
L'ús d'insectes com a nou ingredient pel disseny de productes alimentaris

- Modalitat REVISIÓ BIBLIOGRÀFICA -

Treball Final de Màster Nutrició i Salut

Autor/a: Imma Riera Valentí

Director/a: Sílvia de Lamo Castellví

Maig 2019



Aquesta obra està subjecta a una llicència de Reconeixement-NoComercial-SenseObraDerivada (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/deed.ca>)

Índex

| | |
|---|----|
| Resum..... | 3 |
| Abstract..... | 3 |
| 1. Introducció | 5 |
| 2. Objectius | 7 |
| 3. Metodologia | 7 |
| 4. Resultats | 9 |
| 5. Discussió..... | 20 |
| 6. Aplicabilitat i noves línies de recerca..... | 22 |
| 7. Conclusions..... | 23 |
| 8. Bibliografia..... | 24 |

Resum

El consum d'insectes es tenen evidències que es va iniciar entre els anys 2000 i 2500aC aproximadament a molts països orientals i zones tropicals de centre Amèrica, mentre que en països occidentals generen una reacció de disgust. S'ha començat a investigar sobre les seves propietats i s'afirma que els insectes i les seves fases metamòrfiques presenten propietats nutricionals, i alhora, per la seva cria s'utilitzen menys recursos i es generen menys residus que en la cria de la resta d'animals, per tant, la cria d'insectes és més sostenible pel medi ambient. Els insectes són una font important de proteïnes, lípids i micronutrients com el calci, ferro i zinc. Tot aquest conjunt de propietats fa que els insectes siguin un aliment a tenir en compte de cara al futur. S'estudia introduir els insectes en l'alimentació de la població que no té com a hàbit l'entomofagia, ja sigui de forma directa, o bé, com a ingredients de nous productes alimentaris. Per aquest motiu és important una bona legislació i l'aplicació d'APPCC per assegurar unes bones pràctiques higièniques de cara a consumir aquests organismes.

En aquest estudi es pretén conèixer l'entomofagia, amb els beneficis i riscos que comporta, així com els sistemes de producció i les legislacions que la regulen.

Paraules clau

Revisió, entomofagia, insecte, alimentació del futur, alimentació, insectes consumibles.

Abstract

The consumption of insects has evidence that began between 2000 and 2500aC roughly in many Eastern countries and tropical zones of central America, while in western countries they generate a disgust reaction. We have begun to investigate their properties and affirms that insects and their metamorphic phases present nutritional properties, while at the same time their rearing uses less resources and less waste is generated than in the resting of the rest of animals, therefore, the breeding of insects is more sustainable for the environment. Insects are an important source of proteins, lipids and micronutrients such as calcium, iron and zinc. All this set of properties causes insects to be a food to keep in mind for the future. It is studied to introduce the insects into the feeding of the population that does not have entomophagy as a habit, either directly, or as ingredients of new food products. For this reason, good legislation and the application of HACCP are important to ensure good hygienic practices in order to consume these organisms.

The aim of this study is to know entomophagy, with the benefits and risks involved, as well as the production systems and the legislation that regulates it.

Key words

Review, entomophagy, insect, feeding of the future, nutrition, edible insects.

1. Introducció

A l'actualitat existeix un elevat interès a nivell internacional, a la comunitat europea pels insectes com a nou ingredient per l'elaboració de nous productes alimentaris. Les seves propietats nutritives i la seva producció amb baix impacte ecològic i econòmic ha fet que la indústria alimentària s'hagi fixat en aquests organismes per desenvolupar nous productes alimentaris (AECOSAN, 2018). Els insectes són el grup d'animals invertebrats amb major diversitat de la terra i que es troben distribuïts per pràcticament tots els ecosistemes terrestres i aquàtics, constituint una gran part de la biomassa animal total (cita). Això fa que els insectes es puguin recollir directament del medi de forma senzilla, sense gaires mitjans tècnics. També existeixen granges de cries d'insectes que no requereixen inversions importants per adquirir equips bàsics de cria i recol·lecció (cita). Això explica que per moltes cultures la entomofagia (consum d'insectes pels éssers humans) és una forma d'alimentació habitual, sobretot en regions d'Àsia, Àfrica i Llatinoamèrica. Actualment la ingesta d'insectes complementa la dieta d'aproximadament 2000 milions de persones (FAO, 2019), i es tracta d'un hàbit que sempre ha estat present en la conducta alimentària dels éssers humans. Documentalment se sap que la costum de consumir insectes data de l'època de l'Antic Testament, tot i que diverses fonts indiquen que els insectes han format part de la dieta humana des d'abans d'aquesta època (Testa, 2017)

Mentre en alguns indrets l'hàbit de menjar insectes va començar com una necessitat en períodes de fam, a l'actualitat en la majoria dels casos en els que formen part de la dieta local bàsica, els insectes es consumeixen degut al seu gust i no per l'escassetat de recursos. Hi ha espècies d'insectes molt valorades econòmicament i que es consideren un aliment de luxe, com són l'eruga de la papallona emperador a Sud Àfrica i els ous de formiga teixidora al sud-est d'Àsia. La FAO ha reconegut nombrosos beneficis que els insectes aporten de caràcter ambiental, sanitari i pels medis social i de vida. A nivell ambiental els insectes són molt eficients, poden convertir 2kg d'aliment en 1kg de massa d'insecte. A més, tant l'emissió de gasos d'efecte hivernacle com la utilització d'aigua durant el seu creixement són probablement inferiors als animals convencionals. (FAO, 2019) Poden alimentar-se de residus alimentaris o d'origen humà transformant-los en proteïnes d'elevada qualitat utilitzant menys recursos i suportant més les sequeres. Pel que fa a la salut, el seu contingut nutricional depèn de la seva fase metamòrfica, l'hàbitat i la dieta. Tot i això, s'accepta que els insectes proporcionen proteïnes i nutrients d'elevada qualitat en comparació a la carn i el peix. Són molt importants com a

complement alimentari sobretot en nens desnodrits, per la seva riquesa en micronutrients (coure, ferro, magnesi, fòsfor, manganès, seleni i zinc), àcids grassos i fibra. A més, els insectes plantegen un risc reduït de transmissió de malalties zoonòtiques.

Les activitats de recol·lecció i cria d'insectes pot comportar una millora directa de la dieta i aportar uns ingressos pels membres més pobres de la societat. També pot generar oportunitats empresarials en les economies desenvolupades, en fase de transició i en desenvolupament. Els insectes tan poden servir com aliment humà, com animal per l'elaboració de pinsos per animals i incrementar així el seu contingut proteic i lipídic. Algunes espècies com el grill domèstic (*Acheta domesticus*) o el cuc de la farina (*Tenebrio molitor*) es poden consumir senceres com snacks o complements d'amanides, etc. o bé, es poden convertir en pasta o farina, o extreure'n únicament les proteïnes (FAO, 2019).

De cara al futur de l'alimentació humana és important tenir els insectes com un ingredient més en la producció de nous aliments, tant si els insectes s'utilitzen pel consum humà com per l'engreix o cria d'animals. Als inicis de la pràctica de l'entomofàgia, i encara a l'actualitat en països tropicals, els insectes s'obtenen exclusivament de la recol·lecció directa de la natura. Amb l'augment de la demanda dels insectes comestibles sorgeix la necessitat de fer cries controlades d'insectes. A occident, en un inici eren criats per alimentar animals domèstics com rèptils o amfibis i posteriorment per dissenyar nous productes alimentaris pel consum humà.

Per l'autorització d'un nou aliment s'ha de demostrar sobre la base de proves científiques disponibles, que l'aliment no planteja cap risc per la salut de les persones i un dels aspectes a valorar serà la seguretat microbiològica d'aquests nous aliments (AECOSAN, 2018). Els insectes són portadors d'una microbiota molt diversa tan en el tracte digestiu com en la superfície externa que pot ocasionar riscos microbiològics i parasitaris. També és cert que hi ha diferents riscos en funció de si són insectes salvatges o criats en granges. Diferents estudis realitzats sobre els riscos microbiològics arriben a la conclusió que els principals factors que augmenten el risc de contaminació microbiana són una higiene deficient i unes condicions de recol·lecció, assecat, transport, emmagatzematge i distribució inadequades (Testa, 2017). Per aquest motiu

és interessant que es segueixin unes normes higièniques durant la manipulació dels insectes, per tal d'evitar contaminacions i poder introduir aquests organismes com un ingredient més dels nostres plats quotidians.

2. Objectius

Degut al fet que els insectes són una font important de nutrients a tenir en compte de cara a l'alimentació del futur, els objectius d'aquest treball són:

- Descriure els tipus d'insectes consumibles i les seves propietats nutritives
- Descriure possibles tècniques de producció, processat i conservació d'insectes
- Definir els patògens alimentaris i riscos d'al·lèrgens presents en els insectes
- Descriure les bones pràctiques d'higiene relacionades amb el consum d'insectes.

Amb aquests objectius es vol donar resposta a: quins són i què ens aporten els insectes comestibles? Com és la cria d'insectes pel consum alimentari? Quins riscos de salut suposa el consum d'insectes i la seva cria en granges? I partint de la idea de fomentar el consum d'insectes a l'alimentació habitual de la població europea, quins processos tecnològics cal utilitzar per manipular els insectes com a nou aliment i garantir la seguretat alimentària? I finalment, quines normatives cal seguir per la comercialització i consum d'aquest nou aliment?

3. Metodologia

En primer lloc vaig fer una recerca general amb les paraules "insectes comestibles" a portals de recerca com la biblioteca de la UOC i Google Scholar. A partir d'aquí vaig poder consultar la situació actual dels insectes comestibles a Catalunya per l'Agència Catalana de Seguretat Alimentària (ACSA, 2016) (Lladós Miró, 2018) i l'Agència Espanyola de Consumo, Seguridad alimentaria y nutrición (AECOSAN) mitjançant la revista del comitè científic on vaig trobar l'informe en relació als riscos microbiològics i al·lèrgics associats al consum d'insectes (AECOSAN, 2018). A continuació vaig consultar informació a nivell europeu a través de la web de la FAO on hi ha informació sobre els insectes comestibles (edible insects) (FAO, 2019): Còdex Alimentari, l'ús d'insectes per l'alimentació a la Unió Europea, últimes novetats relacionades amb els insectes comestibles i les bones pràctiques d'higiene per utilitzar els insectes com a aliment.

Un cop vaig tenir present les principals espècies d'insectes comestibles que s'han utilitzat per dissenyar nous aliments vaig buscar a la biblioteca de la UOC articles d'estudis fets amb aquests insectes. Concretament vaig buscar *Tenebrio molitor* com a larva del cuc de la farina que s'utilitza en molts productes. D'aquests articles trobats em vaig centrar en els que es relacionaven amb aspectes microbiològics d'aquestes espècies (H.C. Klunder, 2012), (Fasolato, 2018), (Guo, 2018) i altres que es relacionaven amb les al·lèrgies que poden ocasionar (Gier, 2018).

També vaig buscar a PubMed utilitzant els filtres de: (entomophagy[All Fields] OR (edible[All Fields] AND ("insecta"[MeSH Terms] OR "insecta"[All Fields] OR "insects"[All Fields]))) OR (("Tenebrio"[MeSH Terms] OR "Tenebrio"[All Fields]) AND molitor[All Fields]) en el qual hi vaig trobar articles i revisions molt actuals (Elhassan, 2019).

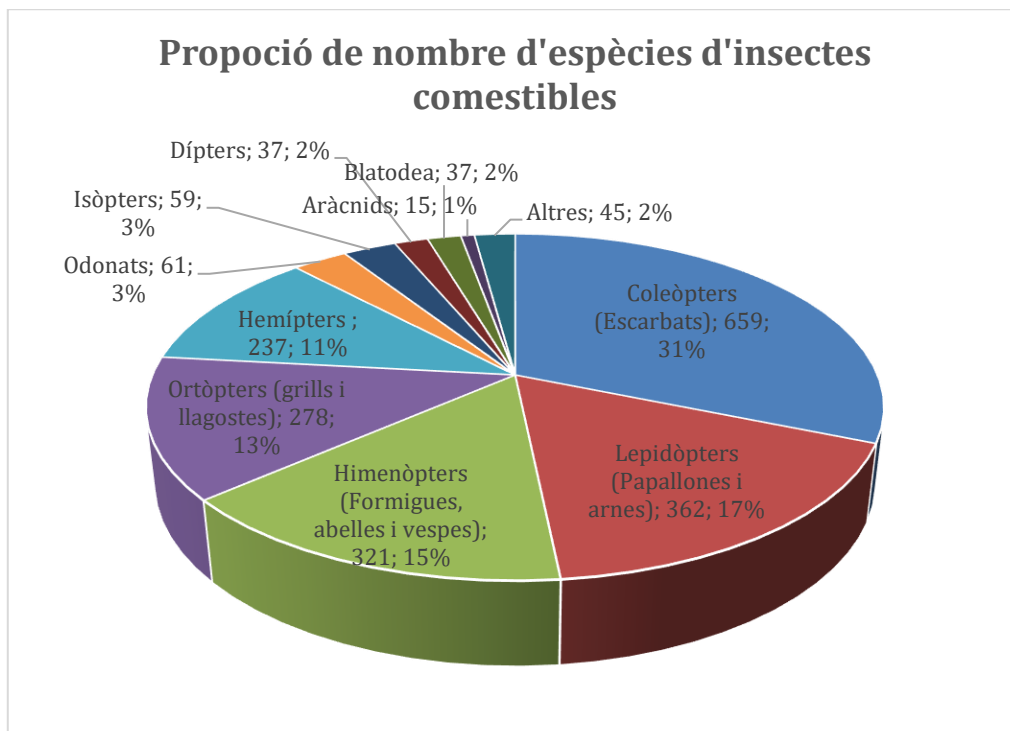
Finalment, seguint la bibliografia consultada per alguns dels articles trobats em van portar a llegir altres articles fonamentals sobre el tema.

4. Resultats

Insectes consumibles i propietats nutritives

Segons FAO és complicat saber exactament el nombre d'espècies d'insectes comestibles pel fet que no tots els països utilitzen la nomenclatura Linneana, i a més, diferents cultures poden utilitzar diferents noms per la mateixa espècie d'insecte. El màxim d'espècies d'insectes comestibles trobats són 2111 contades per Yde Jongema a l'abril de 2017 (Jongema, 2017), contant els països occidentals i regions temperades. On es troben més diversitat d'espècies d'insectes comestibles és a la zona de Mèxic i Àsia.

Pel que fa als grups d'insectes, els que són més freqüents són els coleòpters (escarabats) amb 659 espècies comestibles, seguit dels lepidòpters (erugues de papallones) amb 362 espècies, els himenòpters (formigues, abelles i vespes) amb 321 espècies, i ortòpters (grills i llagostes) amb 278 espècies. Per altra banda, els grups amb menor nombre d'espècies d'insectes comestibles són de l'ordre odonats (libèl·lules) amb 61 espècies, els isòpters (tèrmit) amb 59 espècies, els dípters (mosques) amb 37 espècies, els de l'ordre blatodea (paneroles) amb 37 espècies i els aràcnids amb 15 espècies comestibles (Gràfic 1) (van Huis A, 2013). La proporció dels diferents grups i el nombre d'espècies d'insectes consumides varia en funció del país.



Gràfic 1: Proporció del nombre d'espècies d'insectes comestibles segons els diferents ordres al món. Total 2111 espècies d'insectes comestibles. (Adaptat de Y de Jongema, 2017)

Els insectes que es consumeixen amb més freqüència són els següents:

- Coleòpters (escarabats)

Són l'ordre d'insectes més consumit. Es consumeixen majoritàriament en estat larvari. Destaquen les espècies causants de la plaga de les palmeres (o morrut de les palmeres) del gènere *Rynchophorus*. A la zona d'Àfrica equatorial hi ha *R. Phoenicis*, a Àsia *R.ferrugineus*, i a la zona tropical d'Amèrica hi ha *R.palmarum*.

Als Països Baixos els estats larvaris d'espècies com el cuc de la farina (*Tenebrio molitor*), el Buffalo (*Alphitobius diaperinus*) i el cuc rei (*Zophobas morio*) es crien per alimentar rèptils, peixos i animals de companyia, i també es troben en botigues especialitzades per l'alimentació d'humans (van Huis A, 2013).

- Lepidòpters (papallones i arnes)

Es consumeixen majoritàriament en fase larvària però la fase adulta també es menja. Hi ha espècies com *Agrotis infusa* a Austràlia, *Imbrasia belina* a Àfrica, i *Omphisa fuscidentalis* a Àsia. La collita de les erugues genera un ingrés econòmic important per moltes famílies. (van Huis A, 2013)

- Hymenòpters (vespes, abelles i formigues)

Les formigues teixidores (*Oecophylla spp*) en la seva fase de larva i pupa són molt populars a Àsia. Es comercialitzen i són consumides com a ingredient nutricional en gran varietat d'aliments saludables a Xina.

A Japó es consumeixen habitualment vespes (*Vespula* i *Dolichovespula spp*) i sovint n'importen d'altres països degut a la demanda. (van Huis A, 2013)

- Ortòpters (llagostes i grills)

La majoria d'insectes d'aquest grup són comestibles i s'acostumen a recol·lectar al matí en estat salvatge, quan la temperatura és baixa i estan més immòbils. Tot i el valor nutricional i cultural que tenen els ortòpters, hi ha estudis que mostren que les llagostes poden contenir uns nivells elevats de plom que poden ser tòxics (Cohen, 2009).

Un dels ortòpters més importants consumits a Mèxic és *Sphenarium purpurascens* tot i ser causant de la pesta de l'usurda. A Àsia, els més consumits són *Gryllus bimaculatus*, *Teleogryllus occipitalis* i *T.mitratus*. A Tailàndia es

prefereix l'espècie *Acheta domesticus* (grill domèstic). Només aquest últim i *Gryllus bimaculatus* són cultivats amb finalitats econòmiques. (van Huis A, 2013)

Pel que fa a la composició nutricional, tot i que els insectes varien molt la seva composició depenent de l'espècie i de la fase metamòrfica on es trobin, contenen bàsicament proteïnes, greixos i fibra. També són rics en micronutrients com el coure, ferro, magnesi, manganès, fòsfor, seleni, zinc, i riboflavina, àcid pantoteic, biotina i en alguns casos àcid fòlic. (van Huis A, 2013)

Tot i això, Bukkens (1997) va demostrar que l'eruga de mopane variava el contingut en proteïnes depenent del processament, era més baix quan estava torrada que quan estava seca (48 i 57% respectivament). També es va veure en els tèrmits que el contingut de proteïna era del 20% en cru i del 32% i 37% fregides o fumades respectivament degut al diferent contingut d'aigua (Bukkens, 1997). Les proteïnes dels cereals, que són la base d'alimentació de gran part de la població, sovint són pobres en lisina, triptòfan i treonina. Aquesta deficiència es pot suplementar amb la ingesta d'insectes comestibles que són rics en aquests aminoàcids. Per exemple erugues de la família de *Saturniidae* tenen més de 100 mg de lisina per 100 g de proteïna en cru. (Bukkens, 2005)

| Ordre | Proteïnes | Aminoàcids |
|--------------|-----------|------------|
| Efemeròpters | 66.26 | 65.97 |
| Odonats | 58.83 | 46.03 |
| Isòpters | 58.27 | 44.03 |
| Ortòpters | 44.1 | 38.87 |
| Homòpters | 51.13 | 42.45 |
| Hemípters | 55.14 | 48.72 |
| Coleòpters | 50.41 | 39.74 |
| Lepidòpters | 44.91 | 32.88 |
| Dípters | 44.91 | 32.88 |
| Hymenòpters | 47.81 | 45.18 |

Taula 1: Percentatge del contingut mitjà de proteïnes i aminoàcids d'alguns ordres d'insectes comestibles (% de pes sec). (Basat en els resultats de: (Xiaoming, 2008))

Els insectes comestibles són considerats una font de greixos i energia. Concretament estan formats d'àcids grassos poliinsaturats i sovint contenen àcids linoleics. (van Huis

A, 2013) Aquestes combinacions d'àcids grassos són importants pel desenvolupament de nens i infants. (Michaelsen KF, 2009). Segons (Ramos Elorduy et al, 1998) les espècies que contenen més del 40% de grasses són: *Phasus triangularis* (77.17%), *Phasus sp.* (60.35%), *Arophalus rusticus* (56.06%), *Scyphophorus acupunctatus* (51.68%), *Edessa sp* (51.23%), *Edessa montezumae* (45.87%), *Comadia redtembacheri* (43.29%).

| Espècie | Contingut de greixos (% per pes sec) |
|----------------------------------|--------------------------------------|
| <i>Rhynchophorus phoenicis</i> | 54% |
| <i>Phasus triangularis</i> | 77,17% |
| <i>Ruspolia differens</i> | 67% |
| <i>Phasus sp.</i> | 60,35% |
| <i>Arophalus rusticus</i> | 56,06% |
| <i>Scyphophorus acupunctatus</i> | 51,68% |
| <i>Edessa sp</i> | 51,23% |
| <i>Macrotermes sp</i> | 49% |
| <i>Comadia redtembacheri</i> | 43,29% |
| <i>Imbrasia sp</i> | 24% |
| <i>Zonocerus variegates</i> | 9% |

Taula 2: Percentatge del contingut de greixos per pes sec per diverses espècies d'insectes comestibles. Basat en els resultats de: (Ramos Elorduy et al, 1998) (van Huis A, 2013) (Womeni, 2009)

Referent als minerals, s'ha vist que alguns insectes comestibles tenen tan o més contingut en ferro que la vedella. Mentre que la vedella conté 6 mg de ferro per 100 g de pes sec, l'eruga mopane conté entre 31 i 77 mg per 100 g de pes sec. (Bukkens, 2005) Altres espècies com la llagosta (*Locusta migratoria*) varia entre 8 i 20 mg per 100 g de pes sec depenent de la seva dieta. (Onincx, 2010). Aquestes concentracions de ferro fa que els insectes comestibles siguin molt indicats per prevenir l'anèmia en embarassades, nens i adults, els quals sovint pateixen anèmia en països en desenvolupament segons OMS. (FAO/WHO, 2001) (Anankware PJ, 2015). Pel que fa a la biodisponibilitat del ferro en insectes s'ha vist in-vitro que l'absorció del ferro en escarabats Búfalo (*Alphitobius diaperinus*) és millor que la biodisponibilitat d'aquest mineral en carn de vedella. (Gladys, 2016).

Un altre mineral relacionat amb problemes de salut en països en desenvolupament és el zinc. Segons FAO/WHO (2001), la deficiència en aquest mineral pot ocasionar retards en el creixement i desenvolupament, lesions cutànies, diarrees, al·pècia, pèrdua de gana i major susceptibilitat a patir malalties infeccioses. En general els insectes són una bona font de zinc. Mentre que la vedella conté una mitjana de 12.5 mg de zinc per 100 g de pes sec, la larva de morrut de la palmera (*Rhynchophorus phoenicis*) conté 26.5 mg de zinc per 100 g de pes sec. (Bukkens, 2005)

Pel que fa a les vitamines, els insectes contenen importants quantitats de vitamina B1 i B2. A més, algunes espècies com el cuc de la farina (*Tenebrio molitor*) i el grill domèstic (*Acheta domestica*), són fonts importants de vitamina B12, la qual es troba únicament en aliments d'origen animal. Mentre que *T.molitor* conté 0,47 µg de vitamina B12 per 100 g de pes sec en el seu estat larvari, *A.domestica* conté 5,4 µg de vitamina B12 per 100 g de pes sec en els individus adults i 8.7 µg per 100g de pes sec en estat larvari. (Bukkens, 2005) (Finke, 2002)

Un altre nutrient utilitzat dels insectes per a l'elaboració de nous aliments és la fibra. Generalment prové del seu exoesquelet en forma de quitina. Segons l'estudi fet per Finke (2007) els insectes analitzats contenen entre 2,7 mg i 49,8 mg per kg en fresc i entre 11,6 i 137,2 mg per kg en sec.

Al·lèrgens i contaminants alimentaris en els insectes

Les al·lèrgies alimentaries es descriuen com a "reaccions adverses a un aliment o component d'aliment inofensiu que impliqui una resposta anormal del sistema immunitari del cos a proteïnes específiques dels aliments" (FAO i OMS, 2001).

Segons estudis realitzats per Barennes et al. (2015) el 7,6% de les persones que practicaven l'entomofàgia a Laos van tenir símptomes al·lèrgics després de consumir insectes (Barennes, 2015). Per altra banda, l'estudi de Ji et al. (2009) va informar que el 18% dels casos d'anafilaxi mortal i xocs anafilàctics de Xina són deguts a la ingestió d'insectes (Ji, 2009).

La quitina present a l'exoesquelet dels insectes és la responsable de les al·lèrgies alimentaries igual que els crustacis. El consum d'insectes pot ocasionar al·lèrgia a persones que ja tinguin al·lèrgia als àcars o als crustacis. (EFSA, 2015).

S'ha trobat que poden ocasionar al·lèrgia alimentaria diversos insectes com: cucs de seda, cuc de la farina (*Tenebrio molitor*), erugues, corc de la lletia (*Bruchus lentis*),

morrut de la palmera (*Ryncophorus spp*), llagostes, abelles, cicades, *Clamis bilineata* i l'additiu colorant procedent de *Dactylopius coccus*. S'han identificat diversos al·lèrgens d'insectes com són la tropomiosina i l'arginina quinasa, que tenen reactivitat creuada amb proteïnes homòlogues en els crustacis i els àcars de la pols domèstics. A més, també es va demostrar que el processament tèrmic i la digestió no van eliminar l'al·lergicitat de les proteïnes d'insectes (Gier, 2018).

S'han observat percentatges significatius de presència de gens de resistència a antimicrobians àmpliament utilitzats en producció primària, com les tetraciclins, macròlids, aminoglicòsids així com antibiòtics d'últim recurs com la vancomicina (Osimani, 2017). Van observar gens tetM de resistència a la tetraciclina en *Tenebrio molitor*, gens *erm(B)* de resistència a macròlids, gens *vanA* de resistència a la vancomicina, i gens *aac-aph* de resistència a aminoglicòsids. També es va observar una diferència significativa entre els insectes analitzats a diferents països. Amb aquests resultats es planteja l'ús prudent de substàncies antimicrobianes en la producció d'insectes destinats al consum humà, i tenir en compte l'avaluació d'aquest risc per la salut pública associat al seu consum (AECOSAN, 2018).

Pel que fa a patògens alimentaris presents en els insectes trobem els microorganismes que poden estar associats tan al tracte digestiu com a la superfície externa. La diversitat microbiana dels insectes varia en funció de l'espècie d'insecte, la dieta i les condicions de cria. (Garofalo, 2017). Diversos estudis han mostrat una elevada càrrega microbiana en insectes destacant alts recomptes en microorganismes aerobis mesòfils, enterobacteris i esporulats (Caparros Megido, 2017) (Klunder, 2012). Els factors més importants que augmenten el risc de contaminació microbiana són la falta d'higiene i unes condicions de recol·lecció, assecatge, transport, emmagatzematge i distribució inadequats (Testa, 2017). La cria d'insectes en granges permet controlar les condicions de producció, reduint el risc de microorganismes patògens. Els insectes salvatges estan més exposats a una possible contaminació. (NVWA, 2014) (AECOSAN, 2018). Però, per altra banda, els artròpodes i insectes en general poden produir malalties de diverses formes (per acció directa del propi insecte, per inoculació de verins, per ocasionar al·lèrgies, per vector biològic d'agents infecciosos) especialment si estan en contacte directe i si estan vius. Es poden comportar com a vectors de malalties i això és un fet important a tenir en compte a l'hora de manipular-los o consumir-los. (Fleta Zaragoza, 2018)

Tècniques de producció, processat i conservació d'insectes

Tradicionalment la recollida d'insectes comestibles s'ha fet directament de la natura. Es pot fer manualment o amb instruments diversos: pales, pals i pics, destrals, ganivets, reixes i cistelles de diferents mides, formes i materials (Ramos-Elorduy J. &, 1993). A zones d'Àfrica, els Touareg utilitzen llençols i recipients metàl·lics per dirigir i atrapar els insectes (Bergier, 1941). I quan es tracta d'insectes que poden picar s'aïlla els adults mitjançant fum de llenya verda a l'entrada del niu per tal que surtin (Ramos-Elorduy J. V., 2007)

La cria d'insectes ha de tenir les mateixes característiques que els altres sistemes de producció animal (EFSA, 2015). Les instal·lacions han de complir els requisits d'higiene per reduir la contaminació amb microorganismes patògens i evitar el contacte amb insectes salvatges o altres fonts de contaminació (Belluco, 2013). Al igual que la resta d'animals necessiten tenir accés a aigua i pinsos i excreten continguts intestinals que es poden utilitzar com a fertilitzants. A les granges europees els insectes es mantenen en ambients tancats per tal de poder-ne controlar les condicions.

La recollida de larves pot ser manual o automatitzada. En qualsevol dels casos es recomana el dejuni previ a la recollida per tal de buidar el tracte intestinal i disminuir la càrrega microbiana (Wynants E. C., 2017) (Wynants E. C., 2018). Després de la recollida habitualment es sacrifiquen per congelació o trituració (EFSA, 2015)

La cria d'insectes està condicionada per les prohibicions i excepcions en lo relatiu a l'alimentació d'animals diferents dels ruminats amb productes d'origen animal establertes pel Reglament (CE) N°999/2001 (UE, 2001) i les normes del reglament (CE) N° 1069/2009 (UE, 2009). Per tant, no es poden alimentar els insectes amb proteïnes de rumiants, residus de cuina, farina de carn, ossos o fems.

Complint les normatives de producció d'insectes comestibles existeixen granges d'insectes especialitzades en la producció d'aquests animals. A Espanya, tot i que la legislació no està desenvolupada per produir insectes per l'alimentació humana, sí que existeixen granges d'insectes per crear farines alimentaries per generar pinsos per aqüicultura i avicultura (Proteinsecta, 2018). A nivell particular es vol introduir a la població a l'entomofagia i fins i tot s'han dissenyat recipients com el Vivarium (Escudero,

2018) per convidar a la gent a produir els propis insectes a casa elaborant la proteïna per la dieta reduint el consum de carn.

La qualitat i seguretat microbiològica dels insectes destinats al consum humà també depèn del tipus de processat que rebin. Segons estudis de Klunder et al. (2012) es va demostrar que bullint insectes de *Tenebrio molitor* a 100°C (5-10min) redueix el recompte total de microorganismes aerobis i d'enterobacteris de 10^7 a menys de 10 ufc/g. També van trobar que l'assecatge al forn a 90°C durant 110 min. redueix el recompte total de microorganismes aerobis en 2 o 3 cicles logarítmics i el d'enterobacteris de 3 a 5 cicles logarítmics. També van trobar que l'escaldat dels insectes seguit del rostit oferia una reducció significativa en el recompte d'enterobacteris. En els tractaments de fumats es van veure alts recomptes de microbiota aeròbia, mesòfila i de floridures i llevats, per aquest motiu recomanen bullir amb aigua a 100°C durant 10 min. en el cas del cuc de la farina (*Tenebrio molitor*) i 5min. en el cas dels grills domèstics (*Acheta domesticus*). (Caparros Megido, 2017)

Els insectes destinats a consum humà es poden comercialitzar sencers, en pols o pasta o com extractes de proteïnes, grasses o quitina, depenent del sistema de producció i tipus de producte. A moltes parts del món els insectes són recol·lectats salvatges de la naturalesa i el procés que segueixen és purgar-los per eliminar el contingut fecal (Fleta Zaragoza, 2018). separar els cossos estranys i les parts no comestibles o que continguin verí (depenent de l'espècie), es renten amb aigua freda o tèbia abundant, i es torren o couen per ser triturats després de ser assecats al sol. També es poden menjar sencers o crus, depenent de l'espècie. (Mutungi, 2017). Per matar-los s'utilitza el fred (congelador 15-20 minuts) o la calor (en aigua bullint uns instants). Alguns plats requereixen que els insectes es fregeixin vius, i altres fins i tot es consumeixen vius (Fleta Zaragoza, 2018). En cas de voler-se comercialitzar es poden envasar en sacs, llaunes o envasos de plàstic per emmagatzemar-se i vendre posteriorment.

Els insectes comercialitzats sencers que es crien en granges són sotmesos a processos de congelació, escaldat, refrigeració i assecatge per reduir la càrrega microbiana. També es poden deixar assecar i moldre per presentar en forma de farina, o moldre directament o després de congelar per elaborar la pasta. Es va comprovar que en cas de moldre els insectes crus s'incrementa la càrrega microbiana i disminueix l'eficàcia dels tractaments tèrmics en comparació de quan s'apliquen a insectes sencers. Es van observar recomptes microbiològics més elevats en insectes dessecats i en pols que els sotmesos a fregit o cuinats (Grabowski, 2017). Segons l'estudi fet per Grabowski i Klein

(2017), totes les mostres analitzades d'insectes processats van presentar absència de *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* i *Staphylococcus aureus*. No obstant això, sí que van detectar la presència de *Bacillus cereus*, *Listeria ivanovii*, *Mucor sp*, *Aspergillus sp* i *Penicillium sp*. en mostres d'insectes dessecats i en pols. Per aquest motiu recomanen aplicar un tractament tèrmic abans de ser consumits. (Grabowski, 2017). En concret el microorganisme *Bacillus cereus* és molt termorresistent degut a les seves espores i pot resistir a tractaments tèrmics. Per tant, en productes dessecats, com és la manipulació que poden rebre els insectes, s'ha de posar especial atenció al control de *B.cereus*.

L'estudi de Oh i Moon (2002) van estudiar l'efecte del pH en la iniciació de la germinació de les espores i la inactivació de *B. cereus* amb elevades pressions i diferents temperatures. (Oh, 2002). Amb els resultats d'aquest estudi de Oh, 2002 es va concloure que hi ha més reducció de l' esporulació de *Bacillus cereus* a partir de 300MPa, pH7 i temperatures de 40°C i 60°C. Per tant, tot i que l'estudi no estigui realitzat directament sobre insectes, ens indica que les condicions ambientals durant l' esporulació de *Bacillus cereus* poden afectar a l'influència de la resistència de les espores bacterianes, i per tant, el tractament que rebin els insectes abans de la seva comercialització és crucial per garantir la seva seguretat alimentària.

Un altre estudi que s'ha fet amb la pressió hidrostàtica per tal de descontaminar els insectes comestibles va mostrar com l'aplicació d'elevada pressió hidroestàtica és una forma ràpida de desactivar les espores bacterianes. S'ha demostrat en estudis de Rumpold et al. (2014) que els tractaments d'elevades pressions a 600MPa i els tractament tèrmics de 90°C són els més eficaços tant per la inactivació microbiana superficial com la microbiota total de l'insecte. Per altra banda, altres tractaments com el de plasma fred indirecte només té efecte sobre la microbiota superficial. Per tant, la millor inactivació microbiana total s'ha aconseguit amb el tractament tèrmic de 90°C i amb l'elevada pressió de 600MPa durant més de 15 minuts. (Rumpold, 2014)

Elegir un procés o altre depèn del tipus d'insecte (Stoops, 2017). Habitualment s'utilitzen els insectes com a ingredient d'altres aliments, i el seu fraccionament es fa mitjançant tècniques de separació mecànica o extracció amb solvents. (AECOSAN, 2018)

Un exemple és l'eruga de karité, *Cirina forda*, és considerada una exquisidesa a Burkina Faso, tot i que no s'aprecia a altres regions. Aquestes erugues es poden conservar en paquets estèrils i s'estan desenvolupant mètodes per transformar les erugues en proteïna o pols enriquida que es pot utilitzar com a complement alimentari per combatre la desnutrició en embarassades i nens (Anankware PJ, 2015)

Bones pràctiques d'higiene relacionat amb el consum d'insectes.

A Europa, la producció i comerç d'insectes està regulada per la legislació dels Novel Foods. (Reglamento (UE) 2015/2283 del parlamento europeo y del consejo de 25 de noviembre de 2015 relativo a los nuevos alimentos.) Aquest reglament s'aplica a totes les categories d'aliments que no han estat utilitzats pel consum humà en un nivell significatiu dins de la Unió Europea abans del 15 de Maig de 1997, i s'aplica des del 1 de gener de 2018 a tota la Unió Europea.

A la Unió Europea el sector dedicat a insectes comestibles, com qualsevol altre sector alimentari, ha de complir un conjunt de requisits higiènics obligatoris descrits en els Reglaments 852/2004 (UE, 2004a) i 853/2004 (UE, 2004b) on una de les obligacions és la d'elaborar, aplicar i mantenir un procediment basat en els principis del sistema d'Anàlisi de Perills i Punts de Control Crític (APPCC). També és important mantenir la traçabilitat segons el Reglament (CE) N°178/2002 (UE, 2002). Per aquest motiu, igual que en la resta d'empreses d'alimentació és important l'elaboració de Guies de Correctes pràctiques d'higiene que ajudin al sector a entendre i aplicar millor les normes referents a la higiene dels aliments, i aplicar-les de forma correcta (AECOSAN, 2018).

No tenen uns criteris d'higiene específics per insectes de consum humà, però sí que han de seguir els criteris d'higiene de processos vigents en la Unió Europea per aliments d'origen animal, on s'indica els següents límits màxims: aerobis (5×10^6 ufc/g en carn picada), enterobacteris (100 ufc/g en ovoproductes), *Escherichia coli* (4000 ufc/g en preparats càrnics), estafilococs coagulasa positius (10^5 ufc/g en formatges de llet crua), *Campylobacter spp* (1000 ufc/g en canals de pollastre d'engreix) i *Bacillus cereus* (500 ufc/g en preparats deshidratats per lactants), a més, absència de *Salmonella* en 10 g, i *Listeria monocytogenes* menys de 100 ufc/g. Absència d'enterotoxines estafilocociques en 25 g i histamina (menys de 400 mg/kg) (UE, 2005)

Un aspecte important referent a les bones pràctiques és l'etiquetat adequat. S'han d'indicar clarament les condicions adequades d'emmagatzematge (temperatura), preparació i consells de manipulació per reduir els riscos i vida útil del producte. (EFSA, 2015) També és important advertir a l'etiquetatge de la possibilitat d'al·lèrgies a pacients amb al·lèrgia als crustacis, com a al·lèrgen de declaració obligatòria segons el Reglamento (UE) N°1169/2011 del parlamento europeo y del consejo de 25 de octubre

de 2011 sobre la informació alimentària facilitada al consumidor, 2011. A més, també s'hauria d'advertir de les altres possibles al·lèrgies que poden ocasionar.

A l'àmbit domèstic s'han de considerar les següents normes d'higiene bàsiques per minimitzar el risc de contaminació creuada.

- No s'han de consumir insectes de procedència dubtosa o produïts per l'alimentació animal
- Els insectes de consum humà s'han de comprar en establiments autoritzats i han d'estar correctament envasats i etiquetats d'acord la normativa vigent.
- S'han de respectar les condicions particulars de conservació dels insectes comestibles indicats a l'etiqueta
- No s'han de consumir insectes que hagin sobrepassat el període de vida útil establert pel fabricant
- No s'han de consumir insectes crus i que puguin estar contaminats per microorganismes
- Es recomana bullir els insectes crus en aigua durant 5 o 10 min, o bé, assecar al forn a 90°C durant 15 min
- Un cop cuinats s'han de mantenir en recipients tancats, evitar el contacte amb aliments crus o objectes que n'hagin tocat, i no s'han de guardar a temperatura ambient. Si no es consumeixen de seguida s'han de guardar a la nevera i escalfar a més de 65°C abans de consumir.
- La manipulació d'insectes s'ha de realitzar sempre amb les mans, utensilis i superfícies netes, i utilitzant aigua potable. (AECOSAN, 2018)

5. Discussió

Pensant en els insectes com una font de proteïnes, greixos i micronutrients de cara als nous aliments del futur degut a la seva sostenibilitat i optimització de recursos, veiem que tenim una àmplia varietat d'espècies d'insectes que s'han utilitzat tradicionalment en l'alimentació de moltes poblacions. Fins i tot avui en dia molts països en desenvolupament utilitzen els insectes com una font important de nutrients a la seva dieta.

Amb la present revisió bibliogràfica es conclou que els insectes són una font de proteïnes, greixos, fibra, minerals i vitamines. Pel que fa als minerals destaca l'elevat contingut en ferro en els insectes (Oonincx, 2010) (Anankware PJ, 2015) i la seva biodisponibilitat en comparació amb la carn de vedella (Gladys, 2016), tot i que calen més estudis per veure la biodisponibilitat real en humans i no només amb resultats in-vitro. Hi ha estudis de Bukkens (2005) i Finke (2002) que també destaquen els insectes com una possible font de vitamina B12 important. En concret es destaca el contingut d'aquesta vitamina en l'estadi larvari del grill domèstic (*A.domesticus*) on conté 8.7 µg per 100 g de pes sec. Això significa que es podrien utilitzar els insectes com a font d'aquesta vitamina en substitució de la ingesta d'altres animals que consumim habitualment als països occidentals i generen molts més residus i consum de recursos naturals. Una altra opció seria aïllar aquesta vitamina dels insectes, de més fàcil cultiu que la resta d'animals, i utilitzar-la per l'elaboració de complements alimentaris o bé, suplementació d'aliments. En qualsevol dels casos, fa falta més investigació per conèixer millor les espècies que ofereixen més quantitat de vitamina B12.

Tot i les avantatges que presenten nutricionalment i en l'optimització de recursos els insectes comestibles també s'ha vist que són portadors d'una gran microbiota tan a la superfície externa com interiorment, a nivell intestinal.

S'ha trobat també la importància d'aquesta microbiota en la transferència de gens per les resistències a antibiòtics (Osimani, 2017), i la variació d'aquests gens als diferents països. Per tant, la gran diversitat microbiològica que transporten els insectes comestibles és d'especial importància tan a nivell d'infecció, intoxicacions, i, a més, poden ser els responsables de del desenvolupament de les noves resistències a

antibiòtics que puguin sortir. És un tema que cal aprofundir més en el futur per veure les veritables conseqüències que pot tenir.

Totes aquestes influències que poden tenir els microorganismes sobre els insectes comestibles i, per tant, sobre els humans que els consumeixin, fa que s'hagi de prestar especial atenció a la seguretat alimentària a l'hora de manipular els insectes al llarg de tot el procés, així com el tractament que rebin.

Referent als tractaments s'ha vist que són essencials per tal de reduir la càrrega microbiana total dels insectes. El tractament més efectiu que s'ha vist és el de combinar les elevades pressions a 600MPa amb un tractament tèrmic de 90°C per la descontaminació total, inclòs la inactivació de la microbiota intestinal (Rumpold, 2014).

Aquest estudi concorda amb els resultats trobats per Oh, 2003 on deia a que a major temperatura i pressió hidrostàtica hi havia menys esporulació de *Bacillus cereus*. Per tant, s'han descrit l'òptim de pressió i temperatura per fer el tractament idoni per evitar el creixement d'aquest microorganisme en insectes comestibles.

Després de veure els resultats de l'estudi fet per Ji, K et al (2009) sobre els shocks anafilàctics de Xina ocasionats per menjar, on es veia que el 18% dels casos eren deguts a la ingestió d'insectes, i l'estudi de Barennes (2005) on es veia que el 7,6% de les persones que practicaven l'entomofàgia a Laos van tenir símptomes al·lèrgics després de consumir insectes, és important garantir la seguretat alimentaria durant tot el procés de manipulació d'insectes i informació al consumidor. Per aquest motiu, tot i no haver-hi una legislació específica pels insectes comestibles és important seguir la legislació actual sobretot seguint unes bones pràctiques d'higiene, i respectar les legislacions del Reglament 852/2004 referent a la higiene dels aliments (UE, 2004a) i Reglament 853/2004 referent a les normes específiques d'higiene dels aliments d'origen animal (UE, 2004b).

Amb aquests resultats es mostra la importància de seguir uns tractaments als insectes comestibles per tal de preservar la seguretat alimentaria. També caldria veure que les diferents espècies d'insectes en els diferents estats en què es consumeixen poden necessitar diferents tractaments. No he trobat que s'hagi fet l'estudi per moltes varietats diferents d'espècies ni en estats diferents.

6. Aplicabilitat i noves línies de recerca

Per tal d'utilitzar els insectes com a ingredient de nous aliments seria necessari continuar estudiant sobre aquest àmbit. Segons Bukkens (2005) i Finke (2002) es necessita fer més recerca per identificar insectes consumibles rics en vitamina B. (Bukkens, 2005) (Finke, 2002). Tota font de vitamina B és important, en especial la vitamina B12 s'ha posat en el punt de mira després dels consells nutricionals de la OMS de reduir el consum de carn i en especial la carn vermella. (OMS, 2003). Per aquest motiu és important continuar investigant al respecte de quines són les espècies més riques en aquestes vitamines i la seva aplicabilitat en la utilització com a nou ingredient.

Pel que fa a les al·lèrgies i intoxicacions alimentaries es necessita més recerca per saber els efectes que poden tenir en persones sensibles a aquest aliment. D'altra banda també caldria relacionar la presència i distribució de gens de resistència en espècies d'insectes comestibles diferents de l'estudiada (Osimani, 2017)

Referent a la seguretat alimentària es necessita més recerca sobre els requeriments d'insectes comestibles, els diferents tractaments tecnològics que cal que rebin les diferents espècies i els diferents formats al quals van destinats els productes.

Pel mateix motiu també cal descriure una estratègia de descontaminació d'insectes comestibles, tan industrialment com per l'ús domèstic. Per molta gent, sobretot del món occidental, l'entomofagia és una forma d'alimentació completament desconeguda a la qual cal certa educació per conèixer els avantatges i perills que hi pugui haver en el consum d'insectes.

Segons l'estudi de Rumpold, et al (2014) és necessari continuar la recerca i l'obtenció de dades de l'impacte del plasma fred, elevada pressió i tractaments tèrmics per la microbiota de superfície per poder desenvolupar mètodes de descontaminacions efectives i assegurar la seguretat microbiològica de les larves de *Tenebrio molitor* i altres insectes comestibles per l'alimentació.

Tenint en compte el gran número d'espècies d'insectes que es podrien destinar al consum humà i les diferents formes de processat possibles, és convenient el desenvolupament de criteris específics aplicables a insectes tenint en compte el tipus

de producte, el processat i altres factors que puguin afectar a la seva qualitat microbiològica.

Si es vol afavorir l'entomofagia als països occidentals, on és menys habitual la pràctica de l'entomofagia, caldria fer més difusió d'aquesta pràctica alimentària, donar a conèixer els seus avantatges, garantir la seguretat alimentària, i elaborar nous productes amb els insectes com a ingredients que podrien ser més acceptats que els insectes sencers.

7. Conclusions

Actualment hi ha llistades 2111 espècies d'insectes comestibles segons Jongema Y. , (2017) de les quals les més habituals són del grup dels coleòpters (escarabats) seguits dels lepidòpters (erugues de papallona i arnes). Nutricionalment aporten majoritàriament proteïnes, greixos i vitamines, en especial del grup B.

Degut a la composició del seu exoesquelet de quitina, els insectes poden ocasionar al·lèrgies a la gent que tingui al·lèrgia al marisc, per ser de la mateixa composició.

Pel que fa a la microbiologia, els insectes comestibles són portadors de gran quantitat i diversitat microbiològica. Amb la qual cosa poden ser font de transmissió de malalties i xocs anafilàctics. A més, degut a la gran diversitat microbiològica també poden ser transmissors de les resistències antimicrobianes.

Per fer front als problemes de seguretat alimentària que tots aquests aspectes poden comportar és important augmentar la recerca en qüestions de tractaments d'insectes comestibles. En la present revisió bibliogràfica es descriu que el tractament més efectiu és el de combinar les elevades pressions a 600MPa amb un tractament volumètric complementari a 90°C per garantir la descontaminació microbiològica total, inclòs la inactivació de la microbiota intestinal (Rumpold, 2014). Amb aquest tractament també es poden inactivar les espores de *Bacillus cereus*.

Puc concloure que, l'entomofagia és una forma d'alimentació utilitzada des de temps ancestrals que s'ha utilitzat i s'utilitza en molts països en desenvolupament per tal de gaudir dels seus beneficis i suplir així les seves carències nutricionals de la gent. Tot i que l'entomofagia ofereix molts beneficis a nivell nutricional i ambiental cal tenir en compte les possibles al·lèrgies i infeccions o intoxicacions que pot ocasionar. Per aquest motiu, és important potenciar l'entomofagia però alhora garantir-ne la seguretat alimentària.

8. Bibliografía

- ACSA. (31 de Agost de 2016). Insectes comestibles. . Obtenido de <http://acsa.gencat.cat/ca/detall/article/Insectes-comestibles>
- AECOSAN. (2018). Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Consumo,. *Revista del Comité científico de la AECOSAN*. . Recuperado el 15 de 03 de 2019, de http://www.aecosan.mssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/evaluacion_riesgos/informes_comite/CONSUMO_INSECTOS.pdf
- Anankware PJ, F. K.-O. (January de 2015). Insects as food and feed: A review. *International Journal of Agricultural Research and Review*, 3(1), pp 143-151. Recuperado el 26 de Maig de 2019, de https://www.researchgate.net/profile/Ken_Fening/publication/270815558_Insects_as_food_and_feed_A_review/links/54b50da50cf2318f0f971601/Insects-as-food-and-feed-A-review.pdf
- Barennes, e. a. (2015). Insect consumption to address undernutrition, a national survey on the prevalence of insect consumption among adults and vendors in Laos. *PLoS One*, 10, 1-16.
- Belluco, S. L. (2013). Edible insects in a food safety and nutritional perspective: a critical review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 12, 176-180.
- Bergier, E. (1941). Insectes comestibles et peuples entomophages. *Rullière*, 209.
- Bukkens, S. (1997). The nutritional value of edible insects. *Ecology of Food and Nutrition*, 36, 287-319.
- Bukkens, S. (2005). Insects in the human diet: nutritional aspects. (e. M.G. Paoletti, Ed.) *Ecological implications of minilivestock; role of rodents, frogs, snails and insects for sustainable development*, 545-577.
- Caparros Megido, R. D. (2017). Microbiological load of edible insects found in Belgium. *Insects*(8 (12)), 1-8.
- Cohen, J. S.-i. (2009). Chapulines and food choices in rural Oaxaca. . *Gastronomica: the Journal of Food and culture*, 9(1): 61-65.
- EFSA. (2015). European Food Safety Authority. Scientific Opinion on a risk profile related to production and consumption of insects as food and feed. *EFSA Journal*, 13 (10), 4257.
- Elhassan, M. W. (2019). Review. Quality Aspects of Insects as Food- Nutritional, Sensory, and Related Concepts. *Foods*, 8(3), 95. doi:<https://doi.org/10.3390/foods8030095>

- Escudero, A. (2018). *Ana Escudero*. Obtenido de <https://www.anaescudero.com/project/vivarium/>
- FAO. (2019). Insects for food and feed. Recuperado el 18 de 03 de 2019, de <http://www.fao.org/edibleinsects/en/>
- FAO/WHO. (2001). Human vitamin and mineral requirements.
- Fasolato. (Deseembre de 2018). Edible processed insects from e-commerce: Food safety with a focus on the *Bacillus cereus* group. . *Food Microbiology*, 76, 296-303. doi:<https://doi-org.catalog.uoc.edu/10.1016/j.fm.2018.06.008>
- Finke, M. (2002). Complete nutrient composition of commercially raised invertebrates used as food for insectivores. *Zoo Biology*, 21 (3), 269-285.
- Finke, M. (2007). Estimate of chitin in raw whole insects. *Zoo Biology*, 26, 105-115.
- Fleta Zaragoza, J. (2018). *Entomofagia: ¿una alternativa a nuestra dieta tradicional?* Sanidad mil. Obtenido de <http://scielo.isciii.es/pdf/sm/v74n1/1887-8571-sm-74-01-00041.pdf>
- Garofalo, C. O. (2017). The microbiota of marketed processed edible insects as revealed by high-throughput sequencing. *Food Microbiology*(62), 15-22.
- Gier, S. (Agost de 2018). Insect (food) allergy and allergens. *Molecular Immunology*, 100, 82106. doi:<https://doi-org.catalog.uoc.edu/10.1016/j.molimm.2018.03.015>
- Gladys, O. L.-D. (2016). In Vitro Iron Availability from Insects and Sirloin Beef. *J. Agric. Food Chem*, 64, 44, 8420-8424.
- Grabowski, N. K. (2017). Microbiology of cooked and dried edible Mediterranean field crickets (*Gryllus bimaculatus*) and superworms (*Zophobas atratus*) submitted to fourr different heating tratments. *Food Science and Technology International*(23 (1)), 17-23.
- Guo, Z. K. (27 de Setembre de 2018). Dissemination of *Fusarium proliferatum* by mealworm beetle *Tenebrio molitor*. *Plos ONE*, 13(9), 1-17. doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0204602>
- H.C. Klunder, J. (Agost de 2012). Microbiological aspects of processing and storage of edible insects. . *Food Control*, 6, 628-631. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713512000874>
- Ji, K. e. (2009). Anaphylactic shock and lethal anaphylaxis caused by food consumption in China. *Trends Food Sci. Technol.*, 20, 227-231.
- Jongema, Y. (01 de Abril de 2017). *List of edible insects of the word*. Recuperado el 24 de Maig de 2019, de WUR (Wageningen University & research: <https://www.wur.nl/en/Research-Results/Chair-groups/Plant-Sciences/Laboratory-of-Entomology/Edible-insects/Worldwide-species-list.htm>

- Klunder, H. W.-R. (2012). Microbiological aspects of processing and storage of edible insects. *Food Control*(26), 628-631.
- Lladós Miró, O. (08 de Agost de 2018). Nota tècnica: Insectes per al consum humà. *Generalitat de Catalunya. Departament de Salut. Secretaria de salut pública*. Obtenido de http://salutweb.gencat.cat/web/.content/_ambits-actuacio/Per-perfils/Empreses-iestab
- Michaelsen KF, H. C. (2009). Choice of foods and ingredients for moderately malnourished children 6 months to 5 years of age. *Food and Nutrition Bulletin*, 30 (3), 343-404.
- Mutungi, C. I. (2017). Postharvest processes of edible insects in Africa: A review of processing methods, and the implications for nutrition, safety and new products development. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1-23.
- NVWA. (2014). Advisory report on the risks associated with the consumption of mass-reared insects. *Netherlands Food and consumer Product Safety Authority*. Obtenido de <http://www.nvwa.nl/actueel/risicobeoordelingen/bestand/2207475/consumptie-gekweekte-insecten-advies-buro>
- Oh, S. M.-J. (2002). Inactivation of *Bacillus cereus* spores by high hydrostatic pressure at different temperatures. *Journal of Food Protection*, 66(4), 599-603.
- OMS. (2003). Dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas. *OMS, Serie de Informes Técnicos 916*.
- Oonincx, D. v. (2010). An exploration on greenhouse gas and ammonia production by insect species suitable for animal or human consumption. *Plos One*, 5 (12), e14445.
- Osimani, A. C. (2017). Occurrence of transferable antibiotic resistances in commercialized ready-to-eat mealworms (*Tenebrio molitor* L.). *International Journal of Food Microbiology*, 263, 38-46.
- Proteinsecta. (2018). *Proteinsecta*. Obtenido de <https://www.proteinsecta.es/asesoramiento-granja-insectos/>
- Ramos Elorduy et al, J. P. (1998). Insectos comestibles del Estado de México y determinación de su valor nutritivo. *Anales del Instituto de Biología. Serie Zoología [en línea]*, 69. Recuperado el 21 de 05 de 2019, de www.redalyc.org/articulo.oa?id=45869106
- Ramos-Elorduy, J. &. (1993). Resemblance of the techniques for exploit some edible insect species in different ethnic groups all over the world II. *Int. Cong. Ethnobiol. Abstracts*, 141.
- Ramos-Elorduy, J. V. (2007). Insects as human food: Short essay on entomophagy, with special reference to Mexico. *Bol. R.Soc. Esp. Hist. Nat. Sec. Biol.*(102 (1-4)), 61-84.
- Rumpold, B. F. (2014). Comparison of volumetric and surface decontamination techniques for innovative processing of mealworm larvae (*Tenebrio molitor*). *Innovative Food Science and Emerging Technology*(26), 232-241.

- Stoops, J. V. (2017). Minced meat-like products from mealworm larvae (*Tenebrio molitor* and *Alphitobius diaperinus*): microbial dynamics during production and storage. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*(41), 1-9.
- Testa, M. M. (2017). Ugly but tasty: a systematic review of possible human and animal health risks related to entomophagy Critical Reviews. *Food Science and Nutrition*. doi:10.1080/10408398.2016.1162766
- UE. (2001). *Reglamento (CE) Nº999/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de mayo de 2001, por el que se establecen disposiciones para la prevención, el control y la erradicación de determinadas encefalopatías espongiformes transmisibles.*
- UE. (2002). Reglamento (CE) Nº 178/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo de 28 de enero de 2002 por el que se establecen los principios y los requisitos generales de la legislación alimentaria. *DO L 31 de 1 de febrero de 2002*, 1-24.
- UE. (2004a). Reglamento (CE) Nº 852/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de abril de 2004 relativo a la higiene de los productos alimenticios. *DO L 139 de 30 de abril de 2004*, 1-54.
- UE. (2004b). Reglamento (CE) Nº 853/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de abril de 2004 por el que se establecen normas específicas de higiene de los alimentos de origen animal. *DO L 139 de 30 de abril de 2004*, 55-205.
- UE. (2005). Reglamento (CE) Nº2073/2005 de la Comisión, de 15 de noviembre de 2005, relativo a los criterios microbiológicos aplicables a los productos alimenticios. . *DO L 338 de 22 de diciembre de 2005*, 1-26.
- UE. (2009). *Reglamento (CE) Nº 1069/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de octubre de 2009, por el que se establecen las normas sanitarias aplicables a los subproductos animales y los productos derivados no destinados al consumo humano.*
- UE. (2011). Reglamento (UE) Nº1169/2011 del parlamento europeo y del consejo de 25 de octubre de 2011 sobre la información alimentaria facilitada al consumidor. *Diario Oficial de la Unión Europea*, L 304/18.
- UE. (2015). Reglamento (UE) 2015/2283 del parlamento europeo y del consejo de 25 de noviembre de 2015 relativo a los nuevos alimentos. *Diario Oficial de la Unión Europea*. L327/1.
- van Huis A, V. I. (2013). Edible insects. Future prospects for food and feed security. *FAO Forestry paper*, 171. Recuperado el 25 de 05 de 2019, de <http://www.fao.org/3/i3253e/i3253e.pdf>
- Womeni, H. L. (2009). Oils of insects and larvae consumed in Africa: potential sources of polyunsaturated fatty acids. *OLG-Oléagineux, Corps Gras, Lipides*, 16(4): 230-235.

- Wynants, E. C. (2017). Effects of post- harvest starvation and rinsing on the microbial numbers and the bacterial community composition of mealworm larvae (*Tenebrio molitor*). *Innovative Food Science & Emerging Technologies*(70), 8-15.
- Wynants, E. C. (2018). Microbial dynamics during production of lesser mealworms (*Alphitobius diaperinus*) for human consumption at industrial scale. *Food Microbiology*(70), 181-191.
- Xiaoming, C. Y. (2008). Review of the nutritive value of edible insects. *FAO. Forest insects as food: humans bite back*, 85-92.