UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOMAS DE ZAMORA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Carrera:

Licenciatura en Gestión de la Calidad e Inocuidad de los Alimentos

Trabajo final de Grado:

“Efecto del reemplazo de una fuente proteica convencional por polvo de larva de *Tenebrio molitor* en snacks tipo *pancake* y propuesta de incorporación al Código Alimentario Argentino”

Victoria Cristina Haertel

Director: Luciano Montenegro Gallazzi

Lomas de Zamora, septiembre 2026

"Las opiniones expresadas por el autor de este Trabajo no representan necesariamente los criterios de la Carrera de Licenciatura en Gestión de la Calidad e Inocuidad de los Alimentos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Lomas de Zamora".

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
I. INTRODUCCIÓN	10
II. OBJETIVOS	12
2.1. Objetivos Eje 1. Evaluación nutricional	12
2.2. Objetivos Eje 2. Análisis técnico-científico y regulatorio	12
III. EJE 1: EVALUACIÓN NUTRICIONAL	13
3.1. Metodología de trabajo	13
3.1.1. Caracterización nutricional de las materias primas proteicas	13
3.1.1.1. Concentrado de Proteína de Suero (WPC 35)	13
3.1.1.2. Polvo de larvas de *Tenebrio molitor*	14
3.1.1.3. Comparación Composicional	16
3.1.2. Definición de la matriz del alimento y diseños de formulaciones	17
3.1.2.1. Selección y justificación de la matriz (*pancake*)	17
3.1.2.2. Definición de tratamientos y justificación de las dosis	17
3.1.2.3. Composición de las mezclas	17
3.1.3. Estimación del aporte nutricional por balance de materia	18
3.2. Resultados	18
3.2.1. Composición centesimal y perfil nutricional	18
3.2.1.1. Variaciones en la composición centesimal	18
3.3. Conclusión	22
IV. EJE 2: ANÁLISIS TÉCNICO-CIENTÍFICO Y REGULATORIO	23
4.1. Metodología de trabajo	23
4.2. Resultados	23
4.2.1. Descripción general del producto	23
4.2.1.1. Denominación propuesta	23
4.2.1.2. Categoría alimentaria propuesta	24
4.2.1.3. Definición del producto	24
4.2.1.4. Justificación de la incorporación al Código Alimentario Argentino	24
4.2.1.5. Identificación del ingrediente	25
4.2.2. Composición	26
4.2.2.1. Composición cualitativa y cuantitativa	26
4.2.2.2. Materia prima	26
4.2.2.3. Aditivos y coadyuvantes tecnológicos	27
4.2.3. Proceso de elaboración	27
4.2.3.1. Diagrama de flujo de elaboración y descripción de etapas	27
4.2.3.2. Determinación de los Puntos Críticos de Control (PCC)	33
4.2.4. Información técnica	34
4.2.4.1. Composición nutricional y perfiles analíticos	34
4.2.4.2. Especificaciones	35
4.2.5. Condiciones de almacenamiento y vida útil	36
4.2.6. Criterios de inocuidad y microbiológicos	37

4.2.6.1. Parámetros microbiológicos 37
4.2.6.2. Metales pesados 37
4.2.6.3. Micotoxinas 38
4.2.6.4. Seguridad toxicológica 38
4.2.6.5. Factores antinutricionales 39
4.2.6.6. Usos propuestos y niveles orientativos de incorporación 39
4.2.6.7. Propuesta de rotulado 39
4.3. Conclusión 40
V. CONCLUSIÓN GENERAL 41
VI. BIBLIOGRAFIA 42
VII. ANEXO Fundamentación técnica para la determinación de los Puntos Críticos de Control (PCC) 48

ÍNDICE DE TABLAS

Descripción	Página
Tabla 1. Composición nutricional (g/100 g) de concentrado de proteína WPC 35. Tabla de elaboración propia con datos extraídos de Parra Huertas (2009) a partir de Foening y Luck (2002)	14
Tabla 2. Composición nutricional (g/100 g) de polvo de larva de Tenebrio molitor. Laenz et al., (2018)	15
Tabla 3. Perfil de aminoácidos (g/100 g) de polvo de larva de *Tenebrio molitor*. EFSA (2025)	15
Tabla 4. Perfil de ácidos grasos (%AG/total FAME) de la harina de larva de *Tenebrio molitor*. Noyens et al., (2024)	16
Tabla 5. Comparación cuantitativa de componentes nutricionales de WPC 35 y Polvo de larva de *Tenebrio molitor*. Elaboración propia.	16
Tabla 6. Composición cuantitativa de las formulaciones de los tratamientos evaluados. Elaboración propia.	18
Tabla 7. Composición centesimal y variación en masa fresca (g/100 g) de las formulaciones con sustitución progresiva de WPC 35 por harina de *Tenebrio molitor*. Elaboración propia.	19
Tabla 8. Contenido de aminoácidos aportados por la harina de *Tenebrio molitor* en las formulaciones T1 y T2. Elaboración propia.	20
Tabla 9. Perfil de ácidos grasos del lípido de *Tenebrio molitor* y aporte estimado en 100 g de producto para los tratamientos T1 y T2. Elaboración propia.	21
Tablas 10. Especificaciones Técnicas del polvo de larvas de *Tenebrio molitor*. Reglamento de Ejecución (UE) 2021/882.	36
Tabla 11. Especificaciones microbiológicas para el polvo de larvas de *Tenebrio molitor*. Reglamento de Ejecución (UE) 2021/882.	37
Tabla 12. Especificaciones de metales pesados para el polvo de larvas de *Tenebrio molitor*. Reglamento de Ejecución (UE) 2021/882.	38
Tabla 13. Límites máximos de aflatoxinas para el polvo de larvas de Tenebrio molitor. Reglamento de Ejecución (UE) 2021/882.	38
Tabla 14. Comparación de las cantidades de aminoácidos esenciales del polvo de larva de Tenebrio molitor según las condiciones establecidas en la Tabla I del Capítulo V del CAA. Elaboración propia.	

TABLA DE ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

Abreviatura/Acrónimo	Significado
AAFCO	Association of American Feed Control Officials (Asociación Estadounidense de Oficiales Controladores de Alimentos para Animales).
ADF	Acid Detergent Fiber (Fibra Detergente Ácida).
ADL	Acid Detergent Lignin (Lignina Detergente Ácida).
AFNOR	Association Française de Normalisation (Asociación Francesa de Normalización).
AG	Ácido Graso.
AOAC	Association of Official Agricultural Chemists / AOAC International (Asociación de Químicos Analíticos Oficiales).
aw	Actividad de agua (water activity).
CAA	Código Alimentario Argentino.
DFI	Departamento Federal del Interior (Suiza).
EFSA	European Food Safety Authority (Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria).
FAME	Fatty Acid Methyl Esters (Ésteres Metílicos de Ácidos Grasos).
FAO	Food and Agriculture Organization (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura).
GC-FAME	Gas Chromatography - Fatty Acid Methyl Esters (Cromatografía de Gases acoplada a Ésteres Metílicos de Ácidos Grasos).
HACCP	Hazard Analysis and Critical Control Points (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control).
HPLC-FLD	High-Performance Liquid Chromatography with Fluorescence Detection (Cromatografía Líquida de Alta Resolución con Detección por Fluorescencia).
ICP-MS	Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (Espectrometría de Masas con Plasma Acoplado Inductivamente).
INTA	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
INTI	Instituto Nacional de Tecnología Industrial.
ISO	International Organization for Standardization (Organización Internacional de Normalización).
LC-MS/MS	Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry (Cromatografía Líquida con Espectrometría de Masas en Tándem).
NC	No Contiene / No Corresponde.
NDA	Panel sobre Nutrición, Nuevos Alimentos y Alérgenos Alimentarios (EFSA Panel on Nutrition, Novel Foods and Food Allergens).

OSAV	Office Fédéral de la Sécurité Alimentaire et des Affaires Vétérinaires (Oficina Federal de Seguridad Alimentaria y Veterinaria - Suiza).

Abreviatura/Acrónimo	Significado
p/p	Peso en Peso (porcentaje en masa).
PCC	Punto Crítico de Control.
SARA	Sistema de Análisis y Registro de Alimentos (Tabla de composición de alimentos).
SENASA	Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria.
UFC	Unidades Formadoras de Colonias.
UE	Unión Europea.
UNLZ	Universidad Nacional de Lomas de Zamora.
UV	Ultravioleta.
WPC / WPC 35	Whey Protein Concentrate (Concentrado de Proteína de Suero al 35 %).

Resumen

El presente trabajo aborda el uso del polvo de larvas de *Tenebrio molitor* como fuente proteica alternativa y su potencial incorporación como ingrediente al Código Alimentario Argentino (CAA). El estudio se estructuró en dos ejes complementarios. En el Eje 1 se evaluó teóricamente el impacto nutricional de la sustitución parcial y total del concentrado de proteína de suero WPC 35 por polvo de larva de *Tenebrio molitor* en una formulación de snack tipo *pancake*. A partir de información bibliográfica, se estimó la composición centesimal y se analizaron las variaciones en proteínas, lípidos, carbohidratos, quitina, aminoácidos y ácidos grasos. El reemplazo progresivo del WPC 35 permitió estimar un incremento de la proteína bruta y materia grasa, aportando aminoácidos esenciales tales como leucina, lisina y valina, acompañado por una mayor contribución de ácidos grasos insaturados, particularmente ácido oleico y linoleico. Se observó además una disminución de la fracción de carbohidratos disponibles, asociada a la reducción de lactosa y a la incorporación de quitina como componente de baja digestibilidad. En el Eje 2 se realizó una revisión documental de antecedentes científicos, técnicos y regulatorios nacionales e internacionales, orientada a la elaboración de una propuesta de dosier técnico-científico para fundamentar la eventual incorporación del ingrediente al CAA. Se integraron aspectos relacionados con identidad, composición, materia prima, proceso de elaboración, especificaciones fisicoquímicas y microbiológicas, contaminantes, conservación, usos propuestos, potencial alergénico y rotulado. Los resultados permitieron estructurar una propuesta integral sustentada en la evidencia disponible. Ambos ejes desarrollados poseen carácter teórico y requieren tanto validación experimental como evaluación de la autoridad sanitaria competente para su eventual aplicación.

Palabras clave: *Tenebrio molitor*; fuente proteica alternativa; polvo de insecto; composición nutricional; dosier técnico-científico.

Abstract

This study addresses the use of *Tenebrio molitor* larval powder as an alternative protein source and its potential incorporation as an ingredient into the Código Alimentario Argentino (CAA). It was structured into two complementary axes. In Axis 1, the nutritional impact of the partial and total replacement of WPC 35 (whey protein concentrate) with *Tenebrio molitor* larval powder in a pancake formulation was theoretically evaluated. Based on bibliographic information, the proximate composition was estimated, and variations in proteins, lipids, carbohydrates, chitin, amino acids, and fatty acids were analyzed. The progressive replacement of WPC 35 was estimated to increase crude protein and fat content, providing essential amino acids such as leucine, lysine, valine, together with a greater contribution of unsaturated fatty acids, particularly oleic and linoleic acids. A decrease in the available carbohydrate fraction was also estimated, associated with the reduction in lactose and the incorporation of chitin as a low-digestibility component. In Axis 2, a documentary review of national and international scientific, technical, and regulatory sources was conducted to develop a proposal for a technical-scientific dossier supporting the potential incorporation of the ingredient into the CAA. Aspects related to identity, composition, raw material, manufacturing process, physicochemical and microbiological specifications, contaminants, storage, proposed uses, allergenic potential, and labeling were integrated. The analysis supported the development of a comprehensive proposal based on the available evidence. Both axes are theoretical in nature and require experimental validation and evaluation by the competent health authority for potential regulatory consideration and implementation.

Keywords: *Tenebrio molitor*; alternative protein source; insect powder; nutritional composition; technical-scientific dossier.

I. INTRODUCCIÓN

El crecimiento sostenido de la población mundial, el aumento de la demanda de alimentos y la necesidad de avanzar hacia sistemas alimentarios más sostenibles han impulsado la búsqueda de fuentes alternativas de proteínas destinadas al consumo humano. En este escenario, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura destaca a los insectos comestibles como una alternativa de creciente interés para la comunidad científica y la industria, debido a su elevado contenido proteico, su aporte de aminoácidos esenciales y las ventajas ambientales asociadas a su producción (FAO, 2013).

Además de sus características nutricionales, la utilización de insectos se vincula estrechamente con el desarrollo de modelos de economía circular. La capacidad de ciertas especies para convertir sustratos orgánicos y subproductos agroalimentarios en biomasa de alto valor biológico mediante procesos de bioconversión representa una estrategia orientada al aprovechamiento eficiente de recursos, la reducción de pérdidas y la generación de ingredientes con valor agregado. De este modo, la producción de insectos contribuye al desarrollo de sistemas productivos más sostenibles e integrados (FAO, 2013).

Paralelamente, las tendencias actuales de consumo en Argentina reflejan un creciente interés por la composición nutricional de los alimentos. Al respecto, un estudio de mercado llevado a cabo por la consultora internacional Kantar Group señala que el 69 % de los hogares argentinos selecciona alimentos considerando ingredientes y beneficios específicos, mientras que las proteínas se encuentran entre los componentes más buscados, con un 42 % de las menciones (Kantar, 2025). Este escenario favorece el desarrollo de formulaciones que permitan complementar o sustituir fuentes proteicas convencionales utilizadas en la industria alimentaria.

Entre las proteínas convencionales utilizadas en la industria alimentaria se encuentra el concentrado de proteína de suero al 35 % (WPC 35, por sus siglas en inglés *Whey Protein Concentrate*), obtenido a partir del lactosuero mediante procesos de separación y concentración (INTI, 2023). Este ingrediente es valorado por su elevada calidad proteica, su aporte de aminoácidos esenciales y sus propiedades funcionales y tecnológicas. Como alternativa de origen no lácteo, el polvo obtenido a partir de larvas de *Tenebrio molitor* presenta un contenido proteico significativo y aporta aminoácidos esenciales, además de lípidos en los que predominan los ácidos grasos insaturados (Chamorro et al., 2023; Ramos Lazo, 2021).

Desde la perspectiva del impacto ambiental, la producción de insectos ha despertado un creciente interés como alternativa para el desarrollo de sistemas alimentarios más sostenibles, debido a su potencial para requerir menores superficies de producción y un uso más eficiente de determinados recursos en comparación con la producción ganadera convencional.

En términos regulatorios, el uso de polvo de larva de *Tenebrio molitor* en la alimentación humana se encuentra en distintas etapas según la región. En Argentina, si bien el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) contempla la producción de insectos para nutrición animal, el ingrediente aún no está autorizado en el Código Alimentario Argentino (CAA). Por el contrario, la Unión Europea ya ha avalado comercialmente diversas

presentaciones del insecto tras su evaluación como *Novel Food* por parte de la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA, 2021; Comisión Europea, 2021).

En este contexto y para explorar el potencial de un nuevo ingrediente en el país, el presente trabajo se estructura en dos ejes que, si bien abordan temas distintos, se relacionan entre sí:

- Eje 1. Evaluación nutricional: analizar teóricamente el impacto de la sustitución parcial y total de una fuente proteica convencional (WPC 35) por polvo de larva *Tenebrio molitor* sobre la composición proximal, el perfil de aminoácidos esenciales y la calidad lipídica en una matriz alimentaria de snack tipo *pancake*.

- Eje 2. Análisis técnico-científico y regulatorio: estructurar una propuesta de dosier técnico-científico de carácter académico para analizar los requisitos y la información necesaria para una eventual incorporación del polvo de larva *Tenebrio molitor* al Código Alimentario Argentino (CAA).

La articulación de ambos ejes permite medir el impacto nutricional de la formulación y fundamentar su eventual inclusión regulatoria. Cada sección detalla los objetivos, la metodología empleada y los hallazgos correspondientes.

Cabe aclarar que, en la literatura científica, técnica y normativa consultada las denominaciones “polvo” y “harina” de larva se utilizan indistintamente para referirse al mismo ingrediente obtenido bajo procedimientos análogos de deshidratación y molienda de larvas. A los fines del presente trabajo, ambos términos se consideran equivalentes.

Por último, el alcance de este estudio se limita al análisis sistemático de la literatura científica, bases de datos composicionales y antecedentes regulatorios disponibles, sin contemplar la realización de ensayos experimentales con polvo de larva *Tenebrio molitor* ni la presentación efectiva de la documentación ante la autoridad sanitaria. En este marco, se espera que el análisis nutricional y la estructura documental desarrollada aporten información de interés para el ámbito académico, contribuyendo a la discusión técnica sobre el potencial de las proteínas alternativas y los requisitos para su eventual incorporación al marco normativo argentino.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivos Eje 1. Evaluación nutricional

Objetivo principal:

Evaluar de manera teórica, el impacto nutricional de la sustitución parcial y total del WPC 35 por polvo de larva *Tenebrio molitor* como fuente proteica alternativa.

Objetivos específicos:

-Caracterizar, a partir de la información bibliográfica y técnico-científica disponible, la composición nutricional del concentrado de proteína de suero (WPC 35) y del polvo de larva *Tenebrio molitor*.

-Estimar y comparar teóricamente la composición centesimal de la formulación del *pancake* bajo diferentes niveles de sustitución de WPC 35 por polvo de larva *Tenebrio molitor* (0%, 50% y 100%).

-Analizar las variaciones esperadas en el perfil nutricional considerando composición centesimal, y evaluando el aporte de perfiles de ácidos grasos, aminoácidos y carbohidratos de baja digestibilidad derivados del reemplazo del WPC 35 por polvo de larva *Tenebrio molitor*, a partir de datos reportados en la literatura científica.

2.2. Objetivos Eje 2. Análisis técnico-científico y regulatorio

Objetivo principal**:**

Analizar los requisitos técnico-científicos y regulatorios necesarios para promover una eventual incorporación del polvo de larva *Tenebrio molitor* destinado al consumo humano al Código Alimentario Argentino, mediante la elaboración de una propuesta de memoria técnica.

Objetivos específicos:

- Identificar los requisitos técnicos, científicos y documentales aplicables a la incorporación de nuevos ingredientes alimenticios al Código Alimentario Argentino.

- Recopilar y analizar la información bibliográfica y técnico-científica disponible sobre el polvo de larva *Tenebrio molitor* destinado al consumo humano.

- Organizar la información disponible sobre la identidad, composición, proceso de elaboración, características fisicoquímicas, inocuidad y especificaciones del producto, de acuerdo con los requisitos identificados.

- Elaborar una propuesta de dosier técnico-científico de carácter académico que integre la información disponible, considerando las disposiciones vigentes para evaluar su adecuación ante una eventual solicitud de incorporación al Código Alimentario Argentino.

III. EJE 1: EVALUACIÓN NUTRICIONAL

3.1. Metodología de trabajo

3.1.1. Caracterización nutricional de las materias primas proteicas

Con el objetivo de evaluar el impacto de la sustitución proteica, se caracterizaron los dos insumos de estudio: el concentrado de proteína de suero (WPC 35) como referencia convencional y el polvo de larvas de *Tenebrio molitor* como alternativa no convencional.

3.1.1.1. Concentrado de Proteína de Suero (WPC 35)

El WPC 35 (*Whey Protein Concentrate 35*) es un concentrado de proteínas de suero obtenido a partir del lactosuero, fracción líquida resultante de la coagulación y separación de la cuajada durante la elaboración de quesos. Su denominación hace referencia a un producto con aproximadamente 35 % de proteína, que además conserva cantidades variables de lactosa, materia grasa y minerales.

La obtención del WPC 35 se realiza mediante procesos de separación por membranas, principalmente ultrafiltración. Durante este proceso, las proteínas del lactosuero son retenidas mayoritariamente en el concentrado, mientras que parte del agua, la lactosa y los minerales atraviesan la membrana. El concentrado obtenido posteriormente es secado para obtener el producto en polvo.

Entre sus propiedades funcionales se destacan la solubilidad, la capacidad de retención de agua, la emulsificación, la formación de espuma y la gelificación. Estas características permiten su utilización como ingrediente en diversos productos alimenticios, entre ellos productos lácteos, bebidas, productos de panificación, confitería y alimentos formulados.

En la formulación estudiada, el WPC 35 constituye la fuente proteica de referencia.

Tabla 1. Composición nutricional (g/100 g) de concentrado de proteína WPC 35

Componente nutricional	**g/100 g (*)**
Proteínas	34,7
Lípidos totales	3,9
Carbohidratos	51,3
Cenizas	6,5
Humedad	3,7
Fibra alimentaria	NC

NC: No contiene.

NOTA: Tabla de elaboración propia con datos extraídos de Parra Huertas (2009) a partir de Foening y Luck (2002). (*) Los valores de WPC 35 presentados en la tabla representan los datos promedios puntuales reportados.

3.1.1.2. Polvo de larvas de *Tenebrio molitor*

El polvo de larva de *Tenebrio molitor* (coleóptero conocido comúnmente como “gusano de la harina”) constituye un alimento de elevada densidad nutricional.

Su obtención se realiza a partir del procesamiento integral de las larvas enteras mediante una secuencia de escaldado, deshidratación y molienda para la obtención de un producto seco.

En cuanto a su composición general, esta matriz destaca principalmente por un elevado contenido proteico con un perfil completo de aminoácidos esenciales, acompañado por una fracción lipídica rica en ácidos grasos insaturados. Contiene además quitina, un polisacárido estructural del exoesqueleto larval, de baja digestibilidad y con características funcionales asociadas a la fracción no digerible del alimento junto con una baja proporción de carbohidratos solubles y un aporte mineral (cenizas) compuesto por micronutrientes como hierro, zinc y fósforo, variando estas proporciones según la alimentación de la larva y las condiciones del proceso.

El polvo de larva de *Tenebrio molitor* encuentra un amplio uso en la industria alimentaria de aquellos países en donde su uso se encuentra habilitado como ingrediente para incrementar el valor nutricional en panificados, pastas, barritas energéticas y análogos cárnicos.

Es importante aclarar que este insumo no está incluido actualmente en el Código Alimentario Argentino (CAA) como alimento apto para consumo humano. Sin embargo, su producción, procesamiento y consumo como alimento se encuentran aprobados en otros mercados internacionales de referencia.

Tabla 2. Composición nutricional (g/100 g de polvo de larva de *Tenebrio molitor)*.

Componente	**g/100 g**
Proteína bruta	40,30 ± 0,10
Lípidos totales	28,47 ± 0,81
Carbohidratos[1]	7.01 ± 0,10
Quitina	15,50 ± 0,50
Humedad	5,34 ± 0,17
Cenizas	3,45 ± 0,02

[1]Fracción estimada por diferencia. Se presenta la media ± desvío estándar
Fuente: Laenz *et al.*(2018)

Tabla 3. Perfil de aminoácidos (g/100 g de polvo de larva de *Tenebrio molitor)*.

Aminoácido	**Contenido**
Lisina	3,06
Leucina	3,84
Histidina	1,62
Valina	3,22
Fenilalanina	1,93
Isoleucina	2,25
Metionina	0,63
Treonina	2,11
Triptófano	0,60
Tirosina	3,52
Cisteína	0,42

Fuente: EFSA, 2025

Tabla 4. Perfil de ácidos grasos (%AG/total FAME) de la harina de larva de *Tenebrio molitor.*

Ácido graso	Promedio	Intervalo observado
C12:0	0,27	0,20–0,33
C14:0	3,44	2,77–4,08
C15:0	0,22	0,17–0,28
C16:0	17,66	16,37–18,34
C16:1	2,76	1,95–3,81
C16:2	0,38	0,31–0,40
C17:0	0,25	0,20–0,29
C18:0	3,93	3,10–4,66
C18:1	37,68	32,68–41,16
C18:2	31,62	27,44–37,27
C18:3	1,76	1,11–2,14
C20:0	0,13	0,00–0,18

Fuente: Noyens *et al.,* (2024)

3.1.1.3. Comparación Composicional

La siguiente tabla comparativa sintetiza los datos composicionales de ambos insumos, los cuales sirvieron como base cuantitativa para calcular la composición centesimal de las formulaciones mediante balance de masa.

Tabla 5. Comparación cuantitativa de componentes nutricionales de WPC 35 y Polvo de larva larva de *Tenebrio molitor*.

Componente nutricional	WPC 35 (g/100 g) (1)	Polvo de larva larva de *Tenebrio molitor* (g/100 g) (2)
Proteínas	34,7	40,3
Lípidos totales	3,9	28,5
Carbohidratos	51,3	7,0
Cenizas	6,5	3,4
Humedad	3,7	5,3
Fibra alimentaria	NC	15,5 (**)

NC : No contiene
(**) Se considera Quitina
NOTA: Se recopilaron los valores promedios representativos de cada insumo con fines comparativos y para la ejecución de los cálculos correspondientes. Fuentes: (1) Parra Huertas (2009) a partir de Foegeding & Luck, 2002 para WPC 35. (2) Laenz et al. (2018) para polvo de larva *Tenebrio molitor*.

3.1.2. Definición de la matriz del alimento y diseños de formulaciones

3.1.2.1. Selección y justificación de la matriz (*pancake*)

El *pancake* es un alimento de masa cruda fluida, elaborado tradicionalmente a base de harina, leche, huevo y un agente leudante, cuya cocción se realiza en sartén por un período breve. Su elección para este desarrollo responde a las siguientes consideraciones:

-Demanda *fitness* y perfil funcional: El *pancake* es un alimento ampliamente consumido en el ámbito deportivo y de vida saludable gracias a su perfil nutricional superior. Su formato práctico, portátil y de fácil consumo lo convierte en el vehículo ideal para la incorporación de proteínas de alta calidad.

-Aceptación y neofobia: Al ser una matriz dulce y cocida, podría enmascarar el sabor y el aspecto del polvo de larva del insecto, reduciendo el rechazo visual u organoléptico.

-Procesamiento sencillo: Su elaboración es un proceso simple, en el cual se utilizan utensilios cotidianos, requiere de poco tiempo de preparación, temperaturas moderadas y no exige etapas complejas.

3.1.2.2. Definición de tratamientos y justificación de las dosis

Se definió un diseño con tres tratamientos según el nivel de sustitución del concentrado de proteína de suero WPC 35 por polvo de larva *Tenebrio molitor*:

- Testigo (T0) – 0% de sustitución de WPC 35 sobre la masa total cruda: Formulación base sin adición del polvo de larva *Tenebrio molitor.*
- Tratamiento 1 (T1) - 3,5% de sustitución sobre masa total cruda: Sustitución del 50% del WPC 35 por polvo de larva *Tenebrio molitor.*
- Tratamiento 2 (T2) - 7,1% de sustitución sobre masa total cruda: Sustitución del 100% del WPC 35 por polvo de larva *Tenebrio molitor.*

La dosis de reemplazo elegida se fundamenta en definir los porcentajes directamente sobre la masa total de la mezcla, usando como referencia los límites de aceptación que reportan antecedentes bibliográficos. Con la información de referencia, se eligieron dosis del 3,5% y 7,1% para mantenerse dentro de los niveles que la bibliografía señala como aceptables para el consumidor, evitando los porcentajes más altos donde ya se genera rechazo sensorial (Mazurek et al., 2023).

3.1.2.3. Composición de las mezclas

Las proporciones cuantitativas de los ingredientes utilizados para la elaboración de la mezcla de *pancakes* en cada tratamiento se detallan en la siguiente tabla. El peso total de la formulación en

estado húmedo se mantuvo constante en 282 g para todos los tratamientos, garantizando la comparabilidad de las muestras.

Tabla 6. Composición cuantitativa de las formulaciones de los tratamientos evaluados.

Ingrediente	T0 (g)	T1 (g)	T2 (g)
Harina de trigo 0000	100	100	100
Agua	100	100	100
Huevo líquido entero (1 unidad)	50	50	50
Polvo de larva hornear	2	2	2
Azúcar	10	10	10
WPC 35%	20	10	0
Polvo de larva de *Tenebrio molitor*	0	10	20
Masa total	282	282	282
Inclusión de polvo de larva Tenebrio molitor en masa húmeda (%)	0,0	3,5	7,1
Nivel de sustitución de WPC 35 (%)	0	50	100

3.1.3. Estimación del aporte nutricional por balance de materia

La composición centesimal teórica de las formulaciones se estimó en base húmeda a partir de tablas de composición de alimentos (SARA) e información bibliográfica para el Concentrado de Proteína de Suero (Parra Huertas, R. A,2009) y la harina de *Tenebrio molitor* (Laenz et al., 2018)

3.2. Resultados

3.2.1. Composición centesimal y perfil nutricional

Los resultados se presentan mediante un análisis individual por nutriente, evaluando el impacto de la sustitución de WPC 35 por polvo de *Tenebrio molitor* en las formulaciones T0, T1 y T2.

3.2.1.1. Variaciones en la composición centesimal

En la siguiente tabla se consolidan los resultados del cálculo del aporte nutricional bruto para las tres formulaciones estudiadas (T0, T1 y T2), determinado a partir de la masa húmeda de cada una.

Tabla 7. Composición centesimal y variación en masa fresca (g/100 g) de las formulaciones con sustitución progresiva de WPC 35 por harina de *Tenebrio molitor*.

Componente	**T0 (%)**	**T1 (%)**	**Diferencia T1 respecto a T0 g/100 g**	**T2 (%)**	**Diferencia T2 respecto a T0 g/100 g**
Agua	53,61	53,66	+0,05	53,72	+0,11
Proteína bruta	8,24	8,44	+0,20	8,64	+0,40
Lípidos totales	2,60	3,47	+0,87	4,34	+1,74
Carbohidratos	32,18	30,61	-1,57	29,03	-3,15
Quitina	0,00	1,97	+1,97	2,52	+2,52
Cenizas	1,31	1,20	-0,11	1,09	-0,22

NOTA: El total calculado por suma de ingredientes (99,35 % ± 0,01 %) responde a la sumatoria individual de los nutrientes reportados en las tablas de referencia oficiales para los ingredientes base. Para preservar la trazabilidad de los datos, se mantuvieron los valores primarios reportados, sin efectuar ajustes por diferencia.

Proteína bruta: La proteína bruta aumentó al reemplazar el concentrado de suero por polvo de larva de *Tenebrio molitor*, pasando de 8,24% en T0 a 8,44% en T1 y 8,64% en T2. Esto representa un incremento absoluto de 0,20 g/100 g en T1 y de 0,40 g/100 g en T2. Este resultado confirma que la incorporación del polvo de larva permite sustituir el WPC 35 incrementando la densidad proteica total de la mezcla.

Al observar un aumento proteico en los tratamientos T1 y T2, se cuantificó el aporte específico de aminoácidos esenciales introducidos por el polvo de larva de *Tenebrio molitor,* tomándose el contenido de proteína promedio de 5 lotes de polvo provenientes de un mismo tipo de producto comercial (polvo de larva entera), bajo un mismo proceso industrial estandarizado (EFSA, 2025).

Tabla 8. Contenido de aminoácidos aportados por la harina de *Tenebrio molitor* en las formulaciones T1 y T2.

Aminoácido (AA)	Contenido g AA/100 g de polvo de larva	Aporte en T1 (g/100 g)	Aporte en T2 (g/100 g)
Lisina	3,06	0,044	0,087
Leucina	3,84	0,055	0,110
Histidina	1,62	0,023	0,046
Valina	3,22	0,046	0,092
Fenilalanina	1,93	0,028	0,055
Isoleucina	2,25	0,032	0,064
Metionina	0,63	0,009	0,018
Treonina	2,11	0,030	0,060
Triptófano	0,60	0,009	0,017
Tirosina	3,52	0,050	0,101
Cisteína	0,42	0,006	0,012

Nota: Los valores se expresan en g/100 g de masa fresca.

La sustitución de WPC 35 por harina de *Tenebrio molitor,* además de incrementar la concentración de proteína bruta, enriquece cualitativamente la matriz mediante el aporte de aminoácidos esenciales. Los tratamientos T1 y T2 muestran un incremento gradual en aminoácidos.

Carbohidratos: Los Carbohidratos disponibles registraron la mayor reducción absoluta de toda la formulación, descendiendo de 32,18% en T0 a 30,61% en el Tratamiento 1 (T1) y 29,03% en el Tratamiento 2 (T2). Esto representa una disminución de 1,57 g/100 g en el primer nivel de sustitución y de 3,15 g/100 g en el segundo. Esta reducción de la fracción glucídica responde al reemplazo de los azúcares simples del concentrado de suero (principalmente lactosa) por la harina de insecto, de menor contenido en azúcares solubles digeribles.

Quitina: La fracción analizada mostró un incremento progresivo a 1,97% en el T1 y 2,52% en el Tratamiento T2. Esto representa un aumento absoluto de 0,55 g/100 g y 1,10 g/100 g, respectivamente. En las formulaciones sustituidas el incremento responde al aporte de quitina del exoesqueleto de la larva de *Tenebrio molitor*, la cual actúa funcionalmente como una fibra insoluble de origen animal.

Cenizas: Las cenizas mostraron una leve reducción progresiva, descendiendo de 1,31% en T0 a 1,20% en T1 y 1,09% en el T2, lo que equivale a un descenso de 0,11 g/100 g y de 0,22 g/100 g respectivamente. Esta pequeña disminución en el contenido mineral total se explica por el mayor

aporte de cenizas del concentrado de suero WPC 35, rico en minerales lácteos en comparación con el polvo de larva de *Tenebrio molitor*.

Lípidos totales: Los lípidos totales mostraron el mayor incremento absoluto entre todos los macronutrientes, ascendiendo de 2,60% en T0 a 3,47% en T1 y 4,34% en T2. Esto representa un aumento de 0,87 g/100 g y de 1,74 g/100 g respectivamente. La materia grasa se incrementa debido al aporte lipídico propio de la larva del insecto frente al perfil del concentrado de suero.

Al constatar el incremento en la fracción lipídica total, se discriminó el aporte individual de cada ácido graso (saturados, monoinsaturados y poliinsaturados) aportado por el perfil de ésteres metílicos de ácidos grasos (FAME) reportado por Noyens et al. (2024). Los resultados del perfil lipídico del *polvo de Tenebrio molitor* y su correspondiente extrapolación en gramos de ácido graso por cada 100 g de masa fresca se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 9. Perfil de ácidos grasos del lípido de Tenebrio molitor y aporte estimado en 100 g de producto para los tratamientos T1 y T2.

Ácido graso	% AG/total FAME promedio	Aporte en T1 (mg/100 g)	Aporte en T2 (mg/100 g)
C12:0	0,27	2,7	5,5
C14:0	3,44	34,8	69,5
C15:0	0,22	2,2	4,4
C16:0	17,66	178,5	357,0
C16:1	2,76	27,9	55,8
C16:2	0,38	3,8	7,7
C17:0	0,25	2,5	5,1
C18:0	3,93	39,7	79,4
C18:1	37,68	380,8	761,6
C18:2	31,62	319,6	639,1
C18:3	1,76	17,8	35,6
C20:0	0,13	1,3	2,6

Dado que el concentrado de proteína de suero WPC 35 es un ingrediente bajo en grasa, el aumento presente en los tratamientos T1 y T2 proviene casi en su totalidad del aporte que realiza el polvo de larva del insecto.

De acuerdo a los resultados reportados en la tabla más del 73% de los lípidos incorporados corresponde a ácidos grasos insaturados. El componente mayoritario es el ácido oleico (C18:1, monoinsaturado), representando un 37,68 % de la grasa del insecto y aportando 380,8 mg/100 g en T1 y 761,6 mg/100 g en T2. En segundo lugar, se ubica el ácido linoleico (C18:2, poliinsaturado esencial) con un 31,62 %, aportando 319,6 mg/100 g T1 y 639,1 mg/100 g T2. Por su parte, la fracción saturada se encuentra liderada por el ácido palmítico (C16:0) 17,66 %, con un aporte a la masa fresca de 178,5 mg/100 g y 357 mg/100 g para T1 y T2, respectivamente.

3.3. Conclusión

Al realizar la sustitución del concentrado de suero (WPC 35) por polvo de larva de *Tenebrio molitor* se observa una modificación en el perfil nutricional del *pancake* respecto a la formulación base con la fuente proteica tradicional.

- Proteínas y aminoácidos: Se observa un aumento de la proteína bruta estimada de la formulación al sustituir el WPC 35 por polvo de larva de *Tenebrio molitor*. Este resultado debe interpretarse considerando que la determinación de proteína bruta mediante el método de Kjeldahl cuantifica el nitrógeno total de la muestra, incluyendo fracciones de nitrógeno no proteico asociadas a la quitina. Por lo tanto, el incremento observado no debe interpretarse exclusivamente como un aumento de proteína verdadera. Asimismo, la incorporación de polvo de larva de *Tenebrio molitor* modifica el perfil de aminoácidos de la formulación, con un aporte de aminoácidos esenciales entre los que se destacan leucina, valina y lisina.

- Lípidos: Se observa un aumento de la materia grasa total respecto de la formulación inicial, asociado a la incorporación de la fracción lipídica de *Tenebrio molitor*. Esta incorporación aporta una fracción de ácidos grasos predominantemente insaturados, en la que se destacan el ácido oleico (C18:1) y el ácido linoleico (C18:2), observándose un incremento de su aporte estimado conforme aumenta el nivel de sustitución en T1 y T2. Además, se identifica la presencia de C18:3, perteneciente a la fracción de ácidos grasos poliinsaturados.

- Carbohidratos y quitina: La sustitución de WPC 35 por polvo de *Tenebrio molitor* modifica la fracción glucídica de la matriz. Por un lado, reduce el aporte de azúcares simples (lactosa) derivados del suero y, por otro, incorpora quitina proveniente del exoesqueleto del insecto. Esta última actúa como un polisacárido estructural de baja digestibilidad que incrementa la fracción insoluble de la formulación final.

IV. EJE 2: ANÁLISIS TÉCNICO-CIENTÍFICO Y REGULATORIO

4.1. Metodología de trabajo

Para el desarrollo de este eje se utilizó un diseño metodológico basado en la revisión y el análisis documental, orientado a la elaboración de una propuesta de dosier técnico para fundamentar la eventual incorporación del "polvo de larva de *Tenebrio molitor*" al Código Alimentario Argentino (CAA).

En primer lugar, se analizó el marco regulatorio nacional a partir del reciente Decreto N° 697/2026 para alinear el proyecto con las competencias vigentes de control alimentario. Bajo este ordenamiento, se determinó que el dosier debería dirigirse a la Secretaria de Gestión Sanitaria dependiente del Ministerio de Salud, quien lleva ahora la conducción normativa de las actualizaciones del CAA.

En segundo lugar, se determinó la estructura y el contenido técnico del dosier, considerando los aspectos necesarios para caracterizar el ingrediente, su composición, proceso de elaboración, especificaciones de calidad e inocuidad, condiciones de conservación, usos propuestos y antecedentes científicos y regulatorios disponibles.

En tercer lugar, se realizó un relevamiento bibliográfico internacional que abarcó dictámenes de agencias de seguridad alimentaria, normativas globales y publicaciones científicas independientes. Esta información se utilizó para fundamentar y contrastar las especificaciones y propiedades nutricionales del polvo.

Finalmente, la información recopilada fue integrada y organizada para elaborar una propuesta técnica adaptada al contexto regulatorio argentino.

4.2. Resultados

A partir del análisis y la adaptación documental realizados, se presenta la propuesta consolidada del dosier técnico para la solicitud de incorporación del "polvo de larvas de *Tenebrio molitor"* al Código Alimentario Argentino (CAA).

4.2.1. Descripción general del producto

4.2.1.1. Denominación propuesta

Se propone la denominación "Polvo de larvas de *Tenebrio molitor*" para el producto obtenido a partir de larvas de dicha especie, sometidas a un tratamiento térmico, posterior deshidratación y molienda, destinado a ser empleado como ingrediente en alimentos de consumo humano.

4.2.1.2. Categoría alimentaria propuesta

Por sus características intrínsecas de origen y obtención, se propone su incorporación dentro de una categoría específica de ingredientes alimentarios derivados de insectos destinados al consumo humano.

4.2.1.3. Definición del producto

Se entiende por "Polvo de larvas de *Tenebrio molitor*" al producto obtenido a partir de larvas enteras de *Tenebrio molitor* L., criadas bajo condiciones de producción controladas y sometidas a un proceso de obtención que incluye etapas de escaldado, deshidratación y molienda, sin la adición de ingredientes, aditivos alimentarios ni coadyuvantes de tecnología.

4.2.1.4. Justificación de la incorporación al Código Alimentario Argentino

En los últimos años, la búsqueda de nuevas fuentes de nutrientes, principalmente proteínas, ha impulsado el estudio de ingredientes alternativos destinados a la alimentación humana. En este contexto, los insectos comestibles han adquirido interés debido a su eficiencia productiva y al potencial de reducir el uso relativo de determinados recursos naturales en comparación con algunas fuentes tradicionales de proteína (FAO, 2013).

Entre las especies estudiadas se encuentra *Tenebrio molitor*, cuyas larvas presentan un perfil nutricional caracterizado principalmente por su contenido de proteínas, lípidos y minerales (EFSA, 2025), y cuyas características permiten considerar su utilización como ingrediente en diferentes matrices alimentarias.

El valor nutricional se ve respaldado internacionalmente por rigurosas evaluaciones de inocuidad y aprobaciones normativas de agencias de referencia. Dichos antecedentes configuran la base técnica clave para fundamentar su viabilidad e incorporación al Código Alimentario Argentino (CAA) a través de la siguiente cronología regulatoria:

- 2017 (Suiza): La legislación alimentaria suiza incorporó a *Tenebrio molitor* en estadio larval entre las especies de insectos autorizadas como alimentos, bajo condiciones específicas aplicables a su producción e importación (OSAV, 2017).

- 2021 (Unión Europea): La Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) evaluó la seguridad de las larvas desecadas de *Tenebrio molitor* y concluyó que su consumo no plantea problemas de seguridad bajo las condiciones de uso propuestas (EFSA, 2021a). Asimismo, evaluó posteriormente las formas congeladas y desecadas de larvas enteras de *T. molitor* (EFSA, 2021b).

- 2022 (Unión Europea): La Comisión Europea autorizó la comercialización de larvas enteras de *Tenebrio molitor* en sus formas congelada, desecada y en polvo como nuevo alimento mediante el Reglamento de Ejecución (UE) 2022/169.

- 2023 (Canadá): Health Canada incorporó a su *List of Non-Novel Determinations* la harina rica en proteínas obtenida de larvas de *Tenebrio molitor*, indicando como fundamento la existencia de un historial de consumo seguro como alimento (Health Canada, 2023).

- 2023-2025 (Unión Europea): La EFSA evaluó la inocuidad de un polvo obtenido a partir de larvas enteras de *Tenebrio molitor* sometidas a tratamiento con radiación ultravioleta y concluyó que era seguro bajo los usos y niveles propuestos (EFSA, 2023). Posteriormente, la Comisión Europea autorizó su comercialización mediante el Reglamento de Ejecución (UE) 2025/89. Este antecedente corresponde específicamente a un producto sometido a tratamiento con radiación UV y se incorpora como referencia regulatoria adicional.

- 2025 (Unión Europea): La EFSA publicó una evaluación científica de las formas congelada, desecada y en polvo de *Tenebrio molitor*, considerando su composición, estabilidad, contaminantes y aspectos toxicológicos. El Panel concluyó que el consumo del nuevo alimento no plantea preocupaciones de seguridad bajo los usos y niveles propuestos (EFSA, 2025).

Estos antecedentes internacionales evidencian que *Tenebrio molitor* ha sido objeto de evaluaciones científicas y regulatorias específicas para su utilización como alimento destinado al consumo humano.

En el ámbito nacional, la Resolución SENASA N.º 1039/2024 incorporó al Reglamento de Inspección de Productos, Subproductos y Derivados de Origen Animal el Capítulo XXXIV, relativo a los establecimientos elaboradores de productos y subproductos derivados de insectos. La norma contempla, entre otros productos, insectos desecados, harinas y concentrados proteicos, e incluye expresamente a *Tenebrio molitor* entre las especies autorizadas. Este antecedente demuestra que la producción y el control de derivados de insectos ya han sido incorporados al ámbito regulatorio nacional, aunque este marco regulatorio se refiere a productos destinados a la alimentación animal y no constituye una autorización para su utilización como ingrediente destinado al consumo humano.

En función de los antecedentes científicos y regulatorios expuestos, y considerando la ausencia de una disposición específica que contemple actualmente el polvo de larvas de *Tenebrio molitor* como ingrediente destinado a la alimentación humana en el Código Alimentario Argentino, se propone su evaluación para una eventual incorporación al CAA.

4.2.1.5. Identificación del ingrediente

- Denominación propuesta: Polvo de larvas de *Tenebrio molitor*.
- Nombre científico: *Tenebrio molitor* L.
- Clasificación biológica y taxonómica:
  - Orden: Coleóptera.

  - Familia: Tenebrionidae.
  - Género: Tenebrio.
  - Especie: *Tenebrio molitor* L.

- Origen de la materia prima**:** Larvas de *Tenebrio molitor* producidas en establecimientos destinados a la cría intensiva de insectos para consumo humano, bajo condiciones controladas y conforme a los requisitos sanitarios aplicables además de contar con habilitación de la autoridad competente.
- Estado del ingrediente: Producto seco y molido obtenido a partir del procesamiento de larvas de *Tenebrio molitor*.
- Uso previsto: Ingrediente alimentario para consumo humano destinado a incorporarse en diferentes tipos de alimentos, como productos panificados, pastas, barras de cereal y snacks, entre otros, con el objetivo de aportar proteínas y otros nutrientes.

4.2.2. Composición

4.2.2.1. Composición cualitativa y cuantitativa

El "Polvo de larvas de *Tenebrio molitor*" se obtiene a partir de larvas enteras de esta especie, sometidas a un proceso de obtención que incluye, entre otras, las etapas de escaldado, deshidratación y molienda, hasta obtener un polvo homogéneo.

En cuanto a su composición cualitativa y cuantitativa, el producto está constituido en un 100 % por larvas enteras de *Tenebrio molitor* procesadas, sin la incorporación de otros ingredientes. Por lo tanto, contiene los componentes propios de la larva, incluyendo proteínas, lípidos, hidratos de carbono, fibra alimentaria y minerales, además de la humedad residual que permanece luego del proceso de deshidratación.

4.2.2.2. Materia prima

Las larvas de *Tenebrio molitor* utilizadas como materia prima deberán provenir de establecimientos de cría habilitados y que operen bajo condiciones que garanticen su inocuidad.

Dichos establecimientos deberán cumplir con requisitos que garanticen un alimento seguro para el consumo, tales como adecuadas condiciones higiénico-sanitarias de las instalaciones, uso de agua potable, materiales y recipientes aptos para alimentos y sustratos utilizados para la alimentación de las larvas que no representen una fuente de contaminación, entre otros. Dichos requisitos deberán ser verificados por el organismo sanitario que corresponda.

El establecimiento elaborador deberá garantizar la trazabilidad de la materia prima, de manera que pueda identificarse su origen y realizarse el seguimiento de los lotes desde el establecimiento de cría hasta su ingreso al proceso de elaboración del polvo.

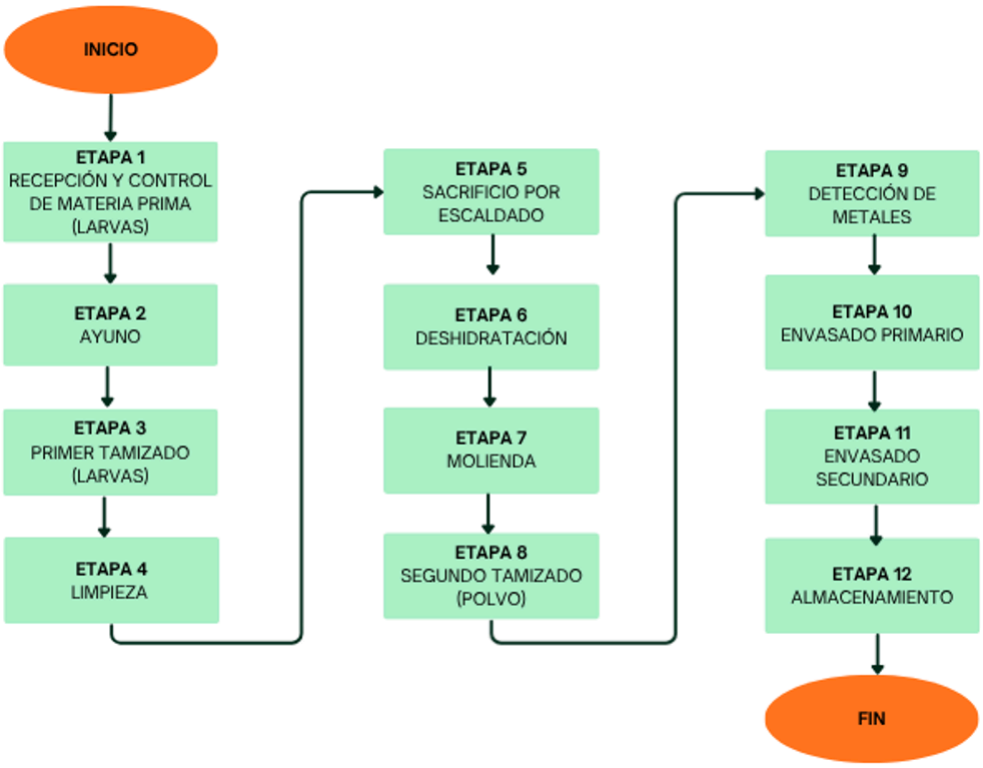
4.2.2.3. Aditivos y coadyuvantes tecnológicos

Durante el proceso de obtención del Polvo de larvas de *Tenebrio molitor* no se incorporan aditivos alimentarios ni coadyuvantes tecnológicos. El producto final corresponde exclusivamente al material obtenido a partir de las larvas de la especie en cuestión procesadas mediante las etapas definidas sin agregado de sustancias destinadas a modificar sus características tecnológicas.

4.2.3. Proceso de elaboración

A continuación, se describe el proceso propuesto para la elaboración de polvo de larvas de *Tenebrio molitor*, detallando las distintas operaciones desde la recepción de las larvas hasta la obtención y almacenamiento del producto terminado. Los controles descritos corresponden a los principales controles previstos para cada etapa y están orientados a preservar la calidad e inocuidad del producto a lo largo de todo el proceso de elaboración.

4.2.3.1. Diagrama de flujo de elaboración y descripción de etapas


INICIO
ETAPA 1
RECEPCIÓN Y CONTROL DE MATERIA PRIMA (LARVAS)
ETAPA 2
AYUNO
ETAPA 3
PRIMER TAMIZADO (LARVAS)
ETAPA 4
LIMPIEZA
ETAPA 5
SACRIFICIO POR ESCALDADO
ETAPA 6
DESHIDRATACIÓN
ETAPA 7
MOLIENDA
ETAPA 8
SEGUNDO TAMIZADO (POLVO)
ETAPA 9
DETECCIÓN DE METALES
ETAPA 10
ENVASADO PRIMARIO
ETAPA 11
ENVASADO SECUNDARIO
ETAPA 12
ALMACENAMIENTO
FIN

Etapa 1 - Recepción y control de materia prima (larvas)

El objetivo de esta etapa es recibir la materia prima proveniente del establecimiento proveedor y verificar que el lote cumpla con las condiciones de calidad, inocuidad y trazabilidad establecidas para su ingreso al proceso de elaboración.

Las larvas de *Tenebrio molitor* vivas ingresan en contenedores provistos por el proveedor, bajo condiciones que permitan preservar su buen estado durante el traslado.

Se controla el cumplimiento de las especificaciones técnicas, documentación acompañante y se realiza la inspección visual de los lotes de la materia prima recibida, separando y descartando el material que no cumple con los criterios establecidos para su procesamiento (larvas muertas, con daños físicos evidentes o que presenten signos de deterioro o alteraciones anormales).

Controles efectuados en esta etapa:

- Verificación de las condiciones de transporte de la materia prima.
- Verificación de la identificación y documentación correspondiente de los lotes recibidos.
- Inspección visual de las larvas con retiro de material no conforme, si lo hubiera (larvas muertas, con daños físicos o alteraciones visibles).

Etapa 2: Ayuno

El objetivo de esta etapa es reducir el contenido intestinal residual de las larvas antes de las operaciones posteriores del proceso, disminuyendo la presencia de material orgánico asociado al tracto digestivo.

Luego de la selección, las larvas se colocan en bandejas aptas para uso alimentario, de superficies lisas y fondo cerrado, que faciliten su manejo y eviten pérdidas durante el período de ayuno. Durante esta etapa se suspende el suministro de alimento.

Las larvas se distribuyen de manera uniforme, evitando acumulaciones que puedan afectar su condición durante el ayuno. Las bandejas se mantienen en condiciones ambientales adecuadas y con una circulación de aire que permita mantener las condiciones requeridas durante esta etapa.

Durante el ayuno pueden producirse la eliminación de deyecciones y el desprendimiento de exuvias, que serán retiradas posteriormente mediante operaciones de separación mecánica.

Controles efectuados en esta etapa:

- Verificación de la distribución adecuada de las larvas en las bandejas.
- Duración del ayuno: 24-48 horas
- Temperatura ambiente: 20-25 °C

Etapa 3 - Primer tamizado (larvas)

El objetivo de esta etapa es separar las deyecciones, exuvias y otros materiales residuales presentes en la materia prima mediante una operación de tamizado, preparando el lote para las siguientes etapas del proceso.

Las larvas se someten a una separación mecánica mediante un sistema de tamizado. La operación permite retirar el material residual y acondicionar las larvas para las etapas posteriores del proceso.

Controles efectuados en esta etapa:

- Comprobación de la adecuada separación de las deyecciones, exuvias y otros materiales residuales.
- Inspección visual de las larvas luego del tamizado, verificando que se encuentren en condiciones adecuadas para continuar con el proceso.

Etapa 4 - Limpieza

El objetivo de esta operación es remover restos superficiales adheridos a la superficie exterior de las larvas mediante un lavado con agua potable, reduciendo la presencia de material residual producto de la etapa anterior.

Las larvas son sometidas a un lavado mediante un sistema de aspersión a temperatura ambiente. El tiempo de contacto deberá ser suficiente para asegurar la remoción del material adherido, pero evitando dejar una cantidad de humedad excesiva que pudiera afectar la eficiencia del secado posterior.

El agua utilizada deberá cumplir con los requisitos establecidos para el agua destinada a la elaboración de alimentos, conforme a la normativa vigente aplicable.

Controles efectuados en esta etapa:

- Verificación visual de la remoción de restos superficiales y material residual adherido a las larvas.
- Control de la temperatura del agua de lavado (temperatura ambiente).
- Control del tiempo de contacto, de acuerdo con las condiciones definidas para el proceso.

Etapa 5 - Sacrificio por escaldado

El objetivo de esta etapa es aplicar un tratamiento térmico a las larvas de *Tenebrio molitor* con el propósito de sacrificarlas, contribuir a la reducción de la carga microbiana presente en la materia prima y al control de otros peligros biológicos potencialmente presentes en las larvas (Kooh et al., 2019; Vandeweyer et al., 2021, citado en EFSA, 2025). Asimismo, el tratamiento térmico contribuye a reducir la actividad de enzimas asociadas al deterioro y al pardeamiento enzimático (Janssen et al., 2017, citado en EFSA, 2025).

Las larvas se someten a un tratamiento térmico mediante inmersión en agua en ebullición durante un período controlado (1 a 5 min en agua hirviendo) y posterior enfriamiento. Finalizado el tratamiento, las larvas son retiradas del baño y se procede a la eliminación del exceso de agua antes de continuar con la etapa de deshidratación.

Controles efectuados en esta etapa:

- Control de la temperatura del agua: 95-100 °C
- Control del tiempo de tratamiento: 1–5 minutos.
- Verificación de la inmersión completa de las larvas durante el tratamiento.
- Control de la temperatura de la larva tratada: ≥ 92 °C

Cabe aclarar que, aunque en este estudio se sugiere un tratamiento de escaldado directo, autores como Sánchez-Velázquez y Hernández-Álvarez (2026) señalan que se podría considerar un aturdimiento previo (como frío o exposición a dióxido de carbono) para priorizar el bienestar animal y reducir el estrés del insecto antes del tratamiento térmico.

Etapa 6 – Deshidratación

El objetivo de esta etapa es reducir el contenido de humedad de las larvas de *Tenebrio molitor* previamente escaldadas y escurridas, de manera de obtener una biomasa con una consistencia adecuada para la molienda.

Luego del escaldado, las larvas se escurren y se distribuyen sobre bandejas de acero inoxidable perforadas, formando una capa uniforme que favorece la circulación del aire y la eliminación homogénea de la humedad.

Las bandejas se introducen en un equipo de deshidratación con circulación forzada de aire caliente, bajo condiciones controladas de temperatura y tiempo. La reducción de humedad permite obtener una biomasa con una consistencia adecuada para la molienda, evitando que el producto se adhiera o se compacte durante esta operación.

Controles efectuados en esta etapa:

- Temperatura de secado: 65-70 °C.
- Tiempo de secado: 10,5 - 11 horas (la duración puede variar según el volumen de insectos a secar)
- Control de la actividad acuosa (aw) al final de la etapa: aw < 0.6

Etapa 7 – Molienda

El objetivo de esta etapa es reducir el tamaño de partícula de la biomasa deshidratada para obtener polvo de larva de *Tenebrio molitor* con características físicas adecuadas para su incorporación como ingrediente alimentario, favoreciendo su homogeneidad y dispersión en diferentes matrices alimentarias.

La biomasa previamente deshidratada y enfriada se incorpora al equipo de molienda, donde se realiza la reducción mecánica del tamaño de partícula mediante un molino de cuchillas construido en acero inoxidable hasta la obtención de la granulometría establecida para dicho producto.

Controles efectuados en esta etapa:

- Verificación de la granulometría del polvo obtenido.
- Evaluación visual de la homogeneidad del producto.
- Verificación de la ausencia de partículas o materiales extraños.

Etapa 8 – Segundo tamizado (polvo)

El objetivo de esta etapa es retirar las partículas de mayor tamaño que puedan permanecer en el polvo luego de la molienda y obtener un producto con una granulometría uniforme, de acuerdo con las características definidas para el producto terminado.

El polvo proveniente de la molienda se somete a un tamizado mediante un tamiz vibratorio cerrado, construido en acero inoxidable y equipado con una malla de apertura definida según las especificaciones del producto.

Durante esta operación se separan las partículas de mayor tamaño que puedan permanecer luego de la molienda, permitiendo obtener un polvo con una granulometría uniforme y adecuada para su utilización como ingrediente alimentario.

Controles efectuados en esta etapa:

- Comprobación de que el producto se encuentre dentro de las especificaciones establecidas para el tamaño de partícula.
- Inspección visual del polvo obtenido.

Etapa 9 – Detección de metales

El objetivo de esta etapa es detectar la posible presencia de partículas metálicas en el polvo antes del envasado primario, contribuyendo a asegurar la inocuidad física del producto terminado.

El polvo obtenido luego del segundo tamizado se transporta hacia la línea de envasado y atraviesa previamente un detector de metales diseñado para productos alimenticios en polvo.

El equipo permite detectar partículas metálicas que pudieran incorporarse durante las operaciones de procesamiento, principalmente como consecuencia del desgaste o deterioro de componentes de los equipos utilizados durante la elaboración.

Esta operación se realiza antes del envasado primario, como medida de control frente a la posible presencia de contaminantes físicos en el producto.

Cabe señalar que, ante la detección de una partícula metálica, el producto involucrado deberá ser identificado y retenido para su evaluación y disposición según los procedimientos establecidos por el establecimiento.

Controles efectuados en esta etapa:

- Verificación de la ausencia de partículas metálicas detectables por encima de la sensibilidad establecida para el equipo.
- Verificación del correcto funcionamiento del detector de metales.

Etapa 10 – Envasado primario

El objetivo de esta etapa es acondicionar el polvo de *Tenebrio molitor* en un envase primario apto para contacto con alimentos, adecuado a la presentación comercial definida, asegurando la protección del producto, su identificación y la trazabilidad durante el almacenamiento, distribución y comercialización.

El producto podrá envasarse tanto en presentaciones destinadas a la comercialización directa al consumidor como en formatos destinados a su utilización como ingrediente por parte de la industria alimentaria.

La identificación y rotulado del producto deberán adecuarse a los requisitos establecidos por la normativa alimentaria vigente y a las condiciones que determine la autoridad sanitaria competente para su eventual autorización.

Controles efectuados en esta etapa:

- Verificación de peso por unidad de producto.
- Control del correcto cierre del envase primario.
- Verificar la correcta legibilidad de los datos de fecha de elaboración, lote y otra información obligatoria.

Etapa 11 – Envasado secundario

El objetivo de esta etapa es agrupar y proteger las unidades de producto terminado mediante un envase secundario, cuando la presentación comercial definida lo requiera, facilitando su almacenamiento, transporte y distribución.

Esta etapa es aplicable a las presentaciones destinadas a la comercialización directa al consumidor final en las cuales las unidades de producto terminado se agrupan mediante un

material de embalaje secundario adecuado para su manipulación y distribución manteniéndose la identificación correspondiente y la trazabilidad del lote.

Controles efectuados en esta etapa:

- Cantidad de unidades correspondientes.
- Verificación de la correcta identificación del envase secundario.
- Comprobación de la continuidad de la trazabilidad del lote.

Etapa 12 – Almacenamiento de producto terminado

El objetivo de esta etapa es conservar las condiciones de calidad e inocuidad alcanzadas durante el proceso de elaboración, manteniendo la estabilidad del producto hasta su distribución o utilización como ingrediente alimentario.

El producto terminado, acondicionado según la presentación comercial definida, se almacena en un depósito destinado para tal fin, bajo condiciones que permitan preservar la integridad del envase y evitar alteraciones durante el período de almacenamiento.

Las unidades se disponen sobre pallets íntegros y limpios, manteniendo una separación adecuada respecto del piso y las paredes, de manera de facilitar las tareas de limpieza, inspección y control de plagas.

El producto se almacenará protegido de la humedad, fuentes directas de calor y luz, en las condiciones definidas para el producto terminado.

Controles efectuados en esta etapa:

- Verificación periódica de las condiciones ambientales de almacenamiento.
- Verificación de la correcta identificación y trazabilidad de los lotes almacenados.
- Control de la rotación de los productos almacenados según el sistema establecido por el establecimiento.

4.2.3.2. Determinación de los Puntos Críticos de Control (PCC)

Tras evaluar los peligros a lo largo del proceso y aplicar el árbol de decisiones del sistema HACCP, se identificaron tres etapas clave donde el control resulta indispensable para la inocuidad del producto: Escaldado (PCC 1), Deshidratación (PCC 2) y Detección de metales (PCC 3).

La justificación técnica detallada y los planes de control de estas tres etapas críticas se desarrollan en el Anexo A: Fundamentación técnica para la determinación de los Puntos Críticos de Control (PCC).

4.2.4. Información técnica

4.2.4.1. Composición nutricional y perfiles analíticos

El polvo de larvas de *Tenebrio molitor* presenta un elevado contenido proteico, una fracción lipídica predominantemente insaturada y quitina. A continuación, se presenta la composición centesimal, el perfil de aminoácidos y el perfil de ácidos grasos. Esta información, ya desarrollada en el Eje 1, se incorpora nuevamente con finalidad descriptiva en el presente dosier (Tablas 2, 3 y 4).

Tabla 2. Composición nutricional (g/100 g de polvo de larva de *Tenebrio molitor)*.

Componente	**g/100 g**
Proteína bruta	40,30 ± 0,10
Lípidos totales	28,47 ± 0,81
Carbohidratos[1]	7.01 ± 0,10
Quitina	15,50 ± 0,50
Humedad	5,34 ± 0,17
Cenizas	3,45 ± 0,02

[1]Fracción estimada por diferencia. Se presenta la media ± desvío estándar
Fuente: Laenz *et al.*(2018)

Tabla 3. Perfil de aminoácidos (g/100 g de polvo de larva de *Tenebrio molitor)*.

Aminoácido	**Contenido**
Lisina	3,06
Leucina	3,84
Histidina	1,62
Valina	3,22
Fenilalanina	1,93
Isoleucina	2,25
Metionina	0,63
Treonina	2,11
Triptófano	0,60
Tirosina	3,52
Cisteína	0,42

Fuente: EFSA, 2025

Tabla 4. Perfil de ácidos grasos (%AG/total FAME) de la harina de larva de *Tenebrio molitor.*

Ácido graso	Promedio	Intervalo observado
C12:0	0,27	0,20–0,33
C14:0	3,44	2,77–4,08
C15:0	0,22	0,17–0,28
C16:0	17,66	16,37–18,34
C16:1	2,76	1,95–3,81
C16:2	0,38	0,31–0,40
C17:0	0,25	0,20–0,29
C18:0	3,93	3,10–4,66
C18:1	37,68	32,68–41,16
C18:2	31,62	27,44–37,27
C18:3	1,76	1,11–2,14
C20:0	0,13	0,00–0,18

Fuente: Noyens *et al.,* (2024)

4.2.4.2. Especificaciones

En este apartado se establecen los parámetros fisicoquímicos y composicionales propuestos para el polvo de larvas de *Tenebrio molitor* como ingrediente alimentario. Como referencia principal se adoptan las especificaciones técnicas obligatorias y los criterios de composición establecidos en el Reglamento de Ejecución (UE) 2021/882 de la Comisión Europea para las formas desecadas y en polvo de la larva entera de *Tenebrio molitor*.

Tabla 10. Especificaciones técnicas del polvo de larvas de *Tenebrio molitor*.

Parámetro	Criterio propuesto	Método de análisis
Cenizas totales	3,5 – 4,5 % p/p	AOAC 923.03
Humedad	1,0 – 8,0 % p/p	AOAC 925.10
Proteína cruda (Nx6.25)	56,0 – 61,0 %p/p (*)	AOAC 920.87 (Kjeldahl)
Hidratos de carbono digestibles	1,0 – 6,0 % p/p	Cálculo por diferencia
Grasa	25,0 – 30,0 % p/p	Cromatografía gaseosa (GC-FAME)
de la cual saturada	4,0 – 9,0 % p/p	
Índice de peróxido	≤ 5 meq O2/kg grasa	Titulación Volumétrica/ AOAC - ISO 3960
Fibra alimentaria	4,0 -7,0 % p/p	AOAC 991.43
Quitina	4-7 % p/p (**)	Gravimetría por diferencia detergente (ADF-ADL) / AFNOR NF V18-122 (método convalidado por EFSA)

(*) La determinación de proteína cruda mediante el factor convencional N x 6,25 mide el nitrógeno total de la muestra. Esto cuantifica el nitrógeno no proteico proveniente de la quitina (polímero de *N-acetilglucosamina*, un azúcar modificado con nitrógeno), generando una sobreestimación analítica. La proteína verdadera, la cual contempla únicamente el perfil real de aminoácidos, requiere la utilización de un factor de conversión corregido de N x 4,76, según uno de los antecedentes científicos de referencia (EFSA, 2021a). No obstante, a los fines de mantener la consistencia con las exigencias legales de rotulado del Reglamento (UE) 2021/882 y las normativas de etiquetado vigentes, en la presente propuesta los valores se expresan estrictamente como proteína cruda (N x 6,25).

(**) El contenido de quitina, presente en el exoesqueleto de la larva, constituye la fracción mayoritaria de la fibra alimentaria informada en el cuadro superior. Debido a que el método analítico enzimático-gravimétrico oficial (AOAC 991.43) cuantifica de manera conjunta los polisacáridos indigeribles, la quitina es incluida analíticamente dentro de la determinación de fibra alimentaria. Con el fin de evitar una duplicación errónea en el balance de masa de la composición centesimal, el valor de quitina se identifica como un componente estructural específico y no sumatorio a los hidratos de carbono digestibles ni a las cenizas.

4.2.5. Condiciones de almacenamiento y vida útil

El producto obtenido deberá almacenarse en envases aptos para el contacto con alimentos, con un cierre adecuado que permita protegerlo de factores que puedan afectar sus características microbiológicas, fisicoquímicas y sensoriales y, en consecuencia, su estabilidad. El almacenamiento deberá realizarse en un lugar fresco y seco, protegido de la luz solar directa y manteniendo el envase correctamente cerrado.

Se estima una vida útil de 6 (seis) meses desde la fecha de elaboración, siempre que el producto se conserve bajo las condiciones de almacenamiento mencionadas.

NOTA***:*** *La vida útil establecida se menciona tomando como base los estudios de estabilidad evaluados por la EFSA para polvo de larva de Tenebrio molitor (EFSA, 2025) La vida útil comercial definitiva requerirá la validación analítica mediante ensayos de estabilidad sobre el producto final.*

4.2.6. Criterios de inocuidad y microbiológicos

Debido a que este trabajo se desarrolla en un marco estrictamente teórico y de simulación académica, no se dispone de muestras físicas ni de producto elaborado para su análisis en laboratorio. Si bien en una presentación real es un requisito obligatorio adjuntar los protocolos analíticos de los lotes producidos para demostrar la inocuidad del alimento, para los fines de este trabajo la sección se limita a proponer las especificaciones y límites máximos del Reglamento de Ejecución (UE) 2021/882 emitido por la Comisión Europea.

4.2.6.1. Parámetros microbiológicos

La evaluación de los parámetros microbiológicos es fundamental para garantizar que los procesos de escaldado, secado térmico y posterior molienda reduzcan la carga de microorganismos patógenos y alterantes a niveles seguros para la salud de los consumidores.

Tabla 11. Especificaciones microbiológicas para el polvo de larvas de *Tenebrio molitor*.

Determinación	Valores de referencia	Método de análisis
Bacterias aerobias mesófilas	$\leq 10^5$ UFC (**)/g	Recuento en placa – ISO 4833-1 / AOAC 990.12
Mohos y levaduras	≤ 100 UFC/g	ISO 21527-2 / AOAC 997.02
Escherichia coli	≤ 50 UFC/g	ISO 16649-2 / AOAC 991.14
Salmonella spp	Ausencia en 25 g	ISO 6579
Listeria monocytogenes	Ausencia en 25 g	ISO 11290-1
Bacillus cereus (presuntos)	≤ 100 UFC/g	ISO 7932 / AOAC 980.31
Enterobacterias (presuntas)	≤ 10 UFC/g	ISO 21528-2 / AOAC 2003.01
Clostridium perfringens	< 10 UFC/g	ISO 15213-2:2023
Estafilococos coagulasa positivos	≤ 100 UFC/g	ISO 6888-1 o ISO 6888-2 / AOAC 975.55

(**) Unidades formadoras de colonias

4.2.6.2. Metales pesados

El control de la contaminación química por metales pesados representa uno de los desafíos más críticos en la industria de la entomofagia, ya que especies como el *Tenebrio molitor* poseen la capacidad de bioacumular elementos tóxicos si estos se encuentran presentes en sus sustratos de alimentación.

Tabla 12. Especificaciones de metales pesados para el polvo de larvas de *Tenebrio molitor*.

Determinación	Valores de referencia	Método de análisis
Plomo	≤ 0,075 mg/kg	Espectrometría de Masas con Plasma Acoplado Inductivamente (ICP-MS) o Cámara de Grafito (AAS-GF)
Cadmio	≤ 0,1 mg/kg	Espectrometría de Masas con Plasma Acoplado Inductivamente (ICP-MS) o Cámara de Grafito (AAS-GF)

4.2.6.3. Micotoxinas

La presencia de micotoxinas constituye uno de los principales riesgos de seguridad química en la producción de insectos, debido a la posible transferencia de estas toxinas fúngicas desde los cereales de la cría hacia el tejido de la larva.

Tabla 13. Límites máximos de aflatoxinas para el polvo de larvas de *Tenebrio molitor*.

Determinación	Valor de referencia	Método de análisis
Afatoxinas (suma de B1, B2, G1, G2)	≤ 4 µg/kg	Cromatografía Líquida de Alta Resolución con Detección por Fluorescencia (HPLC-FLD)
Aflatoxina B1	≤ 2 µg/kg	Cromatografía Líquida de Alta Resolución con Detección por Fluorescencia (HPLC-FLD)
Deoxinivalenol	≤ 200 µg/kg	Espectrometría de Masas en Tándem (LC-MS/MS)
Ocratoxina	≤ 1 µg/kg	Espectrometría de Masas en Tándem (LC-MS/MS) o HPLC-FLD

4.2.6.4. Seguridad toxicológica

Las evaluaciones internacionales de referencia concluyen que el consumo de *Tenebrio molitor* no plantea riesgos de toxicidad aguda, subcrónica ni genotoxicidad en humanos (EFSA NDA Panel, 2021b, 2025). Esto se fundamenta en la evidencia científica disponible, destacando los ensayos *in vivo* de toxicidad por dosis repetidas a 28 días (Han et al., 2014, citado en EFSA NDA Panel, 2021b) y los estudios de toxicidad a 90 días en ratas (Han et al., 2016, citado en EFSA NDA Panel, 2021b). Estas investigaciones demostraron la ausencia de efectos adversos o alteraciones asociadas al ingrediente.

El único condicionante de seguridad radica en que el proceso de cría asegure la separación efectiva de las larvas respecto a los escarabajos adultos, evitando que el polvo se contamine con las secreciones defensivas (benzoquinonas) que estos últimos liberan (Attygalle et al., 1991; Ladisch et al., 1967, citados en EFSA NDA Panel, 2021b).

4.2.6.5. Factores antinutricionales

Respecto a los factores antinutricionales, la quitina se identifica como el componente crítico de esta matriz, dado que su naturaleza de fibra insoluble y su capacidad de unión física pueden reducir la digestibilidad de las proteínas al interferir con las enzimas intestinales (Shantibala et al., 2014, citado en EFSA NDA Panel, 2021).

Por otra parte, las evaluaciones internacionales identificaron la presencia de otros compuestos como ácido fítico, oxalatos, polifenoles totales e inhibidores de tripsina derivados del sustrato vegetal utilizado para la cría del insecto (EFSA NDA Panel, 2021). No obstante, los análisis demuestran que estos factores se encuentran en concentraciones mínimas, equivalentes o incluso inferiores a las de otros alimentos de consumo masivo diario, por lo que no representan un detrimento para la calidad nutricional del ingrediente.

Con el fin de mitigar globalmente el impacto de estos componentes, se aplica el tratamiento térmico de escaldado y secado. Estas operaciones están orientadas a ablandar las estructuras de la cutícula, desnaturalizar e inactivar los complejos inhibidores de la proteína y optimizar la biodisponibilidad nutricional del polvo final (Reglamento UE 2021/882).

4.2.6.6. Usos propuestos y niveles orientativos de incorporación

La harina de *Tenebrio molitor* se propone como ingrediente alimentario destinado a su incorporación en diferentes matrices alimentarias, principalmente aquellas en las que resulte técnicamente compatible su adición como fuente de nutrientes. El contenido máximo de polvo permitido a añadir es el siguiente:
Productos proteicos: 10 g/100 g
Galletas: 10 g/100 g
Platos a base de pasta: 10 g/100 g
Platos a base de leguminosas: 10 g/100 g

4.2.6.7. Propuesta de rotulado

Alérgenos

Para dar cumplimiento a las exigencias de rotulado vigentes, la declaración de alérgenos se estructuró bajo los lineamientos del Capítulo V del CAA, considerando que el dictamen de la EFSA (2025) menciona dos factores de riesgo obligatorios:

1. Reactividad cruzada propia: Las proteínas de la larva de *Tenebrio molitor* pueden causar reacciones alérgicas en consumidores con sensibilidad previa a los crustáceos, ácaros del polvo y moluscos.

2. Alérgenos provenientes del sustrato: Dado que las larvas se crían utilizando subproductos de cereales y vegetales, el gluten del sustrato de cría puede terminar presente de forma remanente en el polvo de insecto final.

Al tratarse de un riesgo por reactividad cruzada y arrastre potencial del sustrato (sin constituir ingredientes añadidos en la receta), corresponde aplicar la frase de advertencia precautoria redactada en letras mayúsculas, fuente negrita y un color contrastante con el fondo:
PUEDE CONTENER TRIGO Y CRUSTÁCEOS.

Evaluación para la incorporación de Información Nutricional Complementaria

Para la ejecución de los cálculos de evaluación de la calidad proteica y la estimación de potenciales declaraciones nutricionales conforme a la normativa nacional, se integraron los datos analíticos reportados en la opinión científica de la EFSA (2025) sobre el polvo de larva de *Tenebrio molitor*. Estos datos, provienen del mismo tipo de producto comercial, bajo un mismo proceso industrial estandarizado.

Para evaluar la calidad de la proteína según lo que pide la normativa nacional, se cuenta con los siguientes datos analíticos sobre el polvo de larva.

-Valor promedio de proteína cruda (45,5 g de proteína cruda/100 g de polvo de larva de *Tenebrio molitor)*.
-Valores promedio de aminoácidos (Tabla 3).

Evaluación del carácter cualitativo: Calidad biológica del perfil de aminoácidos esenciales

Con el fin de adecuar la expresión matemática a la unidad de medida exigida por la legislación nacional (mg AA/g proteína) se dividió el contenido promedio de cada aminoácido esencial (g AA /100 g producto) por el contenido promedio de proteína cruda de la matriz calculada (45,5 g/100 g producto). El valor obtenido se multiplicó por un factor de 1000 para transformar los gramos de aminoácido (g AA) a miligramos de aminoácido (mg AA).

Los valores obtenidos y su comparación contra los requerimientos de la normativa nacional vigente se expresan en la Tabla 14.

Tabla 14. Comparación de las cantidades de aminoácidos esenciales del polvo de larva de *Tenebrio molitor* según las condiciones establecidas en la Tabla I del Capítulo V del CAA.

Aminoácido Esencial	***g AA/ 100 g producto***	***mg AA /g proteína***	**Composición de referencia Tabla I – Cap. V CAA Valor mínimo de *(mg AA/ g proteína)*(*)**	**El producto ¿cumple la condición?**
Histidina	1,62	36	15	Sí
Isoleucina	2,25	50	30	Sí
Leucina	3,84	84	59	Sí
Lisina	3,06	67	45	Sí
Treonina	2,11	46	23	Sí
Tryptófano	0,60	13	6	Sí
Valina	3,22	71	39	Sí
Fenilalanina + Tirosina	1,93 + 3,52 = 5,45	120	38	Sí
Metionina + Cisteína	0,63 + 0,42 = 1,05	23	22	Sí

(*) Referencia FAO/WHO/ UNU Expert Consultation on Protein and Amino Acid Requirements in Human Nutrition. WHO Technical Report Series Nº 935. World Health Organization, Geneva, Switzerland. (2007).

Al contrastar el perfil promedio estandarizado frente a los requisitos establecidos en la Tabla I del Capítulo V del CAA, se observa que todos los aminoácidos esenciales cumplen y superan los valores mínimos fijados por la normativa.

Evaluación del carácter cuantitativo: Definición de porción y evaluación de la condición cuantitativa (INC)

Debido a que las harinas derivadas de insectos constituyen una matriz alimentaria emergente, esta categoría no se encuentra contemplada explícitamente en el listado de porciones de referencia de la reglamentación nacional vigente. Ante esta limitante, se definió una porción

basada en la analogía de uso considerando la función tecnológica de la matriz como ingrediente concentrado de enriquecimiento.

Se seleccionó como modelo al germen de trigo y al salvado de trigo, ya que representan ingredientes deshidratados en polvo que el consumidor dosifica en pequeñas cantidades sobre sus preparaciones cotidianas. Para este grupo de productos, la normativa estipula una porción oficial de 10 g, lo que equivale de forma práctica a una medida casera de una (1) cucharada de sopa.

De acuerdo al porcentaje de proteína calculado anteriormente, 100 g de polvo de larva de tenebrio molitor contiene 45,5 g de proteína cruda, por lo que 10 g de polvo de larva contiene 4,6 g aproximadamente de proteína cruda por porción.

La normativa nacional exige que el alimento debe contener al menos 6,0 g de proteínas por porción para acceder a la declaración de "Fuente de proteínas", o bien un mínimo de 12,0 g de proteínas por porción para la declaración de "Alto contenido".

Dado que el aporte neto calculado para la dosis de una cucharada de sopa equivalente a 10 g de producto (4,6 g) se sitúa por debajo del primer umbral regulatorio de 6,0 g, se dictamina que la harina entera de *Tenebrio molitor* no califica para portar ninguna de las declaraciones de propiedad nutricional en su envase comercial de manera autónoma.

Determinación de la cantidad de polvo de *Tenebrio molitor* a incorporar en una formulación para poder aplicar la declaración de “Fuente de proteínas” y “Alto contenido de proteínas”

Considerando las exigencias establecidas y manteniendo la concentración de proteína cruda hallada previamente (45,5 %), se calcularon los siguientes valores de inclusión netos por porción del alimento terminado:

- Para fundamentar la declaración 'Fuente de proteínas' (Mínimo de 6,0 g de proteína): Se requiere asegurar la incorporación obligatoria de 13,2 g de polvo de larva de *Tenebrio molitor* por cada 100 g de producto listo para consumo.

  Gramos de polvo = (6,0 g de proteína) / (0,455g de proteína / g polvo) = 13,2 g de polvo

- Para fundamentar la declaración 'Alto contenido de proteínas' (Mínimo de 12,0 g de proteína): Se requiere asegurar la incorporación obligatoria de 26,38 g de polvo de larva de *Tenebrio molitor* por cada 100 g de producto listo para consumo.

  Gramos de polvo = (12,0 g de proteína) / (0,455g de proteína / g polvo) = 26,4 g de polvo

Cabe destacar que estos valores garantizan el cumplimiento de las metas proteicas de la reglamentación nacional vigente, destacando que el perfil de aminoácidos esenciales se cumple holgadamente y con creces frente a las exigencias de la normativa. Sin embargo, se deberá tener en cuenta que la aplicación de estos porcentajes en un producto preparado real con harina de larva de *Tenebrio molitor* queda estrictamente sujeta a sus características tecnológicas y sensoriales; variables críticas que deberán ser validadas en futuras líneas de investigación para asegurar que la dosis no afecte las propiedades físicas de la matriz ni la aceptabilidad del consumidor.

4.3. Conclusión

El desarrollo del Eje 2 permitió elaborar una propuesta de dosier técnico-científico y regulatorio para fundamentar la eventual incorporación del "Polvo de larvas de *Tenebrio molitor*" al Código Alimentario Argentino (CAA), a partir del análisis de antecedentes científicos, técnicos y regulatorios nacionales e internacionales.

La revisión documental evidenció que el "Polvo de larvas de *T. molitor"* ha sido evaluado y autorizado como alimento o ingrediente en distintos países, con antecedentes sobre su composición, procesamiento, inocuidad y potencial alergénico. En Argentina, si bien existe regulación específica para productos derivados de insectos destinados a la alimentación animal, actualmente no contempla su uso como ingrediente para consumo humano.

El dosier integró los principales aspectos necesarios para una futura evaluación, incluyendo identidad, composición, proceso de elaboración e identificación de Puntos Críticos de Control, especificaciones, inocuidad, almacenamiento, usos propuestos, potencial alergénico y propuesta de rotulado incluyendo alérgenos. Cabe destacar que, a pesar de su elevado aporte proteico, no resulta procedente la inclusión de declaraciones de Información Nutricional Complementaria (INC) directamente sobre el ingrediente puro, reservándose dicho atributo para las matrices alimentarias finales en las que se incorpore. Asimismo, por tratarse de una propuesta de carácter teórico y académico, sus parámetros composicionales y operativos deberán ser validados experimentalmente.

En consecuencia, los antecedentes analizados permiten considerar a *T. molitor* como un potencial ingrediente alimentario para consumo humano en Argentina, cuya eventual incorporación al CAA requeriría la correspondiente evaluación y autorización sanitaria.

V. CONCLUSIÓN GENERAL

El desarrollo de ambos ejes permitió abordar de manera integral el potencial del polvo de larvas de *Tenebrio molitor* como ingrediente alimentario alternativo. Mientras que el primer eje posibilitó analizar las modificaciones que produce su incorporación en el perfil nutricional de una formulación, el segundo facilitó la compilación y organización de los antecedentes científicos, técnicos y regulatorios necesarios para evaluar su eventual utilización en alimentos destinados al consumo humano.

Los resultados obtenidos dan cuenta del valor de *T. molitor* como una fuente de interés para el desarrollo de nuevas alternativas alimentarias, aunque su incorporación requiere considerar conjuntamente su composición, inocuidad, procesamiento y condiciones de uso.

Se plantean como líneas futuras de investigación la validación experimental de los parámetros composicionales y fisicoquímicos del ingrediente y de las formulaciones, el estudio de la digestibilidad y aprovechamiento de sus nutrientes, y la evaluación de su estabilidad, inocuidad y potencial alergénico, así como también la posibilidad de una alternativa de producto sin gluten.

Además, sería de interés ampliar el estudio a diferentes niveles de sustitución y otras matrices alimentarias, incorporando evaluaciones sensoriales cuando el marco regulatorio lo permita. La generación de esta evidencia fortalecería la base técnico-científica necesaria para avanzar en la evaluación de *Tenebrio molitor* como ingrediente destinado a la alimentación humana y en su potencial incorporación al Código Alimentario Argentino.

VI. BIBLIOGRAFÍA

Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica. (1969). Código Alimentario Argentino. Ley N.º 18.284. http://www.alimentosargentinos.gob.ar /contenido/marco_legal/caa.php

Association of American Feed Control Officials. (2024). *Official publication: Ingredient definitions for insect-based products*. AAFCO.

Chamorro, V., Gallardo, G., Vásquez Mazo, P., & Aparicio, J. J. (2023). *Caracterización nutricional del polvo de larva de Tenebrio molitor*. Instituto de Tecnología de Alimentos (INTA).

Confederación Suiza, Departamento Federal del Interior. (2016, 16 de diciembre). *Ordenanza del DFI sobre nuevos tipos de alimentos (RS 817.022.2): Texto consolidado al 1 de febrero de 2024*. Fedlex. https://www.fedlex.admin.ch/

EFSA Panel on Nutrition, Novel Foods and Food Allergens. (2023). Scientific opinion on the safety of UV-treated powder of whole yellow mealworm (*Tenebrio molitor*). *EFSA Journal, 21*(5), e08009. https://doi.org/10.2903/j.efsa.2023.8009

EFSA Panel on Nutrition, Novel Foods and Food Allergens. (2025). Safety of frozen and dried forms of whole yellow mealworm (*Tenebrio molitor*) as a novel food. *EFSA Journal, 23*(1), e09155. https://doi.org/10.2903/j.efsa.2025.9155

EFSA Panel on Nutrition, Novel Foods and Food Allergens, Turck, D., Bohn, T., Castenmiller, J., De Henauw, S., Hirsch-Ernst, K. I., Maciuk, A., Mangelsdorf, I., McArdle, H. J., Naska, A., Pelaez, C., Pentieva, K., Siani, A., Thies, F., Tsabouri, S., Vinceti, M., Cubadda, F., Frenzel, T., Heinonen, M., … Knutsen, H. K. (2021b). Safety of frozen and dried formulations from whole yellow mealworm (*Tenebrio molitor* larva) as a novel food pursuant to Regulation (EU) 2015/2283. *EFSA Journal, 19*(8), e06778. https://doi.org/10.2903/j.efsa.2021.6778

EFSA Panel on Nutrition, Novel Foods and Food Allergens. (2024). Safety of *Acheta domesticus* powder as a novel food pursuant to Regulation (EU) 2015/2283. *EFSA Journal, 22*(7), e08919. https://doi.org/10.2903/j.efsa.2024.8919

EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies. (2021a). Safety of dried yellow mealworm (*Tenebrio molitor* larva) as a novel food pursuant to Regulation (EU) 2015/2283. *EFSA Journal, 19*(1), e06343. https://doi.org/10.2903/j.efsa.2021.6343

FAO y OMS. (2023). *Principios generales de higiene de los alimentos* (Código de Prácticas del Codex Alimentarius N.º CXC 1-1969). Comisión del Codex Alimentarius. Roma. https://doi.org/10.4060/cc6125en

Food and Agriculture Organization. (2013). *Edible insects: Future prospects for food and feed security* (FAO Forestry Paper No. 171). FAO.

Gravel, A., & Doyen, A. (2020). The use of edible insect proteins in food: Challenges and issues related to their functional properties. *Innovative Food Science & Emerging Technologies, 59*, 102272. https://doi.org/10.1016/j.ifset.2019.102272

Health Canada. (2026, 27 de julio). *List of non-novel determinations for food and food ingredients*. Government of Canada. https://www.canada.ca/en/health-canada/services/food-nutrition/genetically-modified-foods-other-novel-foods/requesting-novelty-determination/list-non-novel-determinations.html

Instituto Nacional de Tecnología Industrial. (2023). *El aprovechamiento del lactosuero en Argentina: Tecnología e innovación para el desarrollo productivo*. INTI.

Kantar (2025). *Estudio sobre tendencias de consumo y alimentación consciente en Argentina*. Kantar.

Mazurek, A., Palka, A., Skotnicka, M., & Kowalski, S. (2023). Consumer attitudes and acceptability of wheat pancakes with the addition of edible insects: Mealworm (*Tenebrio molitor*), buffalo worm (*Alphitobius diaperinus*), and cricket (*Acheta domesticus*). *Foods, 12*(1), 1. https://doi.org/10.3390/foods12010001

Noyens, I., Van Peer, M., Goossens, S., Ter Heide, C., & Van Miert, S. (2024). The nutritional quality of commercially bred yellow mealworm (*Tenebrio molitor*) compared to European Union nutrition claims. *Insects*, *15*(10), Article 769. https://doi.org/10.3390/insects15100769

Oficina Federal de Seguridad Alimentaria y Veterinaria. (2017). *Regulación sobre la autorización de insectos como alimentos en el mercado suizo*. OSAV.

Parra Huertas, R. A. (2009). Lactosuero: importancia en la industria de alimentos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, *62*(1), 4967–4982. https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/24892

Ramos Lazo, D. I. (2021). *Producción y valoración nutricional de harina de larva de Tenebrio molitor como fuente proteica no tradicional para su uso en la alimentación animal* [Tesis de licenciatura, Universidad Católica de Santa María]. Repositorio Institucional UCSM.

Reglamento (UE) 2015/2283 del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de noviembre de 2015 relativo a los nuevos alimentos, por el que se modifica el Reglamento (UE) n.º 1169/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo y se derogan el Reglamento (CE) n.º 258/97 del Parlamento Europeo y del Consejo y el Reglamento (CE) n.º 1852/2001 de la Comisión. (2015). *Diario Oficial de la Unión Europea, L 327*.

Reglamento de Ejecución (UE) 2021/882 de la Comisión de 1 de junio de 2021 por el que se autoriza la comercialización de larvas de *Tenebrio molitor* desecadas como nuevo alimento con arreglo al Reglamento (UE) 2015/2283 del Parlamento Europeo y del Consejo. (2021). *Diario Oficial de la Unión Europea, L 194*, 16–20.

Sánchez-Velázquez, O. A., & Hernández-Álvarez, A. J. (2026). Towards bioethical and functional standards in the slaughter methods of edible insects: A narrative review. *Insects, 17*(4), 424. https://doi.org/10.3390/insects17040424

Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. (2024, 5 de septiembre). *Resolución 1039/2024: Incorporación de establecimientos elaboradores de productos y subproductos derivados de insectos en el Reglamento de Inspección de Productos, Subproductos y Derivados de Origen Animal*. *Boletín Oficial de la República Argentina*.

Yi, L., Lakemond, C. M. M., Sagis, L. M. C., Eisner-Schadler, V., van Huis, A., & van Boekel, M. A. J. S. (2013). Extraction and characterisation of protein fractions from five insect species. *Food Chemistry, 141*(4), 3341–3348. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.05.115

Zhao, X., Vázquez-Gutiérrez, J. L., Johansson, D. P., Landberg, R., & Langton, M. (2016). Yellow mealworm protein for food purposes—Extraction and functional properties. *PLOS ONE, 11*(2), e0147791. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0147791

VII. Anexo.

Fundamentación técnica para la determinación de los Puntos Críticos de Control (PCC).

El objetivo de este anexo es fundamentar la selección de los Puntos Críticos de Control (PCC) dentro del proceso de obtención de polvo de larva de *Tenebrio molitor*, aplicando los principios del sistema HACCP (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control). El análisis se centra en aquellas etapas donde la aplicación de un control estricto resulta decisiva para garantizar la inocuidad del producto final, dejando la gestión de los peligros no significativos bajo la aplicación de los programas de prerrequisitos correspondientes.

A partir del diagrama de flujo propuesto, se evaluaron los peligros biológicos (B), químicos (Q) y físicos (F) asociados a las etapas del proceso. Para conocer su relevancia, se calculó el nivel de riesgo combinando la probabilidad de ocurrencia (P) y la gravedad de sus consecuencias (G) mediante la fórmula: Riesgo= Probabilidad x Gravedad.

A través de una matriz de 3 x 3, los riesgos se clasificaron en bajos (1 a 2), medios (3 a 4) y altos (6 a 9). Aquellos calificados como bajos y medios se abordan de manera preventiva mediante Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), Procedimientos Operativos Estandarizados de Sanitización (POES), Planes de Mantenimiento Preventivo, entre otros.

Para los peligros, se aplicó el árbol de decisiones de la metodología HACCP (FAO/OMS, 2023) a fin de determinar las etapas requeridas para el control de inocuidad, guiándose por la secuencia de las siguientes cuatro preguntas: P1 ¿El peligro se puede controlar adecuadamente mediante programas de prerrequisitos (BPM/POES); P2 ¿Existen medidas de control específicas en esta etapa?; P3 ¿Una etapa posterior eliminará el peligro o lo reducirá a un nivel aceptable?; P4 ¿Esta etapa previene, elimina o reduce el peligro a un nivel seguro por sí misma? Dando como resultado la siguiente información:

Etapa del Proceso	Peligro Significativo Identificado	P1	P2	P3	P4	¿Es PCC?
Escaldado	Biológico: Supervivencia de microorganismos patógenos	NO	SÍ	NO	SÍ	SÍ PCC 1
Deshidratación	Biológico: Proliferación microbiana por reducción insuficiente de la actividad acuosa	NO	SÍ	NO	SÍ	SÍ PCC 2
Detector de Metales	Físico: Presencia de fragmentos/partículas metálicas (Ferrosos, no ferrosos, acero inoxidable) en el polvo de larva	NO	SÍ	NO	SÍ	SÍ PCC 3

La aplicación sistemática de esta secuencia permitió identificar como Puntos Críticos de Control únicamente a aquellas etapas donde el control directo resulta indispensable para la inocuidad (Escaldado, Deshidratación y Detección de metales), gestionando el resto de las etapas bajo los programas de prerrequisitos correspondientes.

Debido al carácter teórico del trabajo, los parámetros operacionales y límites establecidos deberán ser sometidos a validación experimental en condiciones reales de procesamiento durante una posterior implementación a escala industrial.

Etapa	Peligros identificados	Tipo	P	G	P x G	Riesgo/ Significancia	¿Es PCC?	No PCC: Medidas de control PCC: Medida de control / Límite crítico / Límite operacional / Monitoreo / Acciones correctivas
Escaldado	Presencia de cuerpos extraños (sustrato, fragmentos de recipientes o utensilios).	F	1	3	3	Medio	No	Medidas de control: Control mediante listado de proveedores aprobados previamente; tamizado y purga mecánica de la biomasa viva antes del ingreso al área de escaldado para eliminar restos de sustrato de cría; plan de capacitación continua del personal; plan de mantenimiento preventivo e inspecciones visuales periódicas para verificar la integridad de utensilios y equipamiento.
Escaldado	Contaminación química cruzada por presencia de residuos de agentes de limpieza y desinfección, posibles contaminantes químicos provenientes del sustrato de cría.	Q	1	3	3	Medio	No	Medidas de control: Control mediante listado de proveedores aprobados previamente; controles preoperacionales de superficies y verificación de la correcta aplicación de POES.
Escaldado	Supervivencia de microorganismos patógenos (*Salmonella spp*., *Listeria monocytogenes, Cronobacter spp. y Escherichia coli STEC)*	B	3	3	9	Alto (significado crítico)	Si PCC1	Medidas de control: Control de inmersión de la totalidad de las larvas a tratar, control de temperatura, tiempo de permanencia de las larvas en el agua, control de temperatura de la larva escaldada. Límite Crítico: Temperatura de la larva escaldada ≥ 90 °C durante al menos 2 minutos. Límite Operacional: Temperatura de la larva escaldada ≥ 92 °C durante al menos 2 minutos. Monitoreo: Registro continuo de la temperatura del agua: ≥ 95 °C con termómetro calibrado. Verificación visual de la inmersión del 100% de larvas a tratar por lote. Control del tiempo del tratamiento: 1 a 5 minutos por lote.

								Identificación del lote. Todo debe quedar debidamente registrado. Acción correctiva: Ante el incumplimiento del límite operacional de temperatura y/ o tiempo, se detendrá el proceso. El lote será apartado e identificado. Se investigará la causa del desvío y se evaluará la posibilidad de reprocesamiento o rechazo del lote. Toda desviación y acción implementada deberá quedar registrada

Etapa	**Peligros identificados**	**Tipo**	**P**	**G**	**P x G**	**Riesgo/ Significancia**	**¿Es PCC?**	**No PCC: Medidas de control PCC: Medida de control / Límite crítico / Límite operacional / Monitoreo / Acciones correctivas**
Deshidratación	Presencia de cuerpos extraños provenientes del operador, desprendimientos de partes de utensilios y/o equipamiento.	F	1	3	3	Medio	No	Medidas de control: Control mediante plan de capacitación continua del personal; plan de mantenimiento preventivo e inspecciones visuales periódicas para verificar la integridad de utensilios y equipamiento.
Deshidratación	Contaminación química cruzada por presencia de residuos de agentes de limpieza y desinfección.	Q	1	3	3	Medio	No	Medidas de control: Controles preoperacionales de superficies; verificación de la correcta aplicación de POES; capacitación del personal.
Deshidratación	Reducción insuficiente de la actividad acuosa que permita la supervivencia y, especialmente, la proliferación de microorganismos	B	2	3	6	Alto (significado crítico)	Si PCC2	Medidas de control: Control de la temperatura de secado, tiempo de secado, control de la actividad acuosa (aw). Límite Crítico: actividad acuosa (aw) de la larva deshidratada < 0.6. Límite Operacional: aw ≤ 0.55 de la larva deshidratada.

	capaces de desarrollarse durante el almacenamiento.							Monitoreo: Distribución uniforme de las larvas en bandejas mediante inspección visual; registro continuo de la temperatura de secado 65-70 °C con termómetro calibrado; temporizador calibrado seteado para el tiempo propuesto para cada lote, medición de la aw con equipo calibrado para cada lote. Acción correctiva: Ante el incumplimiento del límite operacional, se detiene el proceso. El lote será apartado e identificado. Se investigará la causa del desvío y se evaluará la posibilidad de reprocesamiento o rechazo del lote. Toda desviación y acción implementada deberá quedar registrada.

Etapa	**Peligros identificados**	**Tipo**	**P**	**G**	**P x G**	**Riesgo/ Significancia**	**¿Es PCC?**	**No PCC: Medidas de control PCC: Medida de control / Límite crítico / Límite operacional / Monitoreo / Acciones correctivas**
Detección de metales	Presencia de partículas metálicas ferrosas, no ferrosas y de acero inoxidable en el polvo de larva	F	2	3	6	Alto	Si PCC3	Medidas de control: Verificación del correcto funcionamiento del equipo y su sistema de rechazo antes, durante y luego del procesamiento de cada lote con patrones de prueba certificados de material ferroso, no ferroso y acero inoxidable de diámetro validado para el proceso. Calibración del equipo con frecuencia establecida. Límite crítico / Límite operacional: Detección y rechazo de los patrones certificados ferroso, no ferroso y de acero inoxidable. Acción correctiva: ante una falla en la detección o en el sistema de rechazo de alguno de los patrones de prueba, se detiene el proceso. El lote será apartado e identificado. Se investigará la causa del desvío y se evaluará la posibilidad de reprocesamiento o rechazo

								del lote. Toda desviación y acción implementada deberá quedar registrada.
Detección de metales	Contaminación química cruzada por presencia de residuos de agentes de limpieza y desinfección.	Q	1	3	3	Medio	No	Medidas de control: Controles preoperacionales de superficies; verificación de la correcta aplicación de POES; capacitación del personal.
Detección de metales	Contaminación cruzada por equipos con higiene deficiente	B	1	3	3	Medio	No	Medidas de control: Controles preoperacionales de superficies y verificación de la correcta aplicación de POES.