

# **POLVO DE GRILLO**

Información de Relevancia

POLVO DE GRILLO	1
1. INTRODUCCIÓN	4
2. MARCO NORMATIVO A NIVEL MUNDIAL	6
2.1. Australia / Nueva Zelanda	6
2.2 Comisión Europea	6
2.2.1 Dinamarca	7
2.2.2 Suiza	7
2.2.3 Bélgica	8
2.3 América	8
2.3.1 Estados Unidos	8
3. CULTIVO ENTOMOLÓGICO: CRÍA Y FAENA	11
4. ALERGENICIDAD	19
4.1 Consumo de insectos y riesgos asociados	19
4.2 Alérgenos identificados presentes en insectos	19
4.3 Implicancias para la legislación argentina	20
5. ESTUDIOS MICROBIOLÓGICOS Y TOXICOLÓGICOS	21
5.1 Principales riesgos microbiológicos del consumo de insectos	21
5.2 Principales riesgos toxicológicos asociados al consumo de insectos	23
5.2.1 Acumulación Potencial de Micotoxinas	24
5.2.2 Acumulación potencial de metales	24
5.3 Conclusiones generales	25
7. ANTECEDENTES DE USO EN EL MUNDO	28
8. PROPUESTA DEL NUEVO CAPÍTULO DEL C.A.A.	30
9. GRUPO DE TRABAJO	34
10. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	35

## 1. INTRODUCCIÓN

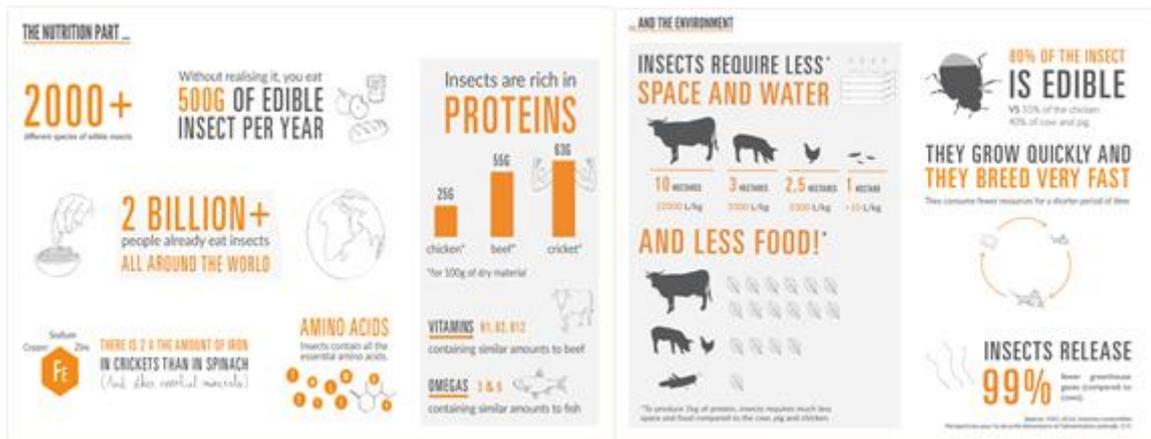
En 2013, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) emitió un documento denominado “Insectos comestibles. Perspectivas de futuro para la alimentación y la seguridad alimentaria” [1] promoviendo la entomofagia por su potencial contribución a la seguridad alimentaria y la protección del medio ambiente.

Se define entomofagia al consumo de insectos por los seres humanos y, según datos de la FAO, la entomofagia se practica en muchos países de todo el mundo, principalmente en regiones de Asia, África y América Latina. La ingesta de insectos complementa la dieta de aproximadamente 2.000 millones de personas, y se trata de un hábito que siempre ha estado presente en la conducta alimentaria de los seres humanos.

Según FAO, para el año 2050 se estima que la población mundial será de 9,3 billones de personas de las cuales 870 millones sufrirán malnutrición debido a la falta de alimentos. Para poder garantizar la disponibilidad de alimentos, la producción de alimentos debería aumentar un 60 % lo cual es ambientalmente insostenible debido a la escasa disponibilidad de tierra y agua potable además de la contribución al cambio climático que a través de la ganadería intensiva y sobrepastoreo generaría. En este sentido, los insectos pueden tener un fuerte impacto en la alimentación del futuro, puesto que se presentan múltiples beneficios, tanto económicos como nutricionales y ambientales.

Producen una menor huella ambiental, ya que requieren menos espacio, agua y alimentos que el ganado convencional. Sumado a ello, el riesgo de transmisión de enfermedades zoonóticas, en comparación al ganado, resulta insignificante. Los insectos representan una alternativa sostenible para abordar la seguridad de los alimentos y piensos al contener niveles elevados de proteínas.

La composición nutricional de los insectos comestibles es difícil de generalizar debido al gran número de especies consumidas. Se han realizado numerosas publicaciones científicas sobre el contenido y calidad nutricional en insectos y se afirma que, dependiendo de la especie, método de crianza y alimentación, pueden presentarse diferencias significativas en el contenido nutricional. En general, el contenido de proteínas se encuentra entre un 40-60% en base seca, ricas en aminoácidos esenciales y ácidos grasos insaturados, fibra y micronutrientes.



**Figura 1.1.** Beneficios nutricionales y ambientales de la entomofagia. Fuente: FAO, 2014. Insectes comestibles. Perspectives pour la sécurité alimentaire et l'alimentation animale, 171.

El polvo de grillo puede considerarse como una fuente alternativa prometedora de proteína que puede utilizarse como ingrediente para desarrollar alimentos con un alto perfil nutricional.

[1]<http://www.fao.org/docrep/018/i3253e/i3253e00.htm>; <http://www.fao.org/docrep/018/i3264s/i3264s00.pdf>

## 2. MARCO NORMATIVO A NIVEL MUNDIAL

### 2.1. Australia / Nueva Zelanda

La importación de insectos está regulada por Departamento de Agricultura y recursos hídricos (DAWR).

- Las especies de insectos no deberán estar en la lista de especies en peligro de extinción.
- Los insectos deben haber sufrido un tratamiento térmico y deben existir en un soporte de documentación.

El Comité de Nuevos Alimentos (ACNF) de Australia Nueva Zelanda, que asesora al FSANZ (por sus siglas en inglés *Food Standards Australia New Zealand*) ha realizado una evaluación de tres especies de insectos para consumo en humanos:

- *Zophobas morio* (gusano de harina)
- *Acheta domestica* (grillos domésticos)
- *Tenebrio molitor* (gusano de la harina escarabajo).

Estas especies de insectos fueron evaluadas y categorizadas como no tradicional y “no novel food”.

No se detectaron preocupaciones en cuanto a la seguridad para el consumo humano.

En cuanto a la rotulación:

-Debe cumplir con el etiquetado normas detalladas en *Food Standards Code*.

-Debe indicar la presencia de proteína de insecto y el riesgo de que cause una reacción alérgica.

### 2.2 Comisión Europea

Desde el 1° de enero de 2018, la Unión Europea (UE) contempla la comercialización de los insectos enteros (o sus partes) como una nueva categoría de alimento destinado al consumo humano, en inglés bajo la denominación de Novel Food.

La Comisión Europea define, «Insectos»: alimentos consistentes, aislados o producidos a partir de insectos o sus partes incluyendo cualquier estadio en vivo de insectos destinados al consumo humano, autorizados de conformidad con el Reglamento (UE) 2015/2283 del Parlamento Europeo y del Consejo y enumerados en el anexo del Reglamento de Ejecución (UE) 2017/2470 de la Comisión.

El sustrato para la alimentación de los insectos solo debe contener productos de origen no animal o los siguientes productos de origen animal (de material de Categoría 3 de conformidad con el artículo 10 del Reglamento (CE) nº 1069/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo):

- (a) harina de pescado;
- (b) hemoderivados de no rumiantes;
- (c) fosfato di y tricálcico de origen animal;
- (d) proteínas hidrolizadas de no rumiantes;
- (e) proteínas hidrolizadas de cueros y pieles de rumiantes;
- (f) gelatina y colágeno de no rumiantes;
- (g) huevos y productos de huevo;
- (h) leche, productos a base de leche, productos derivados de la leche y calostro;
- (i) miel;
- (j) extractos de grasa.

El sustrato para la alimentación de los insectos y los insectos mismos durante la producción primaria no deben haber estado en contacto con ningún otro material de origen animal distinto de los mencionados.

El sustrato para la alimentación de insectos no debe contener estiércol, residuos de cocina u otros residuos.

### **2.2.1 Dinamarca**

a- Crianza de insectos - producción primaria.

Los productores que crían insectos para alimentos y piensos deben estar registrados como agricultores / productores primarios. Deben cumplir con las normas generales de higiene para producción primaria de alimentos y piensos.

b- Tratamiento de insectos después de la producción primaria.

Los productores que sacrifiquen y tal vez traten a los insectos (por ejemplo, liofilizar, freír o molerlos) antes de que se vendan, deben registrarse en la Administración Danesa de Veterinaria y Alimentos de acuerdo con las normas especiales sobre alimentación e higiene de los alimentos.

c- Las condiciones generales de higiene en los piensos y las normas de higiene alimentaria se aplican a la cría de insectos.

d- Al solicitar la aprobación de la importación de insectos, se debe presentar un análisis de riesgo.

e- De acuerdo con la regulación de protección de la naturaleza, debe garantizarse que los insectos que no residen en Dinamarca no puede escapar a la naturaleza.

f- En la actualidad se puede encontrar variedad de productos alimenticios a base de insectos comestibles como por ejemplo barras proteicas, snacks, premezclas para hornear, alimentos balanceados para animales, polvo de grillo, etc.

g- En el rotulado debe declararse:

- el nombre y la identificación correctos (incluido el nombre en latín)
- la etapa de desarrollo del insecto (huevos, larvas, pupas o insectos completamente desarrollados)
- las partes del insecto utilizada (cuerpo, alas, patas, animal entero u otro)
- tratamiento efectuado ( molienda, extracción etc)
- si existen requisitos sobre el uso o la preparación correctos del insecto, esto también debe indicarse.

### **2.2.2 Suiza**

Existen solo tres tipos de insectos disponibles oficialmente para el consumo humano en Suiza:

- *Tenebrio molitor* en la etapa larvaria (gusano de la harina),
- *Acheta domestica*, en forma adulta (cricket)
- *Locusta migratoria* , en forma adulta (langosta migratoria / saltamontes).

Los productores deben seguir los protocolos internacionales de análisis de peligros estándar y puntos de control críticos (HACCP) .

Los insectos deben ser criados en colonias de reproducción y durante un mínimo de cuatro generaciones antes de poder comercializarlos.

Las importaciones pueden consistir en insectos enteros, triturados o molidos. Sin embargo, independientemente de su forma, se deben someter a un proceso de congelación profunda, calentamiento u otro proceso que garantice la eliminación de patógenos potencialmente dañinos.

Rotulación:

-Nombre común y científico de las especies incluidas.

-Si se utilizan como ingrediente, debe anotarse en el nombre del producto del alimento.

Forma de venta: pueden presentarse en forma entera o triturada, molida.

### 2.2.3 Bélgica

La Agencia Federal para la Seguridad de la Cadena Alimentaria (AFSFC) reglamentó específicamente 10 insectos comestibles.

Detalla los procedimientos para la reproducción y la venta, y especifica que no se aceptan insectos criados fuera de la Unión Europea.

La regulación se actualizó en el 2018.

La normativa establece los procesamientos que reciben los insectos, como alimentación y modo en que deben disponerse para poder ser recolectados para ser aptas para consumo

Procesamiento: los procesos que se pueden aplicar se menciona: Tratamiento térmico: secado, horneado, ebullición, blanqueado. Secado en frío. Molienda

## 2.3 América

### 2.3.1 Estados Unidos

La Administración de Alimentos y Medicamentos permite la producción y comercialización de alimentos a base de insectos comestibles.

Deben implementar buenas prácticas de manufactura e inocuidad del producto

La FDA menciona que aquellos alimentos integrados en gran parte o enteramente por insectos se deben producir, almacenar, preparar, envasar y distribuir bajo protocolos que prevengan la proliferación y la persistencia de patógenos y toxinas.

Los insectos no pueden provenir aquellos criados para consumo animal como tampoco pueden ser recolectados de la naturaleza

Rotulación: Debe declarar el nombre científico del insecto

-Mencionar la presencia al riesgo potencial de alergias.

A continuación, se presenta un resumen de los diferentes requisitos solicitados por algunos países para comercializar insectos.

País	Requisitos generales	Ejemplos de especies de insectos permitidas	Fuente
Oceanía			
Australia/ Nueva Zelanda	Ambos países regulan la seguridad o inocuidad de los alimentos a través de la agencia	<i>Zophobas morio</i> ; <i>Acheta domesticus</i> ; <i>Tenebrio molitor</i>	<a href="http://www.foodstandards.gov.au/Pages/default.aspx">http://www.foodstandards.gov.au/Pages/default.aspx</a>

	FSANZ		
Europa			
Dinamarca	En la actualidad se puede encontrar variedad de productos alimenticios a base de insectos comestibles como por ejemplo barras proteicas, snacks, premezclas para hornear, alimentos balanceados para animales, polvo de grillo, etc.	No hay especies específicamente autorizadas	<a href="https://www.foedevarestyrelsen.dk/SiteCollectionDocuments/Kemij%20og%20foedevarekvalitet/GMO-Novel%20food-Nano-Bestraaling/Dokument%20on%20insects%20-%20English%20version%20-%20Updated%2028.11.2017.pdf">https://www.foedevarestyrelsen.dk/SiteCollectionDocuments/Kemij%20og%20foedevarekvalitet/GMO-Novel%20food-Nano-Bestraaling/Dokument%20on%20insects%20-%20English%20version%20-%20Updated%2028.11.2017.pdf</a>
Suiza	Los productores deben seguir los protocolos internacionales de análisis de peligros estándar y puntos de control críticos (HACCP) . Los insectos no pueden venir de la naturaleza. Para Comercializar deben tener como mínimo 4 generaciones de control.	<i>Tenebrio molitor</i> en la etapa larvaria (gusano de la harina), <i>Acheta domesticus</i> , en forma adulta (cricket), <i>Locusta migratoria</i> , en forma adulta (langosta migratoria / saltamontes).	<a href="https://www.nycfoodpolicy.org/insects-allowed-for-food-sale-in-switzerland/">https://www.nycfoodpolicy.org/insects-allowed-for-food-sale-in-switzerland/</a>
Bélgica	La FASFC propone 10 especies de insectos comestibles. No se aceptan insectos criados fuera de la UE. Los criadores deben estar registrados y autorizados por FASFC. Requisitos generales: Aplicación de buenas prácticas de higiene, trazabilidad, declaración obligatoria, etiquetado y un sistema de autocontrol basado en los principios HACCP. La regulación se actualizó en el 2018.	<i>Acheta Domesticus</i> ; <i>Lacusta migratoria migratorioides</i> ; <i>Zophobas atratus morio</i> ; <i>Tenebrio molitor</i> ; <i>Alphitobius diaperinus</i> ; <i>Galleria mellonella</i> ; <i>Schistocerca americana gregaria</i> ; <i>Grylloides sigillatus</i> ; <i>Achroia grisella</i> ; <i>Bombyx mori</i>	<a href="http://www.favv-afsca.be/denreesalimentaires/insectes/default.asp">http://www.favv-afsca.be/denreesalimentaires/insectes/default.asp</a> <a href="https://www.fasfc.be/foodthemes/novel-food/insects-human-consumption">https://www.fasfc.be/foodthemes/novel-food/insects-human-consumption</a> <a href="http://www.favv-afsca.fgov.be/scientificcommittee/opinions/2014/">http://www.favv-afsca.fgov.be/scientificcommittee/opinions/2014/</a>
Países de la Unión Europea	Desde 2018, la UE contempla la comercialización de los insectos enteros (o sus partes) como Novel Food. Reglamento (UE) 2015/2283 (UE) 2017/2470	<i>Acheta domesticus</i> ; <i>Grylloides sigillatus</i> ; <i>Tenebrio molitor</i> ; <i>Alphitobius diaperinus</i> ; <i>Gryllus assimilis</i> ; <i>Hermetia illucens</i> ; <i>Musca domestica</i>	<a href="https://ec.europa.eu/food/safety/novel_food/authorisations/summary-applications-and-notifications">https://ec.europa.eu/food/safety/novel_food/authorisations/summary-applications-and-notifications</a> <a href="http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/4594">http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/4594</a> <a href="https://ec.europa.eu/food/safety/novel_food/authorisations/union-list-novel-foods">https://ec.europa.eu/food/safety/novel_food/authorisations/union-list-novel-foods</a> <a href="https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:3">https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:3</a>

			<a href="#">2015R2283</a>  <a href="http://ipiff.org/wp-content/uploads/2019/03/IPIFF_Guide_A4_2019-v5-separate.pdf">http://ipiff.org/wp-content/uploads/2019/03/IPIFF_Guide_A4_2019-v5-separate.pdf</a>
América			
Estados Unidos	<p>La FDA permite la producción y comercialización de alimentos a base de insectos. Aquellos destinados para alimentación humana, no pueden provenir de insectos criados para consumo animal o recolectados de la naturaleza</p> <p>Deben mencionar la presencia de alérgenos.</p>	<a href="https://www.accessdata.fda.gov/scripts/ora/pcb/index.cfm?action=main.results">https://www.accessdata.fda.gov/scripts/ora/pcb/index.cfm?action=main.results</a>	<a href="https://www.littleherds.org/sample-page/resources/fda-suggestions-for-entomophagy-insects-for-human-food">https://www.littleherds.org/sample-page/resources/fda-suggestions-for-entomophagy-insects-for-human-food</a>

### 3. CULTIVO ENTOMOLÓGICO: CRÍA Y FAENA

Denominamos:

Cultivo entomológico o cría: al crecimiento de una masa o población de insectos dentro de un recinto en condiciones controladas.

Sustratos: cualquier material, soporte, alimento o aditivo utilizado en la cría.

Cosecha: al proceso de separación de los insectos de los sustratos, seguidos de faena y fraccionamiento para su embalaje. Dicha cosecha es evaluada por peso y no por la cantidad de individuos.

La producción y procesamiento de insectos para consumo humano incluye insectos caminadores no voladores, incapaces de trepar superficies verticales lisas. Asimismo, insectos de un tamaño visible a simple vista, incapaces de atravesar mallas mosquitero de aluminio estándar. Cumplen con estos requisitos varias especies de grillo utilizadas para consumo: *Gryllus assimilis*, *Acheta domestica*, *Gryllus bimaculatus* y *Gryllodes sigillatus* (orden Orthoptera). También los cumplen algunas especies de insectos holometábolos (metamorfosis verdadera), donde se cosecha su larva. En estos casos el proceso se simplifica ya que se pueden usar bandejas sin mosquiteros (coleópteros *Tenebrio molitor*, *Alphitobius Diaperinus* y *Zophoba morio*). Por último, entre especies de cría para consumo que cumplan con estos requisitos encontramos dos del orden Blattodea: *Shelfordella lateralis* y *Blaptica dubia*. Sin embargo, la mayoría de las especies de este grupo suelen trepar superficies lisas lo que determinaría otros requisitos de infraestructura (*Periplaneta americana*, *Nauphoeta cinerea*). Las langostas, otro grupo perteneciente al orden de los ortópteros propuesto para consumo, requerirían también otro tipo de instalación por su capacidad voladora, con mayor seguridad en el sistema de mosquiteros redundantes. Tal es el caso de *Schistocerca gregaria* y *Locusta migratoria*. Similares dispositivos deben desarrollarse para manejo de los adultos de las especies de mosca (orden Diptera) *Hermetia illucens* (black soldier) o *Musca domestica*, pero solo en el caso de los adultos ya que sus larvas pueden ser cultivadas en recipientes similares a los utilizados para larvas de coleópteros. En adelante nos centraremos en las condiciones aptas para *Gryllus assimilis*.

#### 3.1. Soportes y sustratos para la cría de insectos

Es imprescindible que todos los soportes y sustratos para la cría tengan trazabilidad. Esto implica conocer el proveedor, número de lote y fecha de vencimiento de los mismos, así como registrar sistemáticamente la fecha de recepción y cantidad recibida.

##### Tipos de soportes utilizados para la cría de insectos

- 1) Mapeles de huevo, troquelados en cartón o estructuras tipo “panales” en madera, que sirven para generar mayor superficie ambulatoria dentro de los contenedores;
- 2) Elementos plásticos que cumplen la función de comederos/bebederos;
- 3) Soporte para ovipuesta tal como la turba de musgo *Sphagnum* (producida en Tierra del Fuego), la vermiculita o la perlita.

En el caso de soportes y elementos plásticos es importante conocer su composición. Los grillos suelen roer estos materiales, habitualmente indigeribles, y se presenta un peligro de bioacumulación (Gaylor MO, 2012). Este comportamiento se acrecienta en cultivos malnutridos o hacinados, que por otra parte aumentan también su canibalismo disminuyendo la eficiencia de cría. Deben analizarse periódicamente que los sustratos no superen la cantidad máxima permitida de metales pesados. Los soportes de ovipuesta suelen ser de consistencia blanda, donde la hembra pincha con su ovipositor para deponer los huevos, y con capacidad de retener humedad.

En todos los casos es deseable el desarrollo de procesos de desinfección o autoclave para el máximo reciclado de estos materiales. De todas maneras, los soportes de ovipuesta pueden ser descartados para su uso como abono o para germinación de semillas, con solo estacionarlos un mes en lugar seco y cerrado luego de su uso con insectos.

El maple y los soportes pueden ser triturados para compost o como combustible para caldera. Los plásticos deben ser descartados aparte.

#### Sustratos y complementos nutricionales de la dieta para la cría de insectos.

Para la alimentación de insectos pueden utilizarse distintas fuentes de nutrientes. Los sustratos utilizados y permitidos para cría dependen de la disponibilidad, costos, especie de insecto y legislación del país correspondiente.

Por ejemplo, dentro de la Unión Europea, los insectos son considerados como ganado por lo cual está prohibido el uso de estiércol, desechos alimenticios y productos que contengan carne o pescado. Sí está permitido el uso de alimento balanceado para animales, derivados de trigo, avena, cebada, centeno y maíz. Fuera de la Unión Europea está permitido el uso de estiércol, carne de pollo y otras fuentes proteicas de no-rumiantes, desechos orgánicos con tratamiento térmico previo.

Debido a que el uso de alimento balanceado permite realizar un mejor seguimiento desde el punto de vista de la seguridad alimentaria y trazabilidad, consideramos que esta clase de alimentación es la óptima para la dieta en la cría de insectos para consumo humano.

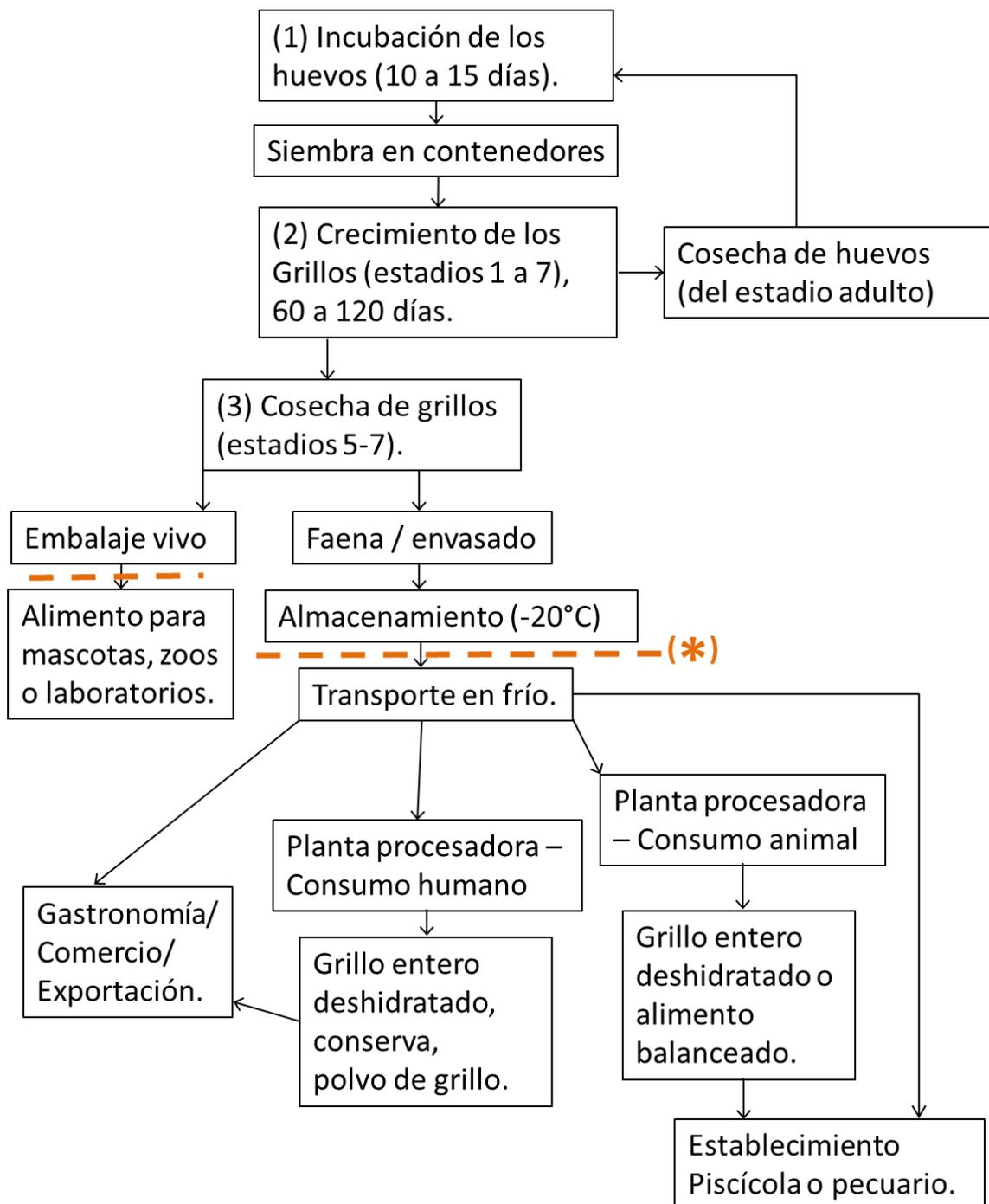
### **3.2. Establecimientos entomológicos**

Cualquier establecimiento de producción de insectos o sus derivados debe seguir las normativas generales para establecimientos alimenticios descriptas en el capítulo II del Código Alimentario Argentino (CAPÍTULO II - CAA, ANMAT). La **figura 3.2.1** esquematiza las etapas y procesos que definen los tipos de establecimientos. Los establecimientos de producción primaria incluyen la cría (reproducción y engorde), faena, envasado y almacenamiento. No se recomienda separar estas actividades en diferentes locaciones para evitar contaminaciones en los cultivos durante el transporte. Adicionalmente pueden formular la dieta de los insectos. El producto final de estos establecimientos será el insecto faenado, envasado adecuadamente, almacenado congelado (-18°C), clasificado por lote con fecha de vencimiento.

Ciertos establecimientos pueden optar por incluir la segunda parte de la cadena de producción entomológica: procesamiento del insecto, que usualmente incluye deshidratación (no excluyente) para la obtención de polvo, alimento balanceado o insecto entero seco (**figura 3.2.1**). Por último, pueden funcionar establecimientos especializados únicamente en el procesamiento, recibiendo como sustrato

el insecto congelado o conservado por algún método alternativo, y elaborando un producto final para ser colocado en góndola. En cada caso, deberán cumplir también con las normativas específicas relacionadas con similares procesos de producción aplicados a material de origen vegetal o animal: por ejemplo, polvos o harinas de origen vegetal o animal (harina de pescado, harina de hueso), formulación de alimentos balanceados para animales, producción de snacks, conservas, etc.

## Etapas en la producción de grillo y sus derivados.



**Figura 3.2.1.** Etapas y procesos que definen tipos de establecimientos entomológicos.

Se pueden agrupar entre las que componen la producción primaria [**hasta faena, - - - (\*)**] o los procesos posteriores. Es posible que un establecimiento realice ambos procesos; se especialice en producción primaria o solo realice el procesamiento de la materia prima.

---

Para el procesamiento de materia prima, tanto los establecimientos de producción primaria como los de industria alimenticia entomológica pueden tener como destino

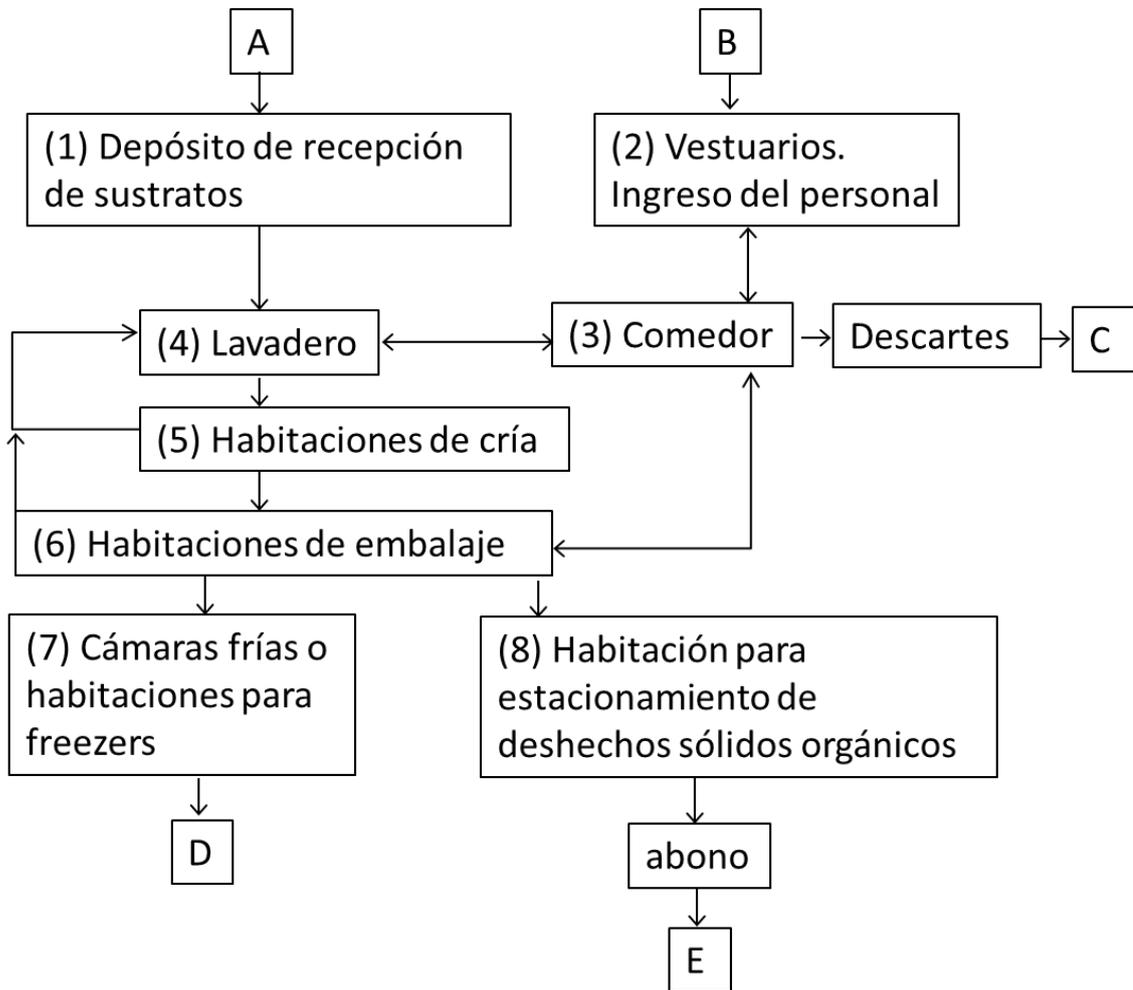
- (i) **Gastronomía**
- (ii) **Comercios (consumidor final)**
- (iii) **Exportación**

En el caso de establecimientos de producción primaria que abastezcan comercios directamente, se deben cumplir requerimientos especiales en la faena, embalaje y rotulado de los productos, y realizar un control equivalente a los establecidos para la industria alimenticia. Alternativamente, **(iv) la producción de insectos para consumo animal** es una actividad en crecimiento en estos últimos años, superando incluso a la de consumo humano, evaluado según el nivel de inversiones (IPIFF- good practises, 2019) (Connolly, 2019). No son esperables diferencias en cuanto a instalaciones, pero probablemente sí en cuanto a dietas, sustratos y controles bromatológicos. Es aconsejable que el establecimiento de producción se especialice alternativamente en alimento humano o animal, prohibiendo los establecimientos mixtos. Por último, existe la alternativa de **(v) embalaje de insecto vivo** como alimento para mascotas insectívoras, animales de experimentación o zoológicos (aves, reptiles, artrópodos, peces y mamíferos). Esta actividad sentó las bases para la puesta a punto de los cultivos entomológicos en los últimos 50 años en Unión Europea y los Estados Unidos. Ello también sentó las bases legales en lo referente al funcionamiento de este tipo de establecimientos que también funcionan en Argentina (Grillos Capos, 2019).

### **3.3 Instalaciones**

La **figura 3.3.1** esquematiza un establecimiento de producción de insectos de superficie usualmente mayor a 500 m<sup>2</sup>, típicamente de 1500 m<sup>2</sup> y con casos de hasta 16.000m<sup>2</sup> (Reuters, 2019). Sin embargo, la superficie a habilitar no es un requerimiento.

## Establecimiento de producción de Grillo: condiciones mínimas.



**Figura 3.3.1-** Mínima cantidad de sectores de un establecimiento producción entomológica primaria. El flujo de material biológico se daría en según el esquema de (1) -> (4) -> (5) -> (6) -> (7). Desperdicios orgánicos en (5) -> (6) -> (8), siendo (2) y (3) anexos imprescindibles para el bienestar del personal y para minimizar la entrada/salida del establecimiento durante el día laboral. [A], [B],[C],[D],[E] son entradas/salidas alternativas del personal/materiales. La dirección de las flechas indica el flujo recomendado de materiales-personal.

En la figura 3.3.1 se puede apreciar la división del establecimiento en 8 sectores independientes:

**(1) Depósito de recepción de sustratos:** Asociado a este sector tenemos la **entrada [A]**. Todo otro insumo debe ingresar por la **entrada [B]**, la misma de ingreso del personal. Deberá existir un registro permanente de ingreso de mercadería general.

**(2) Vestuarios – Ingreso del personal.** Asociado a la entrada [B] de ingreso del personal y otros insumos que no entraran en contacto directo con los insectos. Incluye baños.

**(3) Comedor.** Sector de descanso del personal, comedor y refrigerio diario.

**(4) Lavadero.** Sector de recepción, acondicionamiento y procesamiento de insumos y alimentos para la cría. Se define espacio de cría a la superficie de las habitaciones (usualmente) termostatizadas, o sector **(5)**.

**(5) Habitaciones de cría** (usualmente) termostatizadas. En Argentina es necesaria en prácticamente todas las provincias, durante la mayor parte del año, la termostatación de los sectores de cría: regularmente entre 25 a 35°C. Sin embargo, esta condición no puede ser un requisito excluyente, sino un manejo por parte del productor que en caso de realizarse adecuadamente será crucial para lograr alta eficiencia/bajos costos del proceso. Dentro de estas habitaciones se colocan los recintos de cría. Hay variados tipos de contenedores utilizados para grillos. Cualquiera sea la opción elegida de material, diseño y tamaño elegido, es recomendable que sus paredes sean lisas para evitar fugas de insectos no trepadores. Complementariamente será necesario colocación de una tapa con carpintería de aluminio (mosquitero, perfiles y burletes adecuados).

**(6) Habitaciones de embalaje.** Se llevan los insectos a habitaciones contiguas a las de cría, transportando en un contenedor de cría completo o fraccionando parte del cultivo. Se prohíbe el embalaje en las mismas habitaciones de cría ya que, al menos en caso de los ortópteros, involucra una técnica de sacudido de los soportes rígidos donde se crían (maples, cartones, madera terciada, etc.) que libera una alta concentración de polvo en la atmósfera circundante. Aquí se realiza la faena por calor o congelamiento (-18°C). Ver sección 3.4.

**(7) Almacenamiento en frío.** En freezers o cámara frigorífica.

**(8) Estacionamiento de desechos sólidos.** Con registro de entrada y salida de desechos orgánicos. El tiempo mínimo de almacenamiento antes de su utilización en compost o agronómica es 1 mes. Desde la década del '80, la industria de cría de insectos para mascotas derivaba los desperdicios para abono (Ghann's Crickets, Augusta, EEUU). Esto nos plantea la posibilidad de abonar una huerta experimental anexa al criadero para autoabastecimiento experimental sustentable de alimentos de origen vegetal. En los casos que su tratamiento *in situ* no pueda ser realizado (tal como bioterios urbanos) puede contratarse una empresa recolectora especial que pueda realizar su tratamiento, tal como realizan algunos establecimientos de pollo parrillero. De hecho, las diferentes modalidades para el tratamiento de la cama del pollo son aplicables a "camas de insectos" (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca).

### 3.4 Faena

Se recomienda la purga de los grillos alimentando con frutas, hortalizas, pasturas (vegetales frescos en general), y se puede realizar durante la última semana previa a la faena. Este paso puede ser necesario en caso de encontrarse restos de alimentos o micotoxinas indeseables en tracto digestivo, como se realiza en el caso de cría de caracol (Rural Industries Research and Development Corporation, Australian Government, 2006). Al respecto, restan realizar estudios. Cabe el ejemplo de crustáceos (camarones) o moluscos, animales en general de pesqueros, no eviscerados para su consumo, no criados con dieta conocida, no purgados antes de su faena por congelamiento y, sin embargo, aptos para consumo.

Durante el proceso, además de los grillos cosechados, se separan otros 3 componentes 1) los excrementos secos del grillo que pueden ser directamente utilizados para abono (a veces, previo colado para separarlo de restos de alimento no consumido); 2) soportes tales como maples, o plásticos utilizados dentro del *container*, para su desinfección y reutilización; 3) restos de alimentos y soportes que hayan cumplido su vida útil para ser triturado y descartados en compost.

Los procesos más utilizados para la faena de insectos son:

- 1- **Por Frío, al menos 24 hs a -18°C.** Se minimiza la desnaturalización de proteínas y se conservan mejor las vitaminas. Sin embargo, la carga microbiológica no es totalmente eliminada y la desparasitación (especialmente si existiera presencia de nematodos) no sería completa. Los insectos congelados pueden almacenarse a esta temperatura en bolsas selladas para su posterior procesamiento.
- 2- **Por calor, 80°C a 100°C, 1 a 5 min.** Se someten los insectos en agua caliente o por vapor, a la vez que se asegura una eficiente pasteurización, suficiente para eliminar la flora intestinal y parásitos, pero no esporas bacterianas. Algunos nutrientes de interés pueden ser degradados. Los insectos son luego escurridos y secados. Esta segunda opción es también recomendable porque previene procesos de fermentación, dando al alimento una fecha de vencimiento más larga. Resta por evaluar si el envasado al vacío aporta una solución, sobre todo en alimentos destinados directamente a gastronomía o góndola de supermercado. Finalmente, también son almacenados a -18°C.

### 3.5 Almacenamiento y transporte

Según la Unión Europea, los productores de insectos deben seguir las mismas regulaciones de almacenamiento y transporte que cualquier otro alimento producido para consumo humano, especialmente de origen animal (EC N° 183/2005).

El almacenamiento se recomienda realizarlo en cámaras frías o freezers (-18°C), en un ambiente seco (<40% humedad), con sistemas de ventilación apropiados y solo con luz artificial, sin ventanas. Sin embargo, esta temperatura puede variar para establecimientos con procesamiento posterior a la deshidratación (punto 3.6) o molido a polvo. En cuanto al transporte, este debe ser sanitario con un espacio de carga cerrado, en lo posible anexo a los depósitos, donde los vehículos puedan ser cargados. Las temperaturas de transporte deben estar controladas entre -18°C y 4°C.

### 3.6 Procesamiento comercial de insectos

A continuación, se enumeran a modo de ejemplo, algunos procesos para el tratamiento de los insectos según el producto final deseado (ANSES Opinion Request, 2015). En todos los casos se debe asegurar ausencia de microorganismos patógenos en el producto final.

I) Deshidratación mediante aire forzado

II) Deshidratación por liofilización

III) Coccción por hervor

IV) Coccción por fritura

V) Cocción por microondas

VI) Conservación ácida

VIII) Molienda de grillos deshidratados

Por otro lado, existen diversos métodos físicos, químicos o bioquímicos por los que se pueden obtener fracciones deseadas para diferentes fines: proteína, ácidos grasos, quitina o derivados (quitosano, glucosamina).

### **3.7 Rotulado**

Todos los productos destinados para consumo humano deben cumplir con la legislación nacional vigente en cuanto a cómo se rotulan (Capítulo V, CAA).

Es importante mencionar que los productos para consumo humano a base de insectos y que se comercializan en la actualidad en otros países contienen en su rótulo la leyenda de advertencia en cuanto a su alergenicidad (similar a la de los crustáceos, ver ítem 4. Alergenicidad).

En la “Guía para suministro de información al consumidor de los productos basados en insectos” (IPIFF labels, 2019), se encuentra más detalle en cuanto al etiquetado de estos productos en otros países, sobre todo aquellos para consumo humano.

## 4. ALERGENICIDAD

### 4.1 Consumo de insectos y riesgos asociados

Como fuera mencionado, a pesar del interés nutricional que despierta este tipo de producto, habida cuenta de la alta calidad de sus componentes (proteínas, lípidos, fibras, etc.), uno de los principales problemas que presenta el consumo de insectos es el riesgo de reacciones alérgicas por parte de personas sensibles a crustáceos, moluscos, o incluso a alérgenos ambientales como los ácaros. Se ha demostrado que este problema está asociado a reactividad cruzada de varios de los denominados panalergenos, que son familias de proteínas presentes tanto en crustáceos como insectos, y entre los que podríamos mencionar a las tropomiosinas y a las arginina kinasa. Además de estos, otros alérgenos asociados más específicamente a insectos podrían estar también involucrados. Muchos de estos alérgenos no han sido todavía identificados y caracterizados. En función de esto, la práctica que están adoptando algunos países es aconsejar a las personas alérgicas a crustáceos o moluscos, que simplemente eviten el consumo de insectos (EFSA, 2015; Barre et al, 2014).

En países consumidores de insectos como China, se ha reportado que aproximadamente 1000 casos por año de anafilaxia estarían asociados al consumo de los principales insectos, de los cuales 50 son de extrema gravedad (Belluco et al., 2013). Sin embargo, a pesar del riesgo reconocido de que las proteínas de insectos podrían causar reacciones alérgicas, son muy limitados los estudios en donde se haya constatado fehacientemente que las mismas sean consecuencia directa de la ingesta de insectos. Además, la hipersensibilidad directa a las proteínas de insectos tampoco ha sido hasta el momento probada, probablemente por la ausencia de datos y de estudios específicos (Mézes, 2018). Sin embargo, las evidencias indicarían una alta probabilidad de que pueda producirse este tipo de reacciones cruzadas, por lo que el riesgo de reacciones alérgicas y las medidas de comunicación adecuadas deben ser específicamente considerados en la reglamentación.

### 4.2 Alérgenos identificados presentes en insectos

Como se ha mencionado anteriormente, los principales alérgenos potenciales presentes en insectos son la tropomiosina y la arginina kinasa, las cuales serán descritas a continuación:

Tropomiosina: si bien la tropomiosina presente en vertebrados no se considera un alérgeno importante, la misma proteína de invertebrado es altamente alergénica para personas sensibles. Esta proteína está uniformemente diseminada en todos los grupos de invertebrados (arácnidos, insectos, crustáceos, moluscos, nematodos), por lo que se considera un panalergeno, responsable de gran parte de las reacciones cruzadas entre artrópodos y otros invertebrados. Esta reactividad cruzada se explica por el alto grado de conservación de su secuencia de aminoácidos (60% de identidad, y 80% de homología), pero sobre todo por su estructura tridimensional, la cual conserva regiones que formarían epitopes conformacionales comunes (Belluco et al., 2013, Barre et al., 2014, 2016; EFSA, 2015; de Gier y Verhoeckx, 2018).

Arginina Kinasa: Es un alérgeno muy extendido entre los invertebrados, en particular entre los crustáceos y los insectos. Al igual que la tropomiosina, las proteínas presentes en moluscos y en distintos insectos muestran un alto grado, tanto de conservación (70% de identidad y 90% de homología) como de similitud estructural (Barre et al., 2014; 2016; Liu et al., 2009; de Gier y Verhoeckx, 2018)

Otros potenciales alérgenos presentes en insectos son la quitinasa, paramiosina, alfa-amilasa, la cadena pesada de la miosina, el precursor de hexamerina, la hemosianina, la proteasa aspártica, la calicina, la glutatión transferasa, la troponina C, la quitina o quitosano, la carmina, (Belluco et al., 2013; EFSA, 2015; de Gier y Verhoeckx, 2018)

### **4.3 Implicancias para la legislación argentina**

En relación al tratamiento de los alimentos e ingredientes alergénicos, de acuerdo al Artículo 235 séptimo del CAA, “los alérgenos y sustancias capaces de producir reacciones adversas en individuos susceptibles, deberán ser declarados a continuación de la lista de ingredientes del rótulo, siempre que ellos, o sus derivados, estén presentes en los productos alimenticios envasados listos para ofrecerlos a los consumidores, ya sean añadidos como ingredientes o como parte de otros ingredientes”.

Debido a la reactivada cruzada mencionada en el ítem 4.1, resulta necesario destacar la potencialidad de causar reacciones alérgicas de estos productos, por lo tanto sería necesario evaluar esta problemática en el marco del rotulado de éstos.

En función de esto, la práctica que están adoptando algunos países es aconsejar a las personas alérgicas a crustáceos o moluscos, que simplemente eviten el consumo de insectos.

## 5. ESTUDIOS MICROBIOLÓGICOS Y TOXICOLÓGICOS

### 5.1 Principales riesgos microbiológicos del consumo de insectos

Según trabajos científicos realizados en los últimos años, se han identificado diversos microorganismos presentes en insectos y que pueden ser transmitidos por ellos. La flora microbiana de los insectos está compuesta por bacterias de diferentes géneros como *Clostridium*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Bacillus*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Escherichia*, *Micrococcus*, *Lactobacillus* y *Acinetobacter* y bacterias patógenas tales como *Listeria*, *Salmonella*, *Campylobacter* y *E. coli* verotoxigénica. Estos microorganismos pueden estar presentes en insectos no procesados dependiendo del sustrato utilizado para su alimentación y de las condiciones de cría. También indica que la prevalencia de algunos de estos patógenos, por ejemplo *Campylobacter spp.*, es menor en comparación con otras fuentes no procesadas de proteína animal, ya que la replicación activa de los patógenos en el intestino no parece ocurrir en los insectos. Además, el riesgo de transmisión de estas bacterias podría mitigarse mediante un procesamiento efectivo. Si bien parte de la microbiota (bacterias, virus y hongos) presente en el intestino de los insectos, como aquella que pudiera estar en contacto con su superficie, puede volverse patógena para ellos mismos en circunstancias de estrés, las bacterias patógenas de los insectos (entomopatógenos) son consideradas inofensivas para animales y humanos. Por lo tanto, los peligros microbiológicos provenientes del consumo de insectos, se originarán principalmente a partir de una microbiota residencial (natural o accidental) relacionada a las condiciones de cría: alimentación, manipulación, procesamiento y conservación (EFSA, 2015).

El Comité Científico de la Agencia Federal para la Seguridad de la Cadena Alimentaria, en inglés Federal Agency for the Safety of the Food Chain (FASFC) emitió un reporte (SciCom 14-2014 and SHC Nr. 9160) sobre potenciales riesgos, microbiológicos, químicos y físicos asociados al consumo de insectos. En cuando a los riesgos microbiológicos, debido a que los insectos están taxonómicamente mucho más alejados de los humanos que el "ganado convencional", hay razones para suponer que el riesgo de infecciones zoonóticas es bajo (pero no inexistente) (FAO, 2013). Es por ello que se indican una serie de pautas a considerar, como por ejemplo que los piensos o nutrientes utilizados en la alimentación deben cumplir con una normativa teniendo en cuenta los riesgos potenciales. Recomienda no utilizar desechos, estiércol, fungicidas o sustancias farmacológicas (ej. antibióticos) o productos de origen animal que pudieran generar efectos residuales. En el reporte se establecen posibles valores microbiológicos de referencia basados en criterios de higiene y seguridad alimentaria de alimentos y procesos productivos (pág. 14): *L. monocytogenes*; *Salmonella*; *E. coli*, aerobios totales. Según el comité, estos peligros dependerán de la especie de insecto, condiciones de cultivo como ser la alimentación y ambiente, el procesamiento posterior y que pueden ser controlados mediante aplicación de BPM durante la producción primaria y comercialización. También indica que, para asegurar ausencia de bacterias patógenas y esporas en el entorno de la producción, es indispensable aplicar un proceso térmico como por ejemplo el escaldado, cocción o fritura antes de ser comercializado. El riesgo de infecciones zoonóticas y de contaminación microbiana en general, aumenta en caso de uso descuidado de materiales de desecho, falta de higiene en la manipulación de los insectos y contacto directo entre insectos cultivados e insectos de a fuera de la empresa (contaminación cruzada). La literatura, por ejemplo, menciona casos de botulismo, parasitosis e intoxicación alimentaria (por ejemplo, aflatoxinas) que están relacionadas con la entomofagia.

Teniendo en cuenta que los resultados disponibles sugieren que la calidad microbiana de los 'insectos crudos' no es aceptable, se considera esencial un tratamiento térmico previo con el objetivo de eliminar total o parcialmente la carga microbiana que contienen los mismos, utilizando técnicas de blanqueo, cocción o fritura. Además, se debe minimizar la posibilidad de contaminación después del procesamiento, procurando un correcto envasado y especificando las condiciones de almacenamiento que limitan el crecimiento de microorganismos en la etiqueta. También se recomienda trabajar, si es posible, con suelos de cultivo secos y eliminar regularmente las heces y / o refrescar el alimento, así como desinfectar la sala de cultivo, las camas de cría y el material después de cada ciclo de cultivo. Se recomienda encarecidamente al consumidor que no compre insectos para su propio consumo proveniente de criaderos destinados a la alimentación de peces o aves, alimento para "mascotas exóticas", reptiles y otros insectívoros, para lo cual el proceso de cultivo no tiene en cuenta posibles peligros en caso de consumo humano. Los criadores de insectos deben asegurarse de mantener la línea destinada a la alimentación humana estrictamente separada de la línea destinada a la alimentación animal (FASFC, 2014).

La Agencia Francesa de Alimentos, Ambiente y Salud y Seguridad Ocupacional, en inglés French Agency for Food, Environmental and Occupational Health & Safety (ANSES) emitió una opinión (Request No. 2014-SA-0153) acerca de los riesgos asociados al uso de insectos para consumo humano y animal, debido a que tanto aquellos que crecen en la naturaleza como los cultivados poseen una gran diversidad de microorganismos en su flora intestinal y esporas de diferentes microorganismos pueden estar presentes en la cutícula o su exoesqueleto (FAO, 2013). En el punto 4.3 se menciona que existen dos tipos de peligros asociados a insectos: aquellos específicos a las especies y los relacionados a la cría, procesamiento, preservación y condiciones de transporte. Respecto a los peligros microbiológicos (pág. 21, punto 4.3.4) la agencia realizó una revisión de estudios científicos sobre potenciales riesgos relacionados a parásitos, virus, bacterias (y sus toxinas) y hongos. En cuanto a parásitos transmitidos por insectos, existen escasos documentos publicados. A pesar de esto es necesario implementar prácticas que reduzcan el peligro de ocurrencia (ej. congelamiento, tratamiento térmico). No se reportó información documental sobre riesgos virales asociados al manejo o consumo de insectos. Los riesgos bacteriológicos asociados a insectos se deben a la vehiculización (natural o accidental), las condiciones de cría (alimentación), manipulación, procesamiento y preservación. Se han reportado casos de botulismo en África como consecuencia del consumo de insectos. También, como consecuencia de una contaminación durante la producción primaria, pueden encontrarse bacilos; se pueden transmitir esporas de microorganismos a través de la cutícula de los insectos; como encontrar patógenos tales como *Salmonella*, *L. monocytogenes*; *E. coli* y *C. perfringens* para diferentes categorías de insectos procesados, como también *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* y *B. cereus* (no se ha reportado presencia de *Salmonella* o *L. monocytogenes* en grillos de la especie *Acheta domesticus*). Se han reportado micotoxinas como *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Cladosporium* y *Phycomycetes* y un reporte de aflatoxinas (ANSES, 2015). En particular para el filo artrópodo, en la que se encuentra incluida la especie *Gryllus assimilis*, se han encontrado patógenos tales como virus, bacterias y hongos presentes habitualmente en la flora microbiana de los insectos.

Según la bibliografía recopilada, los peligros microbiológicos dependen de la especie de insecto, las condiciones de cría (ej. la alimentación y medio ambiente), así como de la manipulación durante su procesamiento para la obtención del polvo y conservación.

Las especies de microorganismos detalladas en la tabla del apartado 8 (Propuesta del nuevo capítulo del C.A.A.) surgen de la recopilación de búsqueda bibliográfica sobre microorganismos que pudieran estar presentes en la microbiota residencial (natural o accidental) relacionada tanto a las condiciones de la producción primaria (cría y faena) como a la obtención del producto final (polvo de grillo).

## **5.2 Principales riesgos toxicológicos asociados al consumo de insectos**

En cuanto a la evaluación toxicológica y los riesgos potenciales relacionados con el consumo de insectos, es sabido que algunas especies pueden contener sustancias tóxicas, presentes de forma natural, como es el caso de los glucósidos cianogénicos (sustancias capaces de producir ácido cianhídrico en condiciones específicas de acidez y presencia de enzimas específicas). (Zagrobelyny et al., 2009). Sin embargo, el mayor impacto sobre los aspectos toxicológicos estará relacionado con los métodos de producción específico, el sustrato utilizado, la etapa de recolección, la especie de insecto y la etapa de desarrollo. Asimismo, los métodos para el procesado posterior tendrán también un impacto en la incidencia y los niveles de contaminantes químicos biológicos en los alimentos y piensos derivados de insectos (EFSA, 2015). En consecuencia, la principal recomendación general es limitar el consumo de insectos a aquellos que hayan sido criados en granjas en condiciones controladas (Kourimská & Adámková, 2016).

Dado que esta temática constituye hoy en día un tema de preocupación en países desarrollados y, habida cuenta del crecimiento de empresas dedicadas a su producción comercial, para determinar con mayor exactitud y con base científica cuáles son los peligros asociados a su consumo por parte de las personas o su uso en la alimentación animal, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) ha publicado un documento sobre los riesgos relacionados con la producción y el consumo de insectos como alimentos y piensos (EFSA, 2015). En esta publicación, se revisan los pros y contras del consumo de los insectos. En el documento se exponen datos sobre el impacto que tendrán los sustratos empleados en la cría de los insectos, el contenido microbiológico de su aparato digestivo, los diferentes tipos de virus que los afectan, el papel de estas especies en cuanto a introducir contaminantes químicos en la alimentación, la circunstancia de que pueden actuar como transmisores de los priones, virus o bacterias y su implicación en las alergias.

En cuanto a la valoración de los riesgos de origen químico en insectos con destino de alimentación, se concluye que los mismos están influidos por factores como métodos de producción, sustratos, fase larvaria y especie de insecto. Los contaminantes químicos pueden originarse a partir de fuentes naturales o artificiales, o bien ser producidos por el propio metabolismo de los insectos. Se han encontrado en casos puntuales metales pesados, dioxinas, micotoxinas, pesticidas, biocidas para higienización de instalaciones y equipos, y medicamentos veterinarios. El ratio de acumulación está asociado, en general, tanto al tipo de especie como a la extensión del ciclo de vida (más o menos largo). Según EFSA, los principales riesgos químicos relacionados con el ambiente de producción son la presencia de metales pesados y de micotoxinas. En relación a la cría de insectos y recepción de materia prima, los riesgos potenciales son la contaminación con pesticidas, herbicidas, dioxinas, metales pesados (selenio), distintos aditivos y micotoxinas.

### 5.2.1 Acumulación Potencial de Micotoxinas

Según la literatura disponible, las micotoxinas afectan, de por sí, y sobre todo si están presentes en altas concentraciones, a la supervivencia misma de los insectos. A bajas concentraciones, el efecto observado es la reducción de su performance de crecimiento. Sin embargo, al administrar estos compuestos con la dieta en ensayos experimentales con varias especies de insectos, no se observó acumulación de micotoxinas, incluso a concentraciones de hasta 25 veces los límites máximos o valores de referencia. (Camenzuli et al., 2018) En base a los valores reportados, los sustratos que cumplan con los límites actuales para la UE de AFB1, y los valores de referencia para las micotoxinas DON, ZEN, F1, FB2 y OTA serían adecuados para la cría de insectos. Dado que, como fuera demostrado, el contenido intestinal tiene un gran impacto en la concentración total de micotoxinas (Bosch et al, 2017), algunos autores recomiendan un período de ayuno de 24 hs antes de la cosecha, sugiriendo que esto podría recomendarse como práctica habitual en el contexto de la producción comercial (Bosch et al, 2017 Camenzuli et al., 2018). Sin embargo, dado que existen algunos inconvenientes técnicos para llevar esto a la práctica, una alternativa podría ser una purga dentro de los 1 a 3 días previos a la cosecha con frutas o verduras frescas, como se realiza con la producción de algunas especies como caracoles. Dado que, como fuera demostrado, el contenido intestinal tiene un gran impacto en la concentración total de micotoxinas (Bosch et al, 2017), se recomienda un período de ayuno de 24 hs antes de la cosecha, lo cual debería transformarse en una práctica habitual en el contexto de la producción comercial (Bosch et al, 2017 Camenzuli et al., 2018). Dado que una parte sustancial de las micotoxinas ingeridas no pudieron ser recuperadas en las larvas o en los residuos, resulta evidente que es necesario realizar estudios adicionales para develar el destino y las vías metabólicas de estas micotoxinas.

### 5.2.2 Acumulación potencial de metales

Los estudios realizados hasta la fecha revelan que los metales esenciales pueden ser adecuadamente regulados por el propio metabolismo, luego de la ingestión por las larvas de insectos. Contrariamente, la capacidad de regular metales no esenciales fue bastante menor, llevando a su bioacumulación, con consecuencias importantes sobre la supervivencia y el potencial de desarrollo. Sin embargo, existirían distintos patrones de acumulación, dependiendo de la especie de insecto y del estadio de desarrollo. Así, se observó una acumulación consistente de cadmio en larvas y pre-pupas de *Hermetia illucens* (black soldier fly), indicada por un factor de bioacumulación mayor a uno, aunque en adultos no se observó ningún tipo de acumulación. Por otra parte, las larvas de *Tenebrio molitor* (yellow mealworm) acumularon arsénico en mayor medida que cadmio. En este sentido, se debe remarcar que los sustratos que cumplan con los límites existentes (EC) para cadmio en una dieta completa, no fueron suficientes para garantizar el uso seguro de larvas con destino a la alimentación animal o humana (van der Fels-Klerx et al., 2016). En base a estos estudios, podrían ser requeridas limitaciones específicas en relación a los metales pesados, para evitar la acumulación de los mismos en larvas destinadas al consumo.

Hasta ahora, solo han sido publicados unos pocos datos sobre contaminantes detectados e identificados en insectos o productos derivados, destinados al consumo humano o animal. En un estudio llevado a cabo por Vandeweyer et al, (2018) se encontraron especies de *Aspergillus* y *Penicillium* productores de micotoxinas tanto en los sustratos como en el cuerpo de insectos de la especie *Gryllodes sigillatus* (Orthoptera: Gryllidae) destinados al consumo humano. Por su parte, en el sustrato, pudieron aislarse e identificarse hifas de especies de *Aspergillus*, *Candida*, *Lichtheimia*, *Penicillium*, y *Trichoderma*, mientras que en los grillos pudieron identificarse especies de *Aspergillus*, *Candida*, *Kodamaea*, *Lichtheimia*, *Tetrapisispora*, *Trichoderma*, y *Trichosporon* ( Vandeweyer et al., 2018).

Se han detectado contaminaciones con metales pesados durante el enfriamiento, con histaminas, micotoxinas (aflatoxinas y beauvericina) annlatina A y A1 durante el almacenamiento refrigerado, con metales pesados provenientes del agua durante el picado, con tinta, bisfenol A y ftalatos durante el envasado del producto final, y con tiramina, histamina y micotoxinas (aflatoxinas y beauvericina) durante el almacenamiento del producto final.

### **5.3 Conclusiones generales**

Puede concluirse que la valoración de los riesgos sobre insectos y productos derivados no ha sido hasta el momento convenientemente investigados, por lo cual existen todavía algunos vacíos en cuanto a los conocimientos generados, así como a antecedentes en el procesado de insectos a escala industrial. Además, existe todavía muy poca experiencia en el mundo occidental en el consumo de insectos. En este sentido, el principal documento es la evaluación solicitada por la UE le solicitó a EFSA sobre distintos aspectos de inocuidad (microbiológicos, químicos y ambientales, así como los riesgos derivados de la producción y consumo de los insectos como alimento y como pienso) (EFSA, 2015). La EFSA concluye en esta revisión que se necesitan evaluaciones de riesgo específicas, que se deben hacer teniendo en cuenta toda la cadena de producción de los insectos, desde su cría o recolección hasta el consumo, incluyendo las especies y el sustrato utilizado, así como los métodos para la cría y el procesamiento que se les aplica. No se conocen casos de transmisión de enfermedades infecciosas a humanos derivados del consumo de insectos (siempre que los insectos hayan sido manipulados en las mismas condiciones de higiene que cualquier otro alimento).

El EFSA concluye que, en principio, las especies de insectos destinadas al consumo no significan un riesgo inminente para animales o personas, estando el mayor riesgo identificado relacionado con el sustrato destinado a la cría comercial. Dado que los sustratos contaminados con micotoxinas o metales pesados pueden causar efectos adversos sobre la supervivencia y el potencial de crecimiento de los insectos, su contaminación potencial tendría un gran impacto negativo sobre el sistema productivo en sí (Davies, 1982).

En cuanto a las micotoxinas, hasta el momento, no se observó la acumulación de las mismas en ninguna de las especies de insectos estudiadas. Así, En uno de los estudios focalizados en la retención de micotoxinas en larvas de insectos alimentados con dietas experimentales con el agregado de altas dosis de las micotoxinas zearalenona, ocratoxina A, y toxina T2 (500 ug/kg), van Broekhoven et al. (2014) no encontraron un efecto nocivo significativo sobre el crecimiento y la supervivencia de las

larvas, en períodos ensayados de 24, 48 y 72 hs. Si bien la acumulación de toxinas parece ser bastante dependiente de la especie, este fue en general bajo, habiendo sido detectados bajos niveles de las mismas en las larvas. La mayor concentración correspondió a las larvas de *T. molitor*, evaluados inmediatamente después de cosechados (42 ug/kg y 45 ug/kg respectivamente). Se observó en este estudio una rápida disminución en larvas sometidas a ayuno luego de la alimentación, por lo que gran parte de las toxinas serían eliminadas por las heces.

Sin embargo, una parte considerable de las micotoxinas ingeridas en pruebas experimentales no pudieron ser recuperadas en los estudios específicos realizados. Debido a que los datos de la literatura sobre las vías metabólicas de las micotoxinas en insectos son todavía muy limitadas, sería de gran importancia complementar la información con este tipo de estudios.

En cuanto a los metales pesados, se ha observado que su acumulación es bastante variable, dependiendo del tipo de metal, de la especie de insecto y del estadio de desarrollo. Por lo tanto, la extrapolación de datos experimentales generados para una especie de insecto a otras especies sería bastante dificultosa e inexacta, debido las diferentes características metabólicas y fisiológicas de cada especie, por lo que se enfatiza la necesidad de realizar estudios particulares caso por caso. En relación a los sustratos, se considera esencial el monitoreo regular de contaminantes como parte de un sistema de garantía de inocuidad.

Un tema a resaltar es que, en virtud de que algunos insectos son capaces de convertir residuos orgánicos en un tipo de biomasa valorizada, la prohibición de utilizar residuos para alimentación animal de acuerdo con regulaciones de la UE podría ser revisada en un futuro, en relación al caso particular de su uso para la producción de insectos con destino a la alimentación animal y humana. Además, los límites actuales de la UE para contaminantes como metales pesados en alimentación animal deberían ser adaptados, de acuerdo con el patrón de acumulación específica observada para cada especie. Adicionalmente al caso de micotoxinas y metales pesados, debería ser realizada una evaluación integral de otros aspectos, considerando todas las cuestiones que hacen a la inocuidad, para cada especie en particular. Un perfil específico en relación a los peligros químicos y biológicos ha sido publicado recientemente para el caso de grillo doméstico (*Acheta domestica* (Orthoptera: Gryllidae) (Fernandez-Cassi, et al., 2018). En este sentido, los peligros considerados como “intermedios” fueron los recuentos de aerobios totales, la supervivencia luego de tratamientos térmicos de bacterias productoras de esporas, los aspectos de alergenicidad, y la acumulación de metales pesados, especialmente cadmio. En contraste, los parásitos, hongos, virus, priones, resistencia antimicrobiana, y la presencia de toxinas como micotoxinas fueron considerados como de “bajo riesgo” (EFSA, 2012).

Se enfatiza especialmente el hecho de que, dado que el contenido intestinal contribuye de manera relevante al contenido total de contaminantes, por lo que podría incluirse una recomendación especial en cuanto a respetar un período de ayuno, o alternativamente el purgado con frutas o vegetales frescos entre 1 y 3 días anteriores a la cosecha (Schrögel, y Wätjen, 2019).

## 6. ESTUDIOS DE PERFIL NUTRICIONAL

Existe un amplio soporte bibliográfico relacionado al análisis nutricional de los insectos. El mismo ha sido consultado para establecer los rangos de los valores fisicoquímicos en la propuesta realizada para la incorporación del nuevo capítulo del CAA. Los insectos representan una alternativa sostenible para abordar la seguridad de los alimentos y piensos al contener niveles elevados de proteínas (40-60% en base seca) para el consumo humano y animal. Actualmente, más de 2000 especies de insectos diferentes se consumen en todo el mundo (entomofagia), todas ellas con proteínas de alta calidad especialmente ricas en aminoácidos esenciales (Dongxiao Sun-Waterhouse et al., 2016) y otros ingredientes nutricionales beneficiosos tales como ácidos grasos insaturados (10-30% en base seca), fibra y micronutrientes (Enwemiwe, 2018). La composición nutricional de los insectos comestibles es difícil de generalizar debido al gran número de especies consumidas. Se han realizado numerosas publicaciones científicas sobre el contenido y calidad nutricional en insectos y se afirma que, dependiendo de la especie, método de crianza y alimentación, pueden presentarse diferencias significativas en el contenido nutricional.

La búsqueda bibliográfica se focalizó en particular en la especie *Gryllus assimilis*, debido a que es una especie autóctona y actualmente legislada por la Unión Europea. Es la que se pretende incorporar de manera inicial en el capítulo de entomofagia.

## 7. ANTECEDENTES DE USO EN EL MUNDO

A nivel mundial existe oferta de los siguientes productos a base de insectos tales como polvos y harinas, barras proteicas, polvos para batidos proteicos, snacks, galletitas y pastas. En la siguiente tabla se mencionan productos a base de insectos que actualmente son comercializados en el mundo.

País de origen	Producto	Fuente
<b>México</b>	<p>Marca de México (Inalim) que comercializa grillos y gusanos en diferentes versiones</p> <p>Marca Mexicana con diferentes productos que contienen insectos</p>	<p><a href="http://inalim.com.mx/">http://inalim.com.mx/</a></p> <p><a href="http://mercimercado.com">http://mercimercado.com</a></p>
<b>Tailandia</b>	<p>Marca de Tailandia (bugsolutely), registrada también en Italia que produce fideos con harina de grillo</p>	<p><a href="https://www.bugsolutely.com">https://www.bugsolutely.com</a></p>
<b>EEUU</b>	<p>Productos en Estados Unidos con proteínas de insectos</p> <p>Marca de California que comercializa muchos productos diferentes que contienen insectos, arácnidos y anélidos también:</p>	<p><a href="https://chapul.com/collections/all">https://chapul.com/collections/all</a></p> <p><a href="https://hotlix.com/">https://hotlix.com/</a></p> <p><a href="https://www.bittyfoods.com/">https://www.bittyfoods.com/</a></p> <p><a href="https://www.wholesaleedibleinsects.com/">https://www.wholesaleedibleinsects.com/</a></p>
<b>España</b>	<p>Barritas proteicas de harina de grillo en España</p>	<p><a href="https://insectfit.es/">https://insectfit.es/</a></p>
<b>Colombia</b>	<p>Alimentos con harina de grillos en Colombia</p>	<p><a href="https://arthrofood.co/">https://arthrofood.co/</a></p>
<b>Reino Unido</b>	<p>Marca Nutribug del Reino</p>	<p><a href="https://nutribug.com/welcome-">https://nutribug.com/welcome-</a></p>

	<p>Unido</p> <p>Marca comercializada por Carrefour y varios supermercados en la UE (España, Francia, UK, etc)</p>	<p><a href="http://to-nutribug/">to-nutribug/</a></p> <p><a href="https://www.jiminis.co.uk/">https://www.jiminis.co.uk/</a></p>
<b>Holanda</b>	<p>Marca de Holanda (Delibugs)</p>	<p><a href="https://delibugs.nl/Webshop">https://delibugs.nl/Webshop</a></p>
<b>Francia</b>	<p>Marca francesa Micronutris</p>	<p><a href="https://www.micronutris.com/fr/boutique-en-ligne">https://www.micronutris.com/fr/boutique-en-ligne</a></p>
<b>Bélgica</b>	<p>Pasta con harina de insectos Adento en Bélgica</p>	<p><a href="http://www.goffardsisters.com/">http://www.goffardsisters.com/</a></p>

## 8. PROPUESTA DEL NUEVO CAPÍTULO DEL C.A.A.

**Art 1.** Entiéndase al **insecto comestible** como alimento consistente, aislado o producido a partir de insectos autorizados o sus partes incluyendo cualquier estadio en vivo destinados al consumo humano.

### **Art 2.**

Los insectos comestibles autorizados son los siguientes:

<b>GRILLOS</b>	
<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>
Grillo común	<i>Gryllus assimilis</i>

Solo se permitirá la comercialización de insectos comestibles autorizados y sus derivados que provengan únicamente de criaderos autorizados. Se prohíbe la comercialización de productos obtenidos a partir de recolección.

### **Art. 3.**

#### **Regulaciones de criaderos:**

Los criaderos de insectos deberán cumplir con las siguientes condiciones higiénico-sanitarias y edilicias:

- Los criaderos deberán ubicarse en zonas donde no haya contaminantes químicos o biológicos y contar con agua potable.
- La alimentación de los insectos se realizará con vegetales y subproductos vegetales o piensos formulados, con control estricto de micotoxinas y metales pesados. Se prohíbe la alimentación con desechos domiciliarios.
- Las instalaciones deberán cumplir con un diseño higiénico, asegurando que se evite la contaminación, con materiales incorporados que permiten una limpieza y desinfección efectivas, y que evitan la infestación de plagas que podrían ser vehículos de peligros biológicos.
- Las instalaciones y equipos no podrán ser compartidas con la producción de otros insectos no autorizados.
- El local debe contar con instalaciones sanitarias adecuadas para el personal.
- La limpieza y la desinfección deberán realizarse con una frecuencia predeterminada y siempre que sea necesario. Estas prácticas deberán documentarse e identificar qué detergentes y

desinfectantes se utilizan, las concentraciones, los tiempos de aplicación, así como la regularidad y la responsabilidad del personal.

- El personal deberá seguir las prácticas de higiene personal, usar un uniforme de trabajo adecuado y tener una capacitación y una actitud profesional adecuadas.
- La higiene del personal y el estado de salud del personal deben ser supervisados y debe haber una capacitación adecuada para mejorar la conciencia de los trabajadores sobre el factor de riesgo, ya que los insectos pueden ser portadores de patógenos humanos.
- Los utensilios utilizados, previo tratamiento térmico, para el manipuleo de los insectos deberá ser exclusivo para cada especie de insecto.

Los productores deberán aplicar los protocolos de análisis de peligros y de puntos críticos de control (HACCP) .

#### **Art. 4**

##### **Condiciones de faena**

Los insectos deberán ser sometidos a 7 días de purga con dieta especial previo a la faena con el fin de reducir el contenido intestinal. Los insectos deberán ser tamizados previo sacrificio con el fin de separar las excrecencias. El sacrificio deberá realizarse en dos etapas: primero un secado en frío de al menos 1 hora a temperatura de -5 °C para asegurar reducir el metabolismo e inducir a un estado de hipotermia letal. Posteriormente se deberá proceder a tratar térmicamente los grillos en agua a 90 °C durante cinco minutos para ablandar los exoesqueletos y eliminar los microorganismos que puedan estar presentes. Los insectos deberán ser retirados y escurridos antes de ser almacenados. Luego del faenado los insectos deberán ser congelados a - 18°C de manera aséptica en heladeras destinadas únicamente para tal fin.

#### **Art 5.**

Entiéndase por grillo comestible al proveniente de especies autorizadas, obtenido de establecimientos habilitados y sometido al tratamiento térmico que asegure la ausencia de microorganismos patógenos. Los grillos destinados para la alimentación humana deberán presentarse libres de impurezas, productos extraños, materias terrosas y parásitos; pudiendo presentarse como grillos enteros o sus partes.

Se rotulará con el nombre de “Grillo” seguido de “entero” a aquel producto que se realice con la totalidad del insecto. Se deberá declarar en el rotulado a continuación del nombre del insecto (común y científico) el proceso al cual ha sido sometido el producto, siendo “... congelado”, “... horneado”, “... frito”.

**Art 6. Polvo de grillo. Descripción del producto (definición)**

Con la denominación de polvo de grillo se entiende al producto obtenido luego del secado, la molienda y el cernido de grillos comestibles. El polvo de grillo deberá responder a las siguientes características fisicoquímicas y microbiológicas:

**Deberá responder a los siguientes parámetros microbiológicos:**

Recuento de hongos y levaduras (UFC/g)	< 10.000
Recuento de anaerobios reductores de sulfito (UFC/g)	100 a 1000
Recuento de <i>S. aureus</i> coagulasa positivo (UFC/g)	100 a 10.000
Recuento de <i>B. cereus</i> presuntivo (UFC/g)	100 a 1000
Presencia de <i>Salmonella</i> en 25 g	Ausencia
Presencia de <i>Listeria monocytogenes</i> en 25 g	Ausencia
Presencia de <i>E. coli</i> en 1 g	Ausencia

**Deberá responder a los siguientes parámetros fisicoquímicos:**

Requisito	Valores aceptados	Método de análisis
Humedad 130°C 2 horas (g/100g)	máx 5%	AOCS Bc 2-49
aw	0,6	
Proteínas totales (N x 6,25) (g/100g)	mín 50.0%	AOAC 981.10
Materia grasa (g/100g)	máx 30.0%	AOCS Bc-5-49 AOAC 948.15
Cenizas 600°C 2 horas (g/100g)	máx 5.0%	AOCS Bc-5-49
Fibra	máx 5.0%	

Granulometría	< 500 micrones	
---------------	----------------	--

Sabor y aroma: sabor a nuez, levemente dulce con aroma acaramelado.

Se rotulará como "Polvo de .." seguido del nombre del insecto. Se deberá especificar el nombre común y nombre científico.

## 9. GRUPO DE TRABAJO

Nombre	Organización	Correo
Macias, María Evangelina	INAL	<i>emacias@anmat.gov.ar</i>
Geraci, María Julia	INAL	<i>mgeraci@anmat.gov.ar</i>
Piña, Martín Leonardo	UADE	<i>mpina@uade.edu.ar</i>
Lenz, Désirée	INTI	<i>dlenz@inti.gov.ar</i>
Gallardo, Gabriela	INTI	<i>ggallardo@inti.gov.ar</i>
Caporaletti, Daniel	Biólogo - FCEN - UBA	<i>dcaporaletti@gmail.com</i>
Pazos, Adriana	INTA	<i>pazos.adriana@inta.gov.ar</i>
Polenta, Gustavo	INTA	<i>polenta.gustavo@inta.gov.ar</i>
Vaudagna, Sergio Ramón	INTA	<i>vaudagna.sergio@inta.gov.ar</i>
Dassa, Lorena	SENASA	<i>ldassa@senasa.gov.ar</i>
Lopez, Silvia	INTA	<i>Lopez.silvia@inta.gov.ar</i>
Quintana, Graciela	INTA	<i>Quintana.graciela@inta.gov.ar</i>
Viscarret, Mariana	INTA	<i>Viscarret.mariana@inta.gov.ar</i>
Soteras, Trinidad	INTA	<i>Soteras.trinidad@inta.gov.ar</i>
Murano, Mariana	INTI	<i>mmurano@inti.gov.ar</i>
Poey, María	SENASA	<i>mpoey@senasa.gov.ar</i>
Franco, Daniel	Secretaría de Agroindustria	<i>dfranco@magyp.gov.ar</i>
Ambrosi, Vanina	INTA	<i>ambrosi.vanina@inta.gov.ar</i>

## 10. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

[https://www.health.belgium.be/sites/default/files/uploads/fields/fpshealth\\_theme\\_file/2018\\_01\\_revision\\_insects\\_stateoftheplay\\_en.pdf](https://www.health.belgium.be/sites/default/files/uploads/fields/fpshealth_theme_file/2018_01_revision_insects_stateoftheplay_en.pdf)

[http://www.afsca.be/scientificcommittee/opinions/2014/\\_documents/Advice14-2014\\_ENG\\_DOSSIER2014-04.pdf](http://www.afsca.be/scientificcommittee/opinions/2014/_documents/Advice14-2014_ENG_DOSSIER2014-04.pdf)

<https://www.nycfoodpolicy.org/insects-allowed-for-food-sale-in-switzerland/>

<http://ipiff.org/insects-eu-legislation/>

<https://www.bugsolutely.com/legal-status-edible-insects/>

<https://thefutureofedibleinsects.com/us-regulations/>

<http://www.afsca.be/foodstuffs/insects/>

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015R2283&from=en>

[http://www.afsca.be/scientificcommittee/opinions/2014/\\_documents/Advice14-2014\\_ENG\\_DOSSIER2014-04.pdf](http://www.afsca.be/scientificcommittee/opinions/2014/_documents/Advice14-2014_ENG_DOSSIER2014-04.pdf)

[http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad\\_alimentaria/evaluacion\\_riegos/informes\\_comite/CONSUMO\\_INSECTOS.pdf](http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/evaluacion_riegos/informes_comite/CONSUMO_INSECTOS.pdf)

<https://www.foodnavigator-asia.com/Article/2017/02/01/Exploring-the-legal-status-of-edible-insects-around-the-world>

[http://www.foodauthority.nsw.gov.au/\\_Documents/foodsafetyandyou/edible\\_insects.pdf](http://www.foodauthority.nsw.gov.au/_Documents/foodsafetyandyou/edible_insects.pdf)

<https://www.foedevarestyrelsen.dk/SiteCollectionDocuments/Kemi%20og%20foedevarekvalitet/GMO-Novel%20food-Nano-Bestraaling/Dokument%20on%20insects%20-%20English%20version%20-%20updated%2028.11.2017.pdf>

[https://www.health.belgium.be/sites/default/files/uploads/fields/fpshealth\\_theme\\_file/2018\\_01\\_revision\\_insects\\_stateoftheplay\\_en.pdf](https://www.health.belgium.be/sites/default/files/uploads/fields/fpshealth_theme_file/2018_01_revision_insects_stateoftheplay_en.pdf)

[http://www.afsca.be/scientificcommittee/opinions/2014/\\_documents/Advice14-2014\\_ENG\\_DOSSIER2014-04.pdf](http://www.afsca.be/scientificcommittee/opinions/2014/_documents/Advice14-2014_ENG_DOSSIER2014-04.pdf)

<https://www.nycfoodpolicy.org/insects-allowed-for-food-sale-in-switzerland/>

<http://ipiff.org/insects-eu-legislation/>

<https://www.bugsolutely.com/legal-status-edible-insects/>

<https://thefutureofedibleinsects.com/us-regulations/>

<http://www.afsca.be/foodstuffs/insects/>

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015R2283&from=en>

[http://www.afsca.be/scientificcommittee/opinions/2014/\\_documents/Advice14-2014\\_ENG\\_DOSSIER2014-04.pdf](http://www.afsca.be/scientificcommittee/opinions/2014/_documents/Advice14-2014_ENG_DOSSIER2014-04.pdf)

[http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad\\_alimentaria/evaluacion\\_riegos/informes\\_comite/CONSUMO\\_INSECTOS.pdf](http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/evaluacion_riegos/informes_comite/CONSUMO_INSECTOS.pdf)

<https://www.foodnavigator-asia.com/Article/2017/02/01/Exploring-the-legal-status-of-edible-insects-around-the-world>

[http://www.foodauthority.nsw.gov.au/\\_Documents/foodsafetyandyou/edible\\_insects.pdf](http://www.foodauthority.nsw.gov.au/_Documents/foodsafetyandyou/edible_insects.pdf)

<https://www.foedevarestyrelsen.dk/SiteCollectionDocuments/Kemi%20og%20foedevarekvalitet/GMO-Novel%20food-Nano-Bestraaling/Dokument%20on%20insects%20-%20English%20version%20-%20updated%2028.11.2017.pdf>

Anatol Schmidt , Lisa-Maria Call, Lukas Macheiner y Helmut K. Mayer. “Determination of vitamin B12 in four edible insect species by immunoaffinity and ultra-high performance liquid chromatography”. *Food Chemistry*

ANMAT (2018). Directrices para el rotulado de alérgenos y sustancias capaces de producir reacciones adversas en individuos susceptibles de productos alimenticios envasados. Programa federal de control de alimentos. Recomendada CONAL Acta N° 118. Versión enmendada 04/6/18

Allergen Bureau (2016). VITAL® Best Practice Labelling Guide For Australia and New Zealand. 33 pp. Sitio web: <http://allergenbureau.net/wp-content/uploads/2016/10/VITAL-Best-Practice-Labelling-Guide-for-ANZ-2016.pdf>. Acceso 30/08/19

ANMAT. (DT 6344/96). *LABORATORIO - BIOTERIO - REQUISITOS*.

ANSES Opinion Request. (2015). The use of insects as food and feed and the review of scientific knowledge on the health risks related to the consumption of insects. No. 2014-SA-0153.

A, H. (2013). *Edible insects : future prospects for food and feed security*. FAO.

Barre A, Caze-Subra S, Gironde C, Bienvenu F, Bienvenu J and Rougé P, 2014. Entomophagie et risque allergique. *Revue Française d'Allergologie*. 54, 315–321.

Barre , A., Velazquez, E.; Delplanque, A., Caze-Subra, S. Bienvenu, F., Bienvenu, J., Benoist, H. and

Belluco, S., Losasso, C., Maggioletti, M., Alonzi, C. Paoletti, M., and Ricci, A. (2013) *Edible Insects in a Food Safety and Nutritional Perspective: A Critical Review*. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 12: 296-313. doi: 10.1111/1541-4337.12014.

Belluco, S., Mantovani, A., and Ricci, A. (2018). In: *Edible Insects in a Food Safety Perspective*. Halloran, A., Flore, R., Vantomme, P., Roos, N. (Eds.). (2018). *Edible Insects in Sustainable Food Systems*. Ed Elsevier. ISBN 978-3-319-74011-9. Pp 109-126.

Bosch, G.; Fels-Klerx, H.J.V.; Rijk, T.C.; Oonincx, D. (2017) Aflatoxin B1 Tolerance and Accumulation in Black Soldier Fly Larvae (*Hermetia illucens*) and Yellow Mealworms (*Tenebrio molitor*). *Toxins* 9, 185.

B'OKOYE C., I. C. (2011). Assessment of heavy metals in chicken feeds sold in south eastern, Nigeria. *Advances in Applied Science Research*, 2 (3):63-68.

Carolina da Rosa Machado y Roberta Cruz Silveira Thys. Cricket powder (*Gryllus assimilis*) as a new alternative protein source for gluten-free breads. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 56 (2019) 102180. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2019.102180>

Camenzuli, L.; Van Dam, R.; de Rijk, T.; Andriessen, R.; Van Schelt, J.; Van der Fels-Klerx, H.J.I. (2018) Tolerance and Excretion of the Mycotoxins Aflatoxin B(1), Zearalenone, Deoxynivalenol, and Ochratoxin A by *Alphitobius diaperinus* and *Hermetia illucens* from Contaminated Substrates. *Toxins* 10, 91.

CAPÍTULO II - CAA. (ANMAT). *CONDICIONES GENERALES DE LAS FÁBRICAS Y COMERCIOS DE ALIMENTOS*. Obtenido de [http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/marco/CAA/capitulospdf/Capitulo\\_II.pdf](http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/marco/CAA/capitulospdf/Capitulo_II.pdf)

CAPÍTULO V - CAA. (ANMAT). *NORMAS PARA LA ROTULACIÓN Y PUBLICIDAD DE LOS ALIMENTOS*. [http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/marco/CAA/capitulospdf/Capitulo\\_V.pdf](http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/marco/CAA/capitulospdf/Capitulo_V.pdf).

Connolly, A. (2019). THE BUZZ ABOUT INSECT PROTEIN. <https://www.linkedin.com/pulse/buzz-insect-protein-aidan-connolly>.

Dongxiao Sun-Waterhouse a, b. G. (2016). Transforming insect biomass into consumer wellness foods: A review. ELSEVIER.

Davis, G.R.F. (1982) Growth of larvae of *Tenebrio molitor* L. fed diets containing penicillic acid, aflatoxin B, ochratoxin A, or rubratoxin B at three dietary protein levels. *Arch. Int. Physiol. Biochim.* 90, 297–300.

EFSA (2012). Scientific Opinion on the development of a risk ranking framework on biological hazards. *EFSA J.* 10,

EFSA Scientific Committee (2015): Scientific Opinion of a risk profile related to production and consumption of insects as food and feed. *EFSA J.* 13(10), 4257.

EU (2017): Commission Regulation (EU) 2017/893 of 24 May 2017 amending Annexes I and IV to Regulation (EC) No 999/2001 of the European Parliament and of the Council and Annexes X, XIV and XV to Commission Regulation (EU) No 142/2011 as regards the provisions on processed animal protein. *Off. J. Eur. Union* L138/92

EFSA Journal. (2015). Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed. 13(10), 60. doi:10.2903/j.efsa.2015.4257

Enwemiwe, V. N. (2018). Incorporated Edible Insect-Based Foods: The How and Why? *International Journal of Advanced Research and Publications*

Eilenberg J, V. J.-L. (2015). Journal of Insects as Food and Feed. Diseases in insects produced for food and feed, 1(2), 87-102. Wageningen Academic Publishers.

Fernandez-Cassi, X.; Supeanu, A.; Jansson, A.; Boqvist, S.; Vagsholm, I. Novel foods: A risk profile for the house cricket (*Acheta domesticus*). (2018) EFSA J. 16, 235

FAO/IAEA. (2012). *The FAO/IAEA Spreadsheet for Designing and Operation of Insect Mass Rearing Facilities*. FAO PLANT PRODUCTION AND PROTECTION PAPER 205.

Federico, F. J. (INTA). *Manual de Normas Básicas de Bioseguridad de una Granja Avícola*. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_\\_manual\\_de\\_normas\\_basicas\\_de\\_biosecuridad\\_final\\_1.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta__manual_de_normas_basicas_de_biosecuridad_final_1.pdf)

Fraqueza, M., & Patarata, L. (2017). World's largest Science, Technology & Medicine Open Access book publisher. Constrains of HACCP Application on Edible Insect for Food and Feed. INTECH. doi:<http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.69300>

FASFC. (2014). Common Advice SciCom 14-2014 and SHC Nr. 9160 Subject: Food safety aspects of insects intended for human consumption (Sci Com dossier 2014/04; SHC dossier n° 9160). SCIENTIFIC COMMITTEE OF THE FEDERAL AGENCY FOR THE SAFETY OF THE FOOD CHAIN.

Gier, S. y Verhoeckx, K. (2018) Insect (food) allergy and allergens- Molecular Immunology 100: 82–106.

Gaylor MO, H. E. (2012). House crickets can accumulate polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) directly from polyurethane foam common in consumer products. *Chemosphere*, 86(5), 500-505. .

Ghann's Crickets. (Augusta, EEUU). <https://www.ghann.com/Default.aspx>.

Grillos Capos. (2019). *Bioterio de insectos para consumo animal, Argentina*. Obtenido de [http://www.grilloscapos.com.ar/sobre\\_grillos\\_capos2.htm](http://www.grilloscapos.com.ar/sobre_grillos_capos2.htm)

Giaccone, V. (2005). Hygiene and Health Features of "Minilivestock". En M. G. Paoletti, Ecological implications of minilivestock : potential of insects, rodents, frogs, and snails (pág. 648). Science Publishers.

Grabowski N, K. G. (2017). Microbiological analysis of raw edible insects. Journal of Insects as Food and Feed, 3(1), 7-14. doi:10.3920/JIFF2016.0004

IPIFF- good practises. (2019). *Guide on good Hygiene practises for EU producers of insects for food and feed*.

IPIFF- labels. (2019). *GUIDANCE the provision of food information to consumers Edible insect-based products*. Obtenido de <http://ipiff.org/wp-content/uploads/2019/07/PressRelease-FIC-Guidance-IPIFF-1-1.pdf>

INTI. (2019). *Informe interno. OBTENCIÓN DE FUENTES ALTERNATIVAS DE PROTEÍNAS A PARTIR DE INSECTOS COMESTIBLES PARA SU APLICACIÓN EN ALIMENTOS DE CONSUMO HUMANO*.

- Klunder H, W.-R. J. (2012). Microbiological aspects of processing and storage of edible insects. *Food Control*, 26(2), 628-631. doi:10.1016/j.foodcont.2012.02.013
- Kleespies R, H. A. (2008). Diseases of insects and other arthropods: Results of diagnostic research over 55 years. *Biocontrol Science and Technology*, 18(5), 439-484. doi:10.1080/09583150802011618
- Koppelman, S. and Hefle, S. (2006) Detecting soy, fish and crustaceans in food. Chapter 15. In: *Detecting allergens in food*. Edited by Stef J. Koppelman and Sue L. Hefle. CRC Press. Pp 273-290
- Kouřimská L, Adámková A (2016) Nutritional and sensory quality of edible insects. *NFS Journal* 4, 22–26.
- Lenz, D.; Saubidet, P.; Chamorro, V.; Polenta, G.; Pazos, A.; Perez, C.; López, M. C.; Gallardo, G.. “Harina de insectos como fuente de proteína no convencional”. VII Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos. 2018
- Lopata, A. L. O’Hehir R. E. and Lehrer S. B. (2010). Shellfish allergy. *Clinical & Experimental Allergy*. 40: 850–858.
- Liu Z, Xia L, Wu Y, Xia Q, Chen J and Roux KH, 2009. Identification and characterization of an arginine kinase as a major allergen from silkworm (*Bombyx mori*) larvae. *International Archives of Allergy and Immunology*, 150, 8–14
- Marone, P. A. (2016). Food Safety and Regulatory Concerns. Insects as Sustainable Food Ingredients. Chapter 7. In: *Production, Processing and Food Applications*. Edited by Aaron T. Dossey, Juan A. Morales-Ramos and M. Guadalupe Rojas. Academic Press. Elsevier. Pp 203-221.
- Mézes, M. (2018). Food safety aspect of insects: a review. *Acta Alimentaria*, Vol. 47 (4), pp. 513–522. DOI: 10.1556/066.2018.47.4.15.
- Osimani A, G. C. (2017). Insight into the proximate composition and microbial diversity of edible insects marketed in the European Union. *European Food Research and Technology*, 243(7), 1157-1171.
- Rafael Ribeiro Soares Araújo, Tatiana Aparecida Ribeiro dos Santos Benfica, Vany Perpetua Ferraz, Eleonice Moreira Santosa. *Journal of Food Composition and Analysis* Volume 76, March 2019, Pages 22-26. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2018.11.005> Received 14 November 2017
- Roberto Koga y Fred García; Universidad Ricardo Palma, Facultad de Ciencias Biológicas URP / Lima-Perú. “Estudio del valor nutricional e identificación de los diferentes minerales que alberga el *Gryllus assimilis* (Orthoptera: Grillidae)”
- Rougé, P. Les allergènes croissants des insectes comestibles Cross-reacting allergens of edible insects. *Revue française d’allergologie* 56 (2016) 522–532
- Reuters. (2019). *Dutch firm generates buzz with big fly larvae farm*. <https://www.reuters.com/article/us-netherlands-insect-farm/dutch-firm-generates-buzz-with-big-fly-larvae-farm-idUSKCN1TC20Q>.

Rural Industries Research and Development Corporation, Australian Government. (2006). *Free-range Snail Farming in Australia*. <https://www.agrifutures.com.au/wp-content/uploads/publications/06-104.pdf>.

Rosa Machado C, T. R. (2019). Cricket powder (*Gryllus assimilis*) as a new alternative protein source for gluten-free breads. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 56. doi:10.1016/j.ifset.2019.102180

Schrögel, P, y Wätjen, W. (2019) Insects for Food and Feed-Safety Aspects Related to Mycotoxins and Metals. *Foods* 2019, 8, 288; doi:10.3390/foods8080288

Srinroch, C., Srisomsap, C., Chokchaichamnankit, D., Punyarit, P., and Phiriyangkul, P. (2015). Identification of novel allergen in edible insect, *Gryllus bimaculatus* and its cross-reactivity with *Macrobrachium* spp. *Allergens Food Chemistry* 184. 160–166

Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. (Ministerio de Agroindustria). *Buenas Prácticas de Manejo y Utilización de Cama de Pollo y Guano*. [http://www.minagri.gob.ar/sitio/areas/aves/informes/otros/\\_archivos//151216\\_Buenas%20Practicas%20de%20Manejo%20y%20Utilizacion%20de%20Cama%20de%20Pollo%20y%20Guano%20de%20Gallina.pdf](http://www.minagri.gob.ar/sitio/areas/aves/informes/otros/_archivos//151216_Buenas%20Practicas%20de%20Manejo%20y%20Utilizacion%20de%20Cama%20de%20Pollo%20y%20Guano%20de%20Gallina.pdf).

SENASA. (RS 617/02). 18/7/2002. B.O.: 24/7/2002. *Requisitos, condiciones y procedimientos para la habilitación técnica de laboratorios que posean bioterios de producción, mantenimiento y local de experimentación*.

Van Broekhoven, S.; Doan, Q.H.T.; van Huis, A.; van Loon, J.J.A. (2014) Exposure of tenebrionid beetle larvae to mycotoxin-contaminated diets and methods to reduce toxin levels. *Proc. Neth. Entomol. Soc. Meet.* 25, 47–58.

Van der Fels-Klerx, H.J.; Camenzuli, L.; van der Lee, M.K.; Oonincx, D.G. (2016) Uptake of Cadmium, Lead and Arsenic by *Tenebrio molitor* and *Hermetia illucens* from Contaminated Substrates. *PLoS ONE* 11, e0166186.

Vandeweyer, D.; Wynants, E.; Crauwels, S.; Verreth, C.; Viaene, N.; Claes, J.; Lievens, B.; van Campenhout, L. (2018) Microbial Dynamics during Industrial Rearing, Processing, and Storage of Tropical House Crickets (*Gryllobates sigillatus*) for Human Consumption. *Appl. Environ. Microbiol.* 84, e00255-18.

Van Huis A, v. G. (2014). *The Insect Cookbook: Food for a Sustainable Planet*. New York: Columbia University Press. p191.