caso de los priones es muy importante la calidad del sustrato ya que la intoxicación por metales pesados no es evidente en los insectos, por lo tanto, no suponen un peligro (Grau et al., 2017).

Además, los insectos pueden tener compuesto tóxicos naturales o antinutrientes para los animales o humanos, según Fernandez-Cassi et al. (2018) se realizó un estudio al *Gryllotalpa spp* y no se encontraron toxinas internas para los seres humanos y se concluyó que no hay efectos genotóxicos y se determinó que los grillos no tienen órganos específicos para producir compuestos tóxicos ni bioacumular toxinas, tampoco se detectaron compuestos anti nutrientes. Aun así, no podemos afirmar “la no toxicidad” de los insectos ya que representa una brecha de datos que es necesaria investigar.

4.4- Alergias

“La alergia alimentaria se define como un efecto adverso para la salud derivado de una respuesta inmune específica que ocurre de manera reproducible después de la exposición a un alimento determinado” (Belluco et al., 2013).

Según la OMS y la Unión Internacional de Sociedades Inmunológicas no se han notificado casos de alergia del consumo de insectos del orden Ortóptera y no se han reportado muchas reacciones alérgicas relacionadas con *A. domesticus*. En cambio, sí que se ha sugerido reacciones alérgicas de reactividad cruzada entre grillos y otros artrópodos (Fernandez-Cassi et al., 2018). También se han relacionado con *Tenebrio molitor*, esto es debido a que las proteínas de los insectos nombrados reaccionan, de forma cruzada in vitro, con la IgE de pacientes alérgicos a ácaros del polvo y crustáceos, como respuesta a la tropomiosina, que es un alergeno característico en los artrópodos. Además, las personas alérgicas a los crustáceos u otros artrópodos es más probable que tengas reacciones alérgicas al *Tenebrio molitor* y estas sean de mayor gravedad (Grau et al., 2017). Belluco et al. (2013) también afirman lo comentado anteriormente.

También se ha detectado que la presencia en insectos de hongos de géneros como *Aspergillus* y *Penicillium* pueden causar reacciones alérgicas secundarias (Fernandez-Cassi et al., 2018). Por lo tanto, en el caso del *A. domesticus* o *Tenebrio molitor*, sí que sería necesario que en su uso como alimento o derivados llevaran una advertencia alérgica, ya que se ha demostrado que el procesamiento térmico y la digestión in vitro no eliminan la reacción alérgica solo la reducen como también refleja (Grau et al., 2017). Por lo tanto, habría que tener en cuenta la zona geográfica donde se consumen los insectos ya que podrían dar lugar a diferencias en el riesgo de la alergia alimentaria (Belluco et al., 2013).

4.5- Uso de antibióticos

No hay una gran información acerca del uso de antibióticos en insectos. Sabemos que en animales que se utilizan como ganado el uso de antibióticos está restringido. Se ha utilizado promotores del crecimiento y profilácticos, esto ha llevado a un aumento de la resistencia de las bacterias además de amenazar la salud de los humanos y el ganado. Según Grau et al. (2017), la microbiota de los insectos puede verse afectada, por ejemplo el *Tenebrio molitor* es vulnerable a los antibióticos ya que reduce la diversidad y la carga bacteriana impidiendo que puedan hacer

funciones vitales como la digestión y la desintoxicación eficientes de los productos secundarios de las plantas. En otros insectos los antibióticos pueden acortar el tiempo de desarrollo y reducir la cantidad de huevos.

Milanović et al. (2016) evaluaron el riesgo que puede existir en las transferencias de genes de resistencia a antibióticos por parte de los insectos al microbioma humano, esto es un punto que todavía no está claro, pero se debería estudiar con más profundidad ya que si van a ser parte de nuestra dieta debemos conocer el riesgo que puede tener el uso de antibióticos.

5. Barreras

Como hemos podido ver, los insectos comestibles tienen un gran potencial para la industria agroalimentaria. Aun así, su implantación presenta una serie de dificultades que hay que tener en cuenta.

5.1- Económicas

La cría de insectos puede ser rentable, ya que se pueden criar en poco tiempo, en un espacio reducido y su alimentación puede ser a base de productos de desecho, aunque controlado. Aun así, sería necesario optimizar los métodos como el secado o congelación, para poder tener un equilibrio entre la rentabilidad y las propiedades funcionales (Gravel & Doyen, 2019).

5.2- Procesamiento

Como se ha reflejado en puntos anteriores, el uso de insectos en la industria alimentaria aun es un tema de investigación, por lo tanto, es necesario una cantidad mayor de estudios en el procesamiento de insectos para poder optimizar estos procesos, obteniendo condiciones mejores sin afectar las características de estos (Gravel & Doyen, 2019).

5.3- Aspectos legales y seguridad alimentaria

Ya hemos visto que el consumo de insectos no está exento de riesgos biológicos, químicos y microbiológicos, y por ello será necesario estudiar cada caso concreto y evaluar el peligro real que puede suponer para los seres humano, animales, sin olvidar el medio ambiente en general.

En Europa la situación de los insectos en alimentación humana aún está por resolver, ya que actualmente no tiene regulaciones específicas, por lo tanto los insectos se han incluido en la definición de nuevo alimento , del reglamento(UE) 2015/2283. Esto permite que cualquier empresa o entidad que quiera comercializar con insectos para la alimentación humana en la unión europea deba presentar una solicitud de autorización ("Situación de los insectos en alimentación humana", 2018).

Al no haber una regulación específica, existe un poco de controversia en la comercialización de insectos ya que este vacío legal provoca que algunos países como Bélgica, este permitida la comercialización de diez tipos de insectos y los productos a base de éstos que

hayan estado producidos en la UE, ya que han redactado una legislación específica. En cambio, otros países son menos permisivos a la hora de comercializar insectos. Es necesario una legislación que no deje incertidumbres a la hora de utilizar insectos para su consumo humano (dos Santos Cardoso, 2018).

En lo referente a la utilización de insectos para animales es necesario resolver una serie de restricciones legislativas ya que actualmente no se permite el uso de proteínas de origen animal en la alimentación avícola y porcina, aunque parece que en futuro próximo esta situación puede cambiar ya que en 2013 la Comisión Europea aprobó el uso de harinas cárnicas, exceptuando las elaboradas con rumiantes, para la alimentación de peces. Esto puede suponer un paso para la autorización de los insectos como consumo animal (Oller, 2014).

5.4- Aspectos culturales y aceptación

La aceptación del consumo de los insectos por parte de los seres humanos va a estar influenciado por varios factores, el precio, sabor, disponibilidad y las preferencias culturales. Como sabemos el ser humano suele tener un rechazo a lo desconocido y por lo tanto el consumo de insectos a priori suele ser evitado ya que hay un desconocimiento generalizado de estos como producto alimenticio.

Repasando los factores comentados anteriormente si buscamos información de estudios relacionado con el grado de aceptación de los insectos. Podemos encontrar un estudio realizado por House (2016) en el que se hicieron estudios con personas que no habían comido insectos o que el consumo de estos no había sido muy repetido. A partir de estos estudios, se dieron cuenta que había una mayor predisposición al consumo de insectos en las personas que preferían comer productos orgánicos, así como las que tenían una mayor voluntad de querer comer saludablemente y con una dieta variada.

En el estudio se centraron en, las motivaciones iniciales que llevaban al consumo de alimentos a base de insectos, en este llamo la atención la motivación ambiental que fue reportada por un grupo alto de los participantes, aunque se estableció que no era un factor determinante, también resaltar que el consumo inicial también estaba influenciado por ser productos buenos para la salud, en el caso de las personas que comían carne los motivos fueron porque eran más bajos en grasa, y para las personas vegetarianas, porque aportaban una gran cantidad de proteínas y nutrientes (House, 2016).

En cuanto al gusto hubo diferentes opiniones, ya que las respuestas fueron más o menos repartidas en, que no les gustaba el sabor y no comprarían, si les gustaba y comprarían y por último el resto afirmo que está bien, pero encontraron un sabor plano (House, 2016).

La disponibilidad fue otro factor para tener en cuenta, haciendo una valoración de todas las opiniones, se centraron sobre todo en que la baja disponibilidad y la poca variedad en la compra de insectos, era un motivo para que estos perdieran el interés por su consumo (House, 2016).

Un punto significativo fue el ajuste de los insectos en la dieta, en este pudieron recoger que a las personas vegetarianas les resultaba más sencillo incluir los insectos en su dieta que a las personas consumidoras de carne (House, 2016).

El precio fue un factor determinante ya que como mencionamos anteriormente los costes de producción eran muy elevados, por lo tanto, para la mayoría de los participantes el precio era demasiado elevado (House, 2016).

Por último, las personas con un núcleo familiar más amplio les resultaban más difícil incorporar los insectos a la dieta (House, 2016).

Otro estudio realizado por (Hartmann et al., 2015) acerca de la diferencia de aceptación del consumo de insectos entre personas europeas y asiáticas, se observó que los encuestados chinos mostraron una mayor voluntad al comer insectos como sustitución a la carne, debido a que estos ya habían consumido anteriormente insectos. Aunque se mostró que los estudios o la edad no eran factores determinantes en la predisposición a comer carne.

En cuanto al sabor, también coincidieron en que las opiniones fueron muy variadas y fue punto clave a la hora de consumir insectos (Hartmann et al., 2015).

En este caso, se observó que el hecho de que los insectos puedan tener beneficios asociados a la salud no era un factor determinante para su consumo, ya que muchas de estas personas parecían no creer los efectos beneficiosos que podían tener los insectos frente a la carne. Sólo las personas que realmente estaban interesadas en la nutrición y la salud tuvieron una mayor disposición a comer nuevos alimentos después de recibir información de salud.

En general, en este estudio los prejuicios establecidos por la neofobia alimentarias, y las expectativas negativas de sabor, así mismo las bajas puntuaciones de aceptación social y ninguna experiencia previa con el consumo de insectos, condujeron a una menor predisposición a comer insectos. Se llegó a la conclusión que para que los insectos puedan tener una cabida en el mercado las estrategias de marketing deben centrarse en la imagen pública de los insectos y el sabor de estos, ya que se ha visto que realmente no sirve de mucho decir todos los beneficios que aportan (Hartmann et al., 2015).

Para contrastar los resultados obtenidos en los estudios anteriores y compararlos con la aceptabilidad para el consumidor español, se ha realizado una encuesta (Anexo 2), en la que han participado 100 personas.

En la encuesta se ha querido reflejar como pueden influir los factores comentados anteriormente (precio, sabor, disponibilidad y las preferencias culturales) a la hora de consumir insectos. Los resultados han estado en concordancia a los estudios vistos anteriormente. Como podemos observar, el hecho de que el producto fuera más respetuoso con el medio ambiente, no ha sido un factor determinante, como se refleja también en House (2016), aunque sí que

hubo un número significativo de personas que reconsiderarían incluir los insectos en su dieta si estos fueran respetuosos con el medio ambiente.

A diferencia de los otros estudios, el número de personas vegetarianas que hicieron la encuesta fue muy bajo, y no ha permitido esclarecer si hubieran tenido mayor predisposición a consumir insectos.

Un dato que se obtuvo es que la mitad de los encuestados no consideraban que en un futuro no hubiera suficientes recursos alimentarios y, por tanto, no habían pensado nuevas fuentes de recursos, aunque sí que sabían que los insectos pueden suponer una gran alternativa como productos alimenticios para consumo animal y humano.

Como observamos en otros estudios el precio es un factor determinante ya que ninguno de los encuestados estaría dispuesto a pagar más por los insectos y, solo alrededor de un 30% de ellos pagaría lo mismo que por los productos convencionales.

Como se esperaba, la mayoría de encuestados nunca habían probado los insectos ni productos a base de estos, aun así, un poco más de la mitad de estos sí que estarían dispuestos a probarlos, ya sea como insectos deshidratados o productos hechos a base de estos. Aunque aquí observamos como en Hartmann et al. (2015), que el rechazo a introducir los insectos en la dieta sigue presente ya que, aunque la experiencia para los encuestados fuera positiva, solo un 20% estaría dispuesto a incluirlos.

Por último, observamos que las personas que habían consumidos insectos con anterioridad manifestaban opiniones diversas en cuanto a su sabor, en lo que lo atribuimos a que realmente no se especifica que insecto consumió cada persona, pero cabe destacar que para la mayoría de las personas la experiencia fue positiva y estarían dispuestos a incluirlos en su dieta.

6. Conclusiones

- Se ha constatado un interés creciente en la introducción de los insectos en la dieta pues presentan grandes posibilidades tanto desde el punto de vista nutricional como ambiental, puesto que es una fuente mucho más sostenible de proteínas que los sistemas tradicionales (ganadería, pesca).
- Actualmente hay un nuevo mercado en vías de desarrollo en el que aún queda mucho por investigar y desarrollar, tanto por el desconocimiento de las posibilidades de los insectos diríamos “mínimamente procesados” como la utilización de estos como ingredientes para desarrollar otros productos (enriquecidos en proteína por poner un ejemplo); todavía más si tenemos en cuenta que solamente una mínima parte de su potencial está empezando a ser estudiada, ya que se estima que hay 2000 especies comestibles conocidas.
- La composición nutricional de los insectos incluidos en este trabajo presenta valores similares a la de alimentos convencionales, posicionándose como productos capaces de satisfacer las necesidades nutricionales en una dieta, destacando por su alto contenido en proteínas de alta calidad. Como el *Tenebrio molitor* con un contenido en proteínas de 60g /100g en b. s.
- Dentro de un mismo orden de insectos su composición nutricional no es homogénea y también está influenciada por el estadio del insecto y el modelo de producción. El orden Othoptera (a partir de los datos disponibles) presenta la composición nutricional más homogénea de todos, salvo para el contenido en grasa.
- De los trabajos analizados se concluye que la incorporación de insectos en productos alimenticios para la dieta humana mejora el valor nutritivo de estos, pero empeora su calidad sensorial y no se observan efectos negativos. La incorporación de insectos en piensos animales como sustitución de la harina de soja y pescado no muestra efectos negativos, siendo una alternativa más económica que la harina de pescado. Sin embargo, estos resultados son muy parciales y reflejan el incipiente estado de la investigación en este campo.
- El precio, el sabor, la disponibilidad y las preferencias culturales tienen mucha influencia a la hora de consumir insectos y actualmente la introducción de insectos en la dieta no es muy aceptada por gran parte de la población, ya que tan solo el 20% de los encuestados (en la encuesta realizada) incluiría en su dieta los insectos.
- Actualmente existen diferentes barreras para el consumo de insectos. Respecto a la seguridad alimentaria problemas a resolver son los riesgos microbiológicos, las alergias, los parásitos y los antibióticos; siendo necesario el desarrollo de una normativa para la certificación de estos productos. En cuanto a los aspectos legales se precisa una

legislación europea que regule el uso de los insectos. La industria necesita que se realicen estudios que permitan tanto la optimización de los procesos cómo un mayor conocimiento de las posibilidades tecnológicas de estas materias primas para mejorar su rentabilidad.

7. Bibliografía

- A brief history of edible insects in the west (2012-2018) - Bugsolutely. (2020). Visto 14 Marzo 2020, desde <https://www.bugsolutely.com/brief-history-edible-insects-west-2012-2017/>
- Apolo-Arévalo, L., & Lannacone, J. (2016). Crianza del grillo (*Acheta domesticus*) como fuente alternativa de proteínas para el consumo humano. *Scientia*, 17(17). doi: 10.31381/scientia.v17i17.389
- Assessing the Potential of Insects as Food and Feed in assuring Food Security. (2012). Visto 23 January 2012, desde <http://www.fao.org/3/an233e/an233e00.pdf>
- Azzollini, D., Derossi, A., & Severini, C. (2016). Understanding the drying kinetic and hygroscopic behaviour of larvae of yellow mealworm (*Tenebrio molitor*) and the effects on their quality. *Journal Of Insects As Food And Feed*, 2(4), 233-243. doi: 10.3920/jiff2016.0001
- Barker, D., Fitzpatrick, M., & Dierenfeld, E. (1998). Nutrient composition of selected whole invertebrates. *Zoo Biology*, 17(2), 123-134. doi: 10.1002/(sici)1098-2361(1998)17:2<123::aid-zoo7>3.0.co;2-b
- Belluco, S., Losasso, C., Maggioletti, M., Alonzi, C., Paoletti, M., & Ricci, A. (2013). Edible Insects in a Food Safety and Nutritional Perspective: A Critical Review. *Comprehensive Reviews In Food Science And Food Safety*, 12(3), 296-313. doi: 10.1111/1541-4337.12014
- Bisconsin-Junior, A., Januarlo, L., Netto, F., & Barros Mariuttl, L. (2018). Composição de insetos comestíveis. In *36 Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, (pp. 5-6). Belém, PA. Visto desde https://www.researchgate.net/publication/327118458_Composicao_de_insetos_comestiveis
- Caparros Megido, R., Poelaert, C., Ernens, M., Liotta, M., Blecker, C., & Danthine, S. et al. (2018). Effect of household cooking techniques on the microbiological load and the nutritional quality of mealworms (*Tenebrio molitor* L. 1758). *Food Research International*, 106, 503-508. doi: 10.1016/j.foodres.2018.01.002
- Correa con insectos - INSECTUM. (2020). Visto 4 Abril 2020, desde <https://insectum.es/>
- Costa-Neto, E., & Dunkel, F. (2016). Insects as Food: History, Culture, and Modern Use around the World. *Insects As Sustainable Food Ingredients*, 29-60. doi: 10.1016/b978-0-12-802856-8.00002-8
- Descubre las galletitas saladas sabor chili - Insectland. (2020). Visto 4 Abril 2020, desde <https://insectoscomestiblesonline.es/producto/galletitas-saladas-sabor-chili/>
- Dos Santos Cardoso, C. (2018). *Utilização de alimentos alternativos na dieta do coelho: gordura de insetos vs gordura de linho*. Universidade de Lisboa.
- Dossey, A., Tatum, J., & McGill, W. (2016). Modern Insect-Based Food Industry: Current Status, Insect Processing Technology, and Recommendations Moving Forward. *Insects As Sustainable Food Ingredients*, 113-152. doi: 10.1016/b978-0-12-802856-8.00005-3.
- Feature: Why insects could be the ideal animal feed. (2015). Visto 26 Marzo 2020, desde <https://www.sciencemag.org/news/2015/10/feature-why-insects-could-be-ideal-animal-feed>

- Feng, S. (2018). *Tenebrio molitor* L., entomophagy and processing into ready to use therapeutic ingredients: a review. *Journal Of Nutritional Health & Food Engineering*, 8(3). doi: 10.15406/jnhfe.2018.08.00283
- Fernandez-Cassi, X., Supeanu, A., Jansson, A., Boqvist, S., & Vagsholm, I. (2018). Novel foods: a risk profile for the house cricket (*Acheta domesticus*). *EFSA Journal*, 16. doi: 10.2903/j.efsa.2018.e16082
- Gahukar, R. (2016). Edible Insects Farming: Efficiency and Impact on Family Livelihood, Food Security, and Environment Compared With Livestock and Crops. *Insects As Sustainable Food Ingredients*, 85-111. doi: 10.1016/b978-0-12-802856-8.00004-1
- Gallina Castellana Negra: Mosca Doméstica. (2020). Visto 14 March 2020, desde <https://www.tri-tro.com/las-moscas-en-las-gallinas/mosca-domestica/>
- González, C., Garzón, R., & Rosell, C. (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. doi: 10.1016/j.ifset.2018.03.021
- Grau, T., Vilcinskis, A., & Joop, G. (2017). Sustainable farming of the mealworm *Tenebrio molitor* for the production of food and feed. *Zeitschrift Für Naturforschung C*, 72(9-10), 337-349. doi: 10.1515/znc-2017-0033
- Gravel, A., & Doyen, A. (2019). The use of edible insect proteins in food: Challenges and issues related to their functional properties. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 59, 102272. doi: 10.1016/j.ifset.2019.102272
- Harina de grillo nutricional INSECTUM. (2020). Visto 4 Abril 2020, desde <https://insectum.es/home/85-harina-de-grillo-nutricional.html>
- Hartmann, C., Shi, J., Giusto, A., & Siegrist, M. (2015). The psychology of eating insects: A cross-cultural comparison between Germany and China. *Food Quality And Preference*, 44, 148-156. doi: 10.1016/j.foodqual.2015.04.013
- House, J. (2016). Consumer acceptance of insect-based foods in the Netherlands: Academic and commercial implications. *Appetite*, 107, 47-58. doi: 10.1016/j.appet.2016.07.023
- Insectos - Fichas de animales en National Geographic. (2020). Visto 25 Abril 2020, desde <https://www.nationalgeographic.com.es/animales/insectos>
- Janssen, R., Vincken, J., van den Broek, L., Fogliano, V., & Lakemond, C. (2017). Nitrogen-to-Protein Conversion Factors for Three Edible Insects: *Tenebrio molitor*, *Alphitobius diaperinus*, and *Hermetia illucens*. *Journal Of Agricultural And Food Chemistry*, 65(11), 2275-2278. doi: 10.1021/acs.jafc.7b00471
- Józefiak, D., & Engberg, R. (2015). *Insects as poultry feed*. Lecture, Praga.
- Kamau, E., Mutungi, C., Kinyuru, J., Imathiu, S., Tanga, C., & Affognon, H. et al. (2018). Moisture adsorption properties and shelf-life estimation of dried and pulverised edible house cricket *Acheta domesticus* (L.) and black soldier fly larvae *Hermetia illucens* (L.). *Food Research International*, 106, 420-427. doi: 10.1016/j.foodres.2018.01.012

- Kouřimská, L., & Adámková, A. (2016). Nutritional and sensory quality of edible insects. *NFS Journal*, 4, 22-26. doi: 10.1016/j.nfs.2016.07.001
- La Contribución de los Insectos a la Seguridad Alimentaria, los Medios de Vida y el Medio Ambiente. (2013). Visto 16 Marzo 2020, desde <http://www.fao.org/3/i3264s/i3264s00.pdf>
- Maciel-Vergara, G., & Ros, V. (2017). Viruses of insects reared for food and feed. *Journal Of Invertebrate Pathology*, 147, 60-75. doi: 10.1016/j.jip.2017.01.013
- Makkar, H., Tran, G., Heuzé, V., & Ankers, P. (2014). State-of-the-art on use of insects as animal feed. *Animal Feed Science And Technology*, 197, 1-33. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2014.07.008
- Melis, R., Braca, A., Mulas, G., Sanna, R., Spada, S., & Serra, G. et al. (2018). Effect of freezing and drying processes on the molecular traits of edible yellow mealworm. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 48, 138-149. doi: 10.1016/j.ifset.2018.06.003
- Milanović, V., Osimani, A., Pasquini, M., Aquilanti, L., Garofalo, C., & Taccari, M. et al. (2016). Getting insight into the prevalence of antibiotic resistance genes in specimens of marketed edible insects. *International Journal Of Food Microbiology*, 227, 22-28. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2016.03.018
- Oller, A. (2014). Uso de insectos como fuente proteica en la alimentación animal - Agrinews. Visto 3 Abril 2020, desde <https://agrinews.es/2014/03/17/uso-de-insectos-como-fuente-proteica-para-la-alimentacion-animal/>
- Payne, C., Scarborough, P., Rayner, M., & Nonaka, K. (2016). A systematic review of nutrient composition data available for twelve commercially available edible insects, and comparison with reference values. *Trends In Food Science & Technology*, 47, 69-77. doi: 10.1016/j.tifs.2015.10.012.
- Poma, G., Cuykx, M., Amato, E., Calaprice, C., Focant, J., & Covaci, A. (2017). Evaluation of hazardous chemicals in edible insects and insect-based food intended for human consumption. *Food And Chemical Toxicology*, 100, 70-79. doi: 10.1016/j.fct.2016.12.006
- Porcisan. (2014). Los insectos en los piensos para cerdos. Visto 25 Marzo 2020, desde <http://noticias.porcisan.es/los-insectos-en-los-piensos-para-cerdos/>
- Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed. (2015). *EFSA Journal*, 13(10), 4257. doi: 10.2903/j.efsa.2015.4257
- Rumpold, B., & Schlüter, O. (2013). Nutritional composition and safety aspects of edible insects. *Molecular Nutrition & Food Research*, 57(5), 802-823. doi: 10.1002/mnfr.201200735
- Rumpold, B., & Schlüter, O. (2013). Potential and challenges of insects as an innovative source for food and feed production. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 17, 1-11. doi: 10.1016/j.ifset.2012.11.005
- Santurino, C., García-Serrano, A., Molina García, J., Sierra Fernández, P., Castro-Gómez, M., Calvo, M. and Fontecha, J., 2016. *Los Insectos Como Complemento Nutricional De La Dieta: Fuente De Lípidos Potencialmente Bioactivos*. Instituto Danone, pp.Vol. 23, N.º 2, pp. 50-56.

- Situación de los insectos en alimentación humana. (2018). Visto 3 Abril 2020, desde http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/gestion_riesgos/INSECTOS_ALIMENTACION_.pdf
- Snack de gusanos y grillos sabor tapas - Insectland. (2020). Visto 4 Abril 2020, desde <https://insectoscomestiblesonline.es/producto/snack-de-gusanos-y-grillos-sabor-tapas/>
- Suplemento de proteínas con harina de insecto sabor chocolate. (2020). Visto 4 Abril 2020, desde <https://insectum.es/home/124-suplemento-de-proteinas-con-insectos-sabor-chocolate.html>
- Tarántula Comestible. (2020). Visto 4 Abril 2020, desde <https://www.exoticfood.es/p4286333-tarantula-comestible.html>
- Tenebrio molitor* 1Kg. Visto 15 Marzo 2020, desde <https://rangoexotic.es/insectos/124-tenebrio-molitor-10-rationes.html>
- Testa, M., Stillo, M., Maffei, G., Andriolo, V., Gardois, P., & Zotti, C. (2016). Ugly but tasty: A systematic review of possible human and animal health risks related to entomophagy. *Critical Reviews In Food Science And Nutrition*, 57(17), 3747-3759. doi: 10.1080/10408398.2016.1162766
- The european insect sector today: challenges, opportunities and regulatory landscape. (2019). Visto 3 Junio 2020, desde https://ipiff.org/wp-content/uploads/2019/12/2019IPIFF_VisionPaper_updated.pdf
- Van Huis, A. (2013). Potential of Insects as Food and Feed in Assuring Food Security. *Annual Review Of Entomology*, 58(1), 563-583. doi: 10.1146/annurev-ento-120811-153704
- 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*. Rome: FAO.
- Vila, I. (2020). origen del consumo de insectos – All you need is Biology. Visto 14 Marzo 2020, desde <https://allyouneedisbiology.wordpress.com/tag/origen-del-consumo-de-insectos/>
- Yi, L. (2015). *A study on the potential of insect protein and lipid as a food source* (p. 156). Wageningen University, Wageningen, NL.

Anexo 1: Tabla composición

Insectos comestibles	proteína[%]	Grasa [%]	Fibra [%]	ELN [%]	Ash [%]	Contenido energético [Kcal/100 g]
COLEOPTERA	41,33	27,90	10,20	14,09	5,61	494,15
Aplagiognathus spinosus	25,80	36,38	15,01	19,53	3,28	508,30
Rhynchophorus phoenicis (larva)	35,63	19,50	3,02	40,14	4,74	479,14
Tenebrio molitor (larva)	47,18	43,08	7,44	0,26	3,08	577,44
tenebrio molitor (adulto)	60,20	20,80	16,30	0,00	2,70	427,90
Tenebrio molitor (adulto)	65,29	14,88	20,22	3,86	3,31	379,61
Zophobas morio	46,79	42,04	9,26	2,61	2,38	575,53
Phyllophaga sp. (larva)	42,52	5,72	12,30	15,36	21,10	282,32
Analeptes trifasciata	29,62	18,93	1,96	43,60	4,21	
Arophalus rusticus4	20,10	56,06	5,14	17,04	1,66	652,30
Callipogon barbatus	41,00	34,00	23,00	1,00	2,00	
Copris nevinsoni Waterhouse	54,43	13,61	15,15	7,63	9,18	
Cybister flavocinctus	69,01	5,64				
Holotrichia sp	51,74	5,41	19,31	11,20	12,34	
Homolepta sp	54,00	18,00	12,00	10,00	7,00	
Metamasius spinolae	69,05	17,44	3,65	9,24	0,62	
Oileus rimator	21,00	47,00	13,00	18,00	2,00	
Oryctes boas (larva)	26,00	1,50	3,40	38,50	1,50	
Oryctes rhinoceros (larvae)	50,48	0,66		33,25	15,25	342,14
Oryctes rhinoceros Linnaeus (larvae)	27,81	0,73	1,40	24,51	15,56	
Passalus af. Punctige	26,00	44,00	15,00	12,00	3,00	
Scyphophorus acupunctatus	35,49	51,68	5,55	5,86	1,42	555,40
Scyphophorus acupunctatus (larvae)	35,49	50,51	5,55	5,84	2,61	618,78
Rhynchophorus phoenicis (adult)	35,57	46,69	7,47	4,21	6,06	
Trichoderes pin	41,09	36,72	9,37	9,04	3,78	530,96
Rhynchophorus phoenicis F (larvae)	22,06	66,61		5,53	5,79	
DIPTERA	51,25	23,19	13,56	8,58	9,76	409,75
Musca domestica (larva)	63,99	24,31		1,25	5,16	552,40
Musca domestica (pupa)	63,10	15,50			5,30	
Ephydra hians	35,87	35,87	9,75	6,56	12,25	216,84
Drosophila melanogaster	56,25	17,90	16,20		5,20	
Copestylum haggi & anna	37,00	31,00	15,00	8,00	8,00	460,00
Eristalis sp	40,68	11,89	13,27	8,21	25,95	
Drosophila melanogaster	68,00	19,00		17,66	7,20	
Hermetia illucens	45,10	30,08		9,79	9,02	
HEMIPTERA	46,94	33,81	12,49	5,30	3,66	496,88
Agonoscelis pubescens	28,20	57,30		4,40	2,50	
Aspongubus viduatus F	27,00	54,20		7,00	3,50	
Pachilis gigas (nimfa)	63,00	26,00	5,00	2,00	4,00	498,00
Pachilis gigas (adulto)	65,00	19,00	10,00	2,00	3,00	445,00
Umbonia reclinata	29,00	33,00	13,00	13,00	11,00	470,00
Edessa sp	33,00	54,00	11,00		1,00	622,00
Axayacat	62,80	9,67	10,46	2,47	3,30	346,73
Abedus sp	67,69	6,20	16,41	6,65	3,05	352,56
Acantocephala declivis	35,00	45,00	18,00		1,00	547,00
Belostoma sp	70,87					
Edessa conspersa	36,82	45,76	10,00	4,21	3,21	
Edessa montezumae	37,52	45,87	10,88	2,08	3,65	
Edessa petersii	37,00	42,00	18,00	1,00	2,00	530,00
Edessa cordifera						622,00
Euschistus zopilotensis						551,08
Euschistus eggleston	35,00	45,00	19,00		1,00	548,00
Euschistus strennus	41,84	51,68	13,51	0,01	3,06	
Euschistus sp. (nymphs, adults)	37,65	46,72	12,78	3,33	6,83	583,74
Hoplophorion monogramma	64,00	14,00	18,00	1,00	3,00	394,00
Meimuna opalifera Walke	47,23	8,53	19,22	14	9,04	
Neortholomus sp	48,25	34,51	5,1	9,62	2,42	542,08
Proarna sp	72,00	4,00	2,00	12,00	3,00	401
HYMENOPTERA	49,70	30,21	4,52	13,82	3,36	505,05
Polybia sp	57,73	19,22	1,78	20,56	0,71	482,93
Atta mexicana (ants)	46,00	39,00	11,00		4,00	555,00
Apis mellifera (larva)	42,00	19,00	1,00	35,00	3,00	475,00
Liometopum apiculatum	39,67	36,87	2,44	19,22	1,80	566,36
Vespula sp	52,84	29,66	3,02	11,04	3,44	
bee brood	40,52	20,26	0,86	34,48	3,45	482,33
Atta mexicana B (ants)	66,00	24,02	2,06	4,92	3,00	
Atta cephalotes (reproducers)	43,00	31,00	10,00	14,00	2,00	391,00
Brachygastra azteca	63,00	22,00	3,00	9,00	3,00	481
Brachygastra mellifica	53,00	30,00	3,00	11,00	3,00	522
Carebara vidua Smith (female)	42,50	49,45	7,19		1,61	
Liometopum apiculatum H (ant eggs)	40,90	33,96	1,30	15,99	7,85	
Liometopum apiculatum (larvae, pupae)	39,67	36,87	2,44	19,22	1,80	566,36
Liometopum occidentale var. Luctuosum	41,68	36,21	2,10	17,61	2,40	
Melipona beeckei	29,00	41,00	6,00	20,00	3,00	469
Mischocyttarus sp.	57,33	24,26	7,68	6,51	4,22	
Oecophylla smaragdina Fabricius (workers)	53,46	13,46	15,38	11,15	6,55	
Oecophylla smaragdina Fabricius (queen)	37,46	36,87	8,26	14,43	2,98	
Pogonomyrmex barbatus	45,79	34,25	2,79	7,86	9,31	
Pogonomyrmex sp	46,26					522,77
Polistes instabilis	31,00	62,00	3,00	2,00	2,00	655,00
Polistes canadensis	61,52	31,07	3,68	1,80	1,93	
Polistes major	64,45					
Polybia occidentalis nigratella (larvae)	61,10	22,94	1,95	11,01	3,00	494,00
Polybia occidentalis bohemani	62,00	19,00	4,00	13,00	3,00	466,00
Polybia parvulina	61,00	21,00	6,00	8,00	4,00	462,00
Vespula squamosa	63,00	22,00	3,00	10,00	3,00	490,00
ISOPTERA	37,69	27,15	4,47	24,89	2,80	
Macrotermes bellicosus	20,40	28,20	1,70	43,30	2,90	
Termes sp	42,63	36,55	6,14	12,34	2,34	
Macrotermes natalensis	22,10	22,50	2,20	42,80	1,90	
Macrotermes natalensis Haviland (alarvae)	65,62	21,35	7,85	1,13	4,05	

Insectos comestibles	proteína[%]	Grasa [%]	Fibra [%]	ELN [%]	Ash [%]	Contenido energético [Kcal/100 g]
LEPIDOPTERA	45,13	25,85	7,19	20,28	4,83	500,73
Galleria mellonella	33,98	60,00	19,52	3,37	1,45	650,13
Anaphe venata (caterpillars)	25,70	23,21	2,30	55,60	3,20	
Anaphe venata (larvae)	60,03	23,22			3,21	610,00
Bombyx mori (larvae)	53,76	8,09	6,36	25,43	6,36	389,60
Samia ricinii (prepupae grov)	54,20	26,20	3,26	2,26	4,00	459,69
Nudaurelia oyemensis (cate)	61,08	12,15			3,76	
Arsenura armida	52,00	8,00	12,00	20,00	8,00	356,00
Catasticta teutila	60,00	19,00	7,00	7,00	7,00	438,00
Aegiale (Acentrocne) he	40,00	30,00	5,00	21,00	3,00	593,00
Aegiale hesperiaris k (magu)	30,88	58,55	0,12	8,16	2,29	
Aegiale hesperiaris (larvae)	40,24	29,45	5,27	18,89	5,15	504,63
Anaphe infracta (caterpillar)	20,00	15,20	2,40	66,10	1,60	
Anaphe panda (caterpillars)	45,60	35,00	6,50		3,70	543,00
Anaphe reticulata (caterpil)	23,00	10,20	3,10	64,60	2,50	
Anaphe spp. (caterpillars)	18,90	18,60	1,68	46,80	4,10	
Arsenura armida	52,00	8,00	12,00	20,00	8,00	356,00
Ascalapha odorata	56,00	15,00	12,00	4,00	6,00	419,00
Bombyx mori (spent pupae)	48,70	30,10			8,60	
Brunaea alcinoe (caterpillar)	74,34	14,10	5,55	3,16	2,85	
Cirina forda Westwood (larv)	33,12	12,24	9,40	38,12	7,12	359,00
Cirina forda (Westwood) (la	20,94	13,09		56,86	9,11	
Cirina forda (Westwood) (la	62,25	5,25		20,98	11,51	
Comadia redtembacheri	29,04	43,29	6,44	20,60	0,63	614,39
Comadia redtembacheri (lar	42,07	43,29	6,44	1,58	2,13	607,83
Eucheira socialis	48,78	22,71	9,98	15,19	3,34	433,80
Galleria mellonella (larvae)	38,80	58,55	8,92		2,17	
Heliothis zea	42,00	29,00	4,00	21,00	4,00	513,00
Hylesia frigida	41,98	29,00	4,14	21,02	3,86	512,82
Imbrasia belina (larvae)	54,26	23,38		10,98	11,38	
Imbrasia oyemensis (caterp	61,59	25,36			2,78	
Laniifera cyclade	45,85	30,34	4,98	14,22	4,62	513,34
Laniifera cyclades (larvae)	45,50	30,49	4,87	14,34	4,77	512,83
Latebraria amphipyrioides	57,00	7,00	29,00	1,00	6,00	293,00
Phasus triangularis	15,00	77,00	4,00	2,00	2,00	762,00
Xyleutes redtembacheri	43,00	48,00	6,00	1,00	2,00	614,00
Samia ricinii (prepupae grov)	54,00	26,20	3,14	3,14	4,10	461,84
Collosamia promethea (L)	49,40	10,00	10,80		6,90	
Manduca sexta (L)	58,10	20,70	9,40		7,40	
Spodoptera frugiperda (L)	57,80	20,20	6,70		5,60	
Pseudaletia unipuncta (L)	54,40	14,90	5,00		6,90	
ODANATA	55,23	19,825	11,79	4,625	8,53	0
Aeschna multicolor	54,24	16,72	9,96	6,23	12,85	
Anax sp.	56,22	22,93	13,62	3,02	4,21	431,33
ORTHOPTERA	63,88	13,62	10,00	7,96	4,02	#i DIV/O!
Acheta domesticus (adults)	66,56	22,08	22,08	2,60	3,57	455,19
Brachytrupes sp	61,20	18,70	7,42	7,60	5,05	
Melanoplus femurrubrum (i	77,10	4,20	12,10	4,08	2,59	361,46
Sphenarium purpurascens	56,00	11,00	9,00	21,00	3,00	404,00
Trimerotropis sp	65,13	7,02	10,20	13,87	3,78	379,06
Acheta domesticus (nymphs)	67,25	14,41	15,72	3,93	4,80	414,41
Hieroglyphus banian	63,61	7,15	7,16	4,81	4,86	566,00
Acheta domesticus (juvenile	55,00	9,80	16,40		9,10	
cheta domesticus (nymphs)	57,25	14,41	15,72	3,93	4,80	414,41
Acheta domestica L.	61,10	24,00	6,20	2,12	3,55	
Acrida exaltata	64,46	7,07	7,73	3,64	4,98	495,00
Arphia fallax	71,30	6,52	11,58	8,11	2,41	
Brachytrupes portentosus Li	48,69	20,60	11,61	9,74	9,36	
Boopedon af. Flaviventris	75,95	8,43	10,35	2,32	2,95	
Boopedon flaviventris B	59,30	11,00	10,10	16,59	2,98	
Conocephalus triops L	71,00					
Encoptolophus herbaceus	57,60	11,80	11,02	17,22	2,87	
Hieroglyphus banian	63,61	7,15	7,16	4,81	4,86	566,00
Idiathron subquadratum S.	65,20	8,17	11,10	4,42	3,79	
Melanoplus mexicanus	77,13	4,22	12,17	4,04	2,44	
Melanoplus sp	62,93					376,00
Melanoplus femurrubrum (i	77,00	4,20	12,10	4,08	2,59	361,46
Oxya fuscovittata	63,96	6,49	7,51	7,51	5,01	465,00
Romalea sp	75,30	12,30	9,73	0,19	4,25	
Romalea colorata S	72,70	16,30	6,33		4,64	
Ruspolia differens (brown)	44,30	46,20	4,90		2,60	
Ruspolia differens (green)	43,10	48,20	3,90		2,80	
Schistocerca sp	61,00	17,00	10,00	7,00	4,60	427,00
Spathosternum prasiniferur	65,88	8,11	6,96	6,36	5,11	550,00
Sphenarium histrio	77,00	4,00	12,00	4,00	2,00	363,00
Sphenarium histrio (nymphs)	71,15	5,72	11,79	8,01	2,30	376,43
Sphenarium spp	68,00	12,00	11,00	5,00	5,00	390,00
Taeniopoda auricornis W	63,00	10,20	8,34	14,52	3,97	
Taeniopoda sp	71,00	5,85	10,56	9,59	2,95	
Zonocerus variegatus (adult	62,73	2,49	3,61	29,40	4,11	
Trimerotropis sp	65,16	7,02	10,20	13,87	3,78	379,06
SBrachytrupes membranace	35,06	53,05	6,30	2,33	3,25	
BLATTODEA	60,25	23,36	5,95	7,81	5,02	0
Blaberus sp.	43,90	34,20	8,44	10,09	3,33	
Periplaneta americana L.	65,60	28,20	3,00	0,78	2,48	
Periplaneta australasiae F.	62,40	27,30	4,50	2,73	3,00	
Blatta lateralis	61,5	32,4		9,06	3,9	
Blatta lateralis (S)	76,05	14,45		11,41	7,88	
Blatta lateralis (M)	62,85	26,5		12,76	6,89	
Soya oilcake meal	49,44	0,45	7,87		7,64	

Anexo 2: Encuesta consumo de insectos

ENCUESTA CONSUMO DE INSECTOS

Esta encuesta forma parte de un Trabajo de Fin de Grado, y su objetivo es valorar la aceptación que puede tener para los consumidores la introducción de insectos en la dieta. Hay que recalcar que el consumo de insectos no tiene por qué ser sólo a base de insectos deshidratados, ya que, a partir de éstos, se pueden elaborar otros productos, como harina, barras de chocolate, o galletas, y también se puede utilizar proteína de insectos como sustitución de un cierto % de proteína animal.

Gracias por su colaboración.

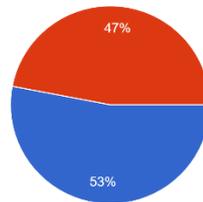
***Obligatorio**

1. Sexo *

Marca solo un óvalo.

- Mujer
 Hombre

Sexo
100 respuestas



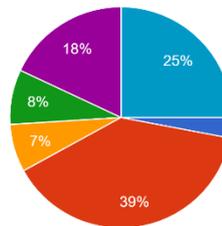
● Mujer
● Hombre

2. Edad *

Marca solo un óvalo.

- Menor a 18
 18 años a 24 años
 25 años a 34 años
 35 años a 44 años
 45 años a 54 años
 Mas de 54

Edad
100 respuestas



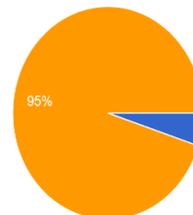
● Menor a 18
● 18 años a 24 años
● 25 años a 34 años
● 35 años a 44 años
● 45 años a 54 años
● Mas de 54

3. ¿Es usted vegetariano? *

Marca solo un óvalo.

- Si
 No, soy Vegano
 No, soy consumidor de carne animal

¿ Es usted vegetariano ?
100 respuestas



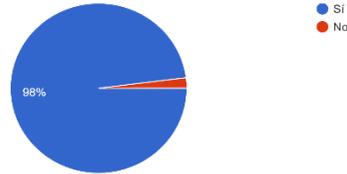
● Si
● No, soy Vegano
● No, soy consumidor de carne animal

4. ¿Consideras que tienes una dieta variada? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No

¿ Consideras que tienes una dieta variada ?
100 respuestas

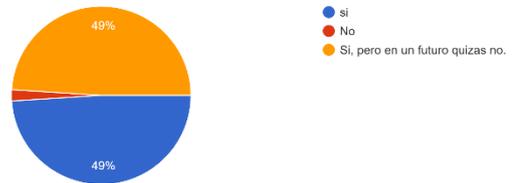


5. ¿Actualmente crees que disponemos de suficientes recursos alimenticios para poder abastecernos? *

Marca solo un óvalo.

- sí
- No
- Si, pero en un futuro quizás ho.

¿ Actualmente crees que disponemos de suficientes recursos alimenticios para poder abastecernos ?
100 respuestas

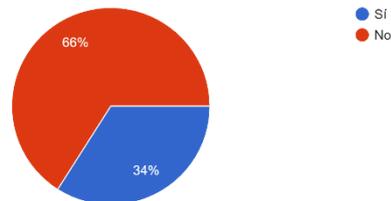


6. Si en un futuro hubiera una limitación de recursos alimenticios. ¿Has pensado en alguna alternativa? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No

Si en un futuro hubiera una limitación de recursos alimenticios. ¿Has pensado en alguna alternativa?
100 respuestas

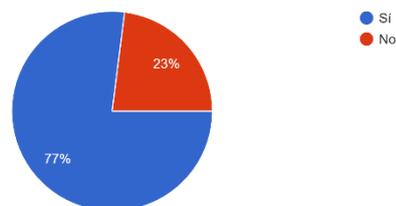


7. ¿Sabes que en algunos países dentro de la unión europea ya se comercializan insectos? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No

¿Sabes que en algunos países dentro de la unión europea ya se comercializan insectos ?
100 respuestas

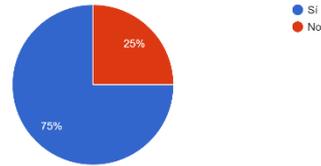


8. ¿Sabes que los insectos suponen una gran alternativa como producto alimenticios para consumo animal y humano? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No

¿Sabes que los insectos suponen una gran alternativa como producto alimenticios para consumo animal y humano?
100 respuestas



9. ¿Cuanto estaría dispuesto a pagar por insectos o productos hechos a base de estos? *

Marca solo un óvalo.

- Menos que por productos convencionales
 Lo mismo que por productos convencionales
 Más que por productos convencionales

¿Cuanto estaría dispuesto a pagar por insectos o productos hechos a base de estos?
100 respuestas

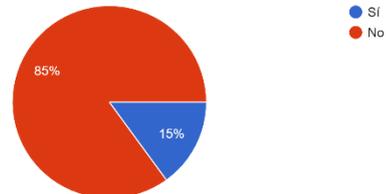


10. ¿Has probado alguna vez los insectos o productos elaborados a base de ellos (harina, barras de chocolate) ? *

Marca solo un óvalo.

- Sí Salta a la pregunta 11
 No Salta a la pregunta 14

¿Has probado alguna vez los insectos o productos elaborados a base de ellos (harina, barras de chocolate) ?
100 respuestas



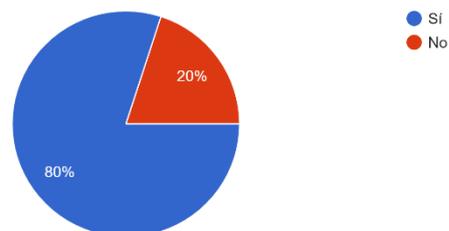
Sección sin título

11. ¿La experiencia fue positiva? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No

¿La experiencia fue positiva?
15 respuestas

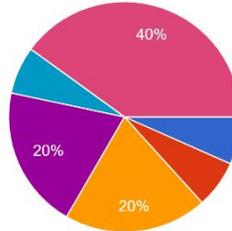


12. ¿ Como definiría su sabor ? *

Marca solo un óvalo.

- Amargo
- Dulce
- Picante
- Ácido
- Salado
- Agrio
- Otro

¿ Como definiría su sabor ?
15 respuestas



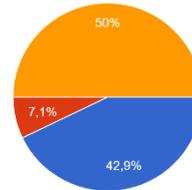
- Amargo
- Dulce
- Picante
- Ácido
- Salado
- Agrio
- Otro

13. Si fue positiva. ¿ Estarías dispuesto a incluirlo en tu dieta ?

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No *Salta a la pregunta 16*
- Tal vez *Salta a la pregunta 16*

Si fue positiva. ¿ Estarías dispuesto a incluirlo en tu dieta ?
14 respuestas



- Sí
- No
- Tal vez

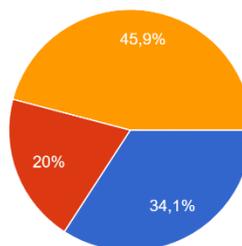
Sección sin título

14. ¿ Estarías dispuesto a probarlos ? *

Marca solo un óvalo.

- Sí, pero solo productos hechos a base de insectos (harina, barras de chocolate)
- Si, ya sean insectos deshidratados o productos a base de estos
- No

¿ Estarías dispuesto a probarlos ?
85 respuestas



- Sí, pero solo productos hechos a base de insectos (harina, barras de chocolate)
- Si, ya sean insectos deshidratados o productos a base de estos
- No

15. Si la experiencia fuera positiva. ¿Valorarías la opción de incluirlos en tu dieta ? *

Marca solo un óvalo.

- Sí,
 No. Aun así, no cambiaría mi dieta Salta a la pregunta 16
 Tal vez Salta a la pregunta 16

Salta a la pregunta 16

Sección sin título

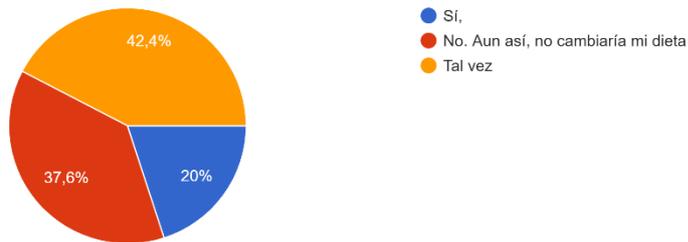
16. ¿El hecho de que el producto sea respetuoso con el medio ambiente, cambiaría su decisión a la hora de incluirlos en su dieta ? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No

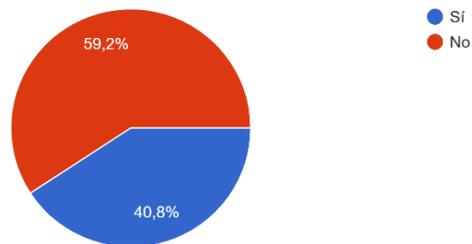
Si la experiencia fuera positiva. ¿ Valorarías la opción de incluirlos en tu dieta ?

85 respuestas



¿El hecho de que el producto sea respetuoso con el medio ambiente, cambiaría su decisión a la hora de incluirlos en su dieta ?

76 respuestas



Anexo 3: composición de productos a base de insectos a la venta



Cerveza con proteínas de insecto.

Insecto que contiene: Gusanos de la Harina (larvas de escarabajo).

Ingredientes: agua, malta, lúpulo y proteínas de insecto.

proteínas por cada botellín de 33 cl: 5.5 gramos aproximadamente.

Proteínas por cada 100 gramos de cerveza: 1.66 gramos.

Estilo: Belgian Blond.

Color: Gold

Graduación alcohólica: 5.9%.

Amargor (EBU): 28.5

pH: 4.04

Extracto original: 15.1

Color (EBC): 8.75

CO2 (g/l): 6.16

ENERGÍA

2028 KJ / 484 KCAL

PROTEÍNAS

16 G

GRASAS

20 G

ÁCIDOS GRASOS SATURADOS

15 G

HIDRATOS DE CARBONO

56 G

SAL

1,7 G

AZÚCAR

2 G

FIBRA DIETÉTICA

5,1 G





ENERGÍA
2120 KJ / 486,6 KCALç

PROTEÍNAS
53,07 G

GRASAS
27,81 G

ÁCIDOS GRASOS SATURADOS
6,92G

SAL
4,68G

HIDRATOS DE CARBONO
5,8G

AZÚCAR
0,7G

FIBRA DIETÉTICA
6,21G

Información nutricional por cada 100 gramos:



- Energía 185 kcal / 1201 kJ
- Grasa 9.9 g de las cuales grasa saturada 3.6 g
- Carbohidratos 16.6 g de los cuales azúcar 2.1 g
- Fibra 3.4 g
- Proteína 32.2 g
- Sal 0,4 g

Información nutricional por cada 100 gramos:



- Energía: 400 kcal / 1673 kJ.
- Grasa: 13.0 g de las cuales grasa saturada 3.4 g.
- Carbohidratos: 2.9 g de los cuales azúcar 1.2 g.
- Fibra: 9.1 g.
- Proteína: 63.0 g.
- Sal: 3.09 g.
- Hierro: 20 mg.
- Vitamina B12: 1.49 µg.
- Zinc: 9.1 mg.