

revista del  
**Comité Científico** de la aesan

Nº 42

agencia española de seguridad alimentaria y nutrición  
**agencia española de seguridad alimentaria y nutrición**  
agencia española de seguridad alimentaria y nutrición  
**agencia española de seguridad alimentaria y nutrición**  
agencia española de seguridad alimentaria y nutrición



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE DERECHOS SOCIALES, CONSUMO  
Y AGENDA 2030





Revista del Comité Científico de la AESAN

Madrid, 2025



revista del  
**Comité**  
**Científico** de la aesan

**Nº 42**

Nota: los informes que se incluyen a continuación son el resultado de las consultas que la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) y otras instituciones hacen al Comité Científico. Esta revista y sus informes se presentan conforme a

normas de presentación y publicación de bibliografía científica internacionalmente aceptadas. De ello se deriva, entre otras, la necesidad de abordar su estudio e interpretación desde la consideración ineludible de las citas bibliográficas referenciadas en el texto

y enumeradas en el apartado “Referencias” que incluye al final de los informes. Lo contrario, además de dificultar su comprensión integral, pudiera llevar a extraer, conclusiones parciales o equivocadas, divergentes del informe en su conjunto.

## **Consejo Editorial Científico**

### **Presidenta**

Ana María Rivas Velasco - (Universidad de Granada)

### **Vicepresidente**

Antonio Valero Díaz - (Universidad de Córdoba)

Concepción María Aguilera García - (Universidad de Granada)

Houda Berrada Ramdani - (Universitat de València)

Irene Bretón Lesmes - (Hospital Gregorio Marañón de Madrid)

Rosa María Capita González - (Universidad de León)

Araceli Díaz Perales - (Universidad Politécnica de Madrid)

María Pilar Guallar Castillón - (Universidad Autónoma de Madrid)

Ángel Gil Izquierdo - (Consejo Superior de Investigaciones Científicas)

Ángel Gutiérrez Fernández - (Universidad de La Laguna)

Isabel Hernando Hernando - (Universitat Politècnica de València)

Baltasar Mayo Pérez - (Consejo Superior de Investigaciones Científicas)

Azucena del Carmen Mora Gutiérrez - (Universidad de Santiago de Compostela)

Gema Nieto Martínez - (Universidad de Murcia)

Silvia Pichardo Sánchez - (Universidad de Sevilla)

María del Carmen Recio Iglesias - (Universitat de València)

María Dolores Rodrigo Aliaga - (Consejo Superior de Investigaciones Científicas)

María de Cortes Sánchez Mata - (Universidad Complutense de Madrid)

Gloria Sánchez Moragas - (Consejo Superior de Investigaciones Científicas)

María Roser Vila Casanovas - (Universitat de Barcelona)

### **Secretario técnico**

Vicente Calderón Pascual

### **Coordinadores de la edición**

Ricardo López Rodríguez

Paula Arrabal Durán

### **Edita**

© Ministerio de Derechos Sociales, Consumo y Agenda 2030  
Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN)  
<https://cpage.mpr.gob.es/>

NIPO: 236-24-020-9

ISSN: 2695-4443

Fecha de edición: 2025

**Diseño y maquetación:** Editorial MIC

## Índice

|                                                                                                                                                                                                                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Prólogo                                                                                                                                                                                                                                                                         | 9  |
| Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) sobre el riesgo de intoxicación alimentaria por presencia de aminas biógenas en comidas elaboradas a base de carne de pollo consumidas por población infantil menor de 3 años | 11 |
| Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) en relación con el riesgo asociado al consumo de determinados alimentos potencialmente alergénicos                                                                            | 47 |
| Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) sobre las condiciones de mantenimiento de los alimentos elaborados con huevo u ovoproductos en los establecimientos minoristas                                                | 79 |



Presentar el número 42 de la Revista del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) es, para mí, un motivo de auténtica satisfacción y emoción. Desde la Vicepresidencia del Comité Científico tengo la oportunidad de vivir muy de cerca el proceso que hay detrás de cada informe así como de todo el trabajo que de forma incansable se realiza desde la Agencia: la responsabilidad compartida, la exigencia científica, las discusiones serenas pero intensas, y la voluntad constante de ofrecer respuestas sólidas y útiles a los retos que plantea la seguridad alimentaria y la nutrición. Esta Revista es, en gran medida, la ventana donde ese esfuerzo colectivo se hace visible.

Este número, además, adquiere un significado especial porque llega en un año particularmente simbólico: celebramos el 20º aniversario de la Revista. Veinte años son tiempo suficiente para construir identidad, consolidar una trayectoria y comprobar cómo una publicación que nació como herramienta técnica se ha convertido también en un espacio de referencia científica, apoyo institucional y puente entre la evidencia científica y la toma de decisiones. Mirar atrás permite reconocer la evolución de los temas abordados, la complejidad creciente de los riesgos alimentarios, la ampliación del conocimiento disponible y, sobre todo, el mantenimiento invariable de un compromiso: proteger la salud de la población y generar confianza en el sistema alimentario.

Los informes que se recogen en este número reflejan muy bien esa esencia y, al mismo tiempo, muestran la diversidad de ámbitos que hoy forman parte de la seguridad alimentaria y la nutrición. No hablamos únicamente de agentes biológicos, químicos o tecnológicos; hablamos de salud pública, de vulnerabilidad, de alimentación segura en todas las etapas de la vida y de entornos alimentarios cada vez más exigentes.

En este sentido, el *informe sobre el riesgo de intoxicación alimentaria por la presencia de aminos biógenas en comidas elaboradas a base de carne de pollo destinadas a población infantil menor de 3 años* pone el foco en uno de los grupos más sensibles: los niños en sus primeros años de vida. El Comité señala que la carne de pollo puede desarrollar niveles elevados de aminos biógenas cuando la materia prima no presenta una adecuada calidad higiénica o cuando los tiempos y condiciones de conservación no son los correctos. Por ello, se recomienda extremar las medidas de control, mantener estrictamente la cadena de frío y no utilizar carne con más de 5 días desde el sacrificio, como herramienta clave para prevenir riesgos.

De manera complementaria, el *informe relativo a las condiciones de mantenimiento de alimentos elaborados con huevo u ovoproductos en establecimientos minoristas* concluye que las temperaturas de refrigeración actualmente establecidas resultan adecuadas para reducir el riesgo de proliferación de *Salmonella*, siempre que se parta de materias primas seguras y se apliquen buenas prácticas higiénicas. No obstante, recuerda que, aunque el riesgo es bajo, no es inexistente, por lo que resulta esencial mantener una gestión preventiva rigurosa, garantizar la correcta refrigeración y favorecer el uso de ovoproductos pasteurizados en restauración. Agradecer al Dr. Fernando Pérez-Rodríguez que, como experto externo, aportó su gran trabajo y ayuda para la consecución de este informe.

Este número incorpora también una mirada esencial hacia la salud a lo largo del ciclo vital con el *informe sobre los riesgos nutricionales de la mujer durante la menopausia, perimenopausia y posme-*

*nopausia.*

Por último, las alergias alimentarias constituyen un problema creciente de salud pública y tienen un impacto notable en la vida de quienes las padecen y en su entorno familiar. El *informe en relación con el riesgo asociado al consumo de determinados alimentos potencialmente alergénicos* aborda un tema de creciente relevancia en salud pública. El Comité ha revisado la evidencia disponible sobre determinados alimentos potencialmente alergénicos que actualmente no son de declaración obligatoria pero que pueden tener especial relevancia en España, como algunas frutas de la familia de las rosáceas, ciertas legumbres, el kiwi o los piñones. Sus conclusiones muestran que algunos de estos alimentos están implicados con frecuencia en reacciones, en ocasiones graves, lo que aporta información útil para futuras decisiones en materia de protección de las personas alérgicas y de mejora de la seguridad alimentaria.

Aunque distintos en su temática, estos cuatro informes comparten un hilo común que define muy bien la misión del Comité Científico: proteger a los más vulnerables, mejorar la seguridad en cada eslabón del sistema alimentario, aportar conocimiento útil para la práctica y la regulación, y acompañar con ciencia sólida los procesos de toma de decisiones.

Quiero dedicar unas líneas a expresar mi profundo agradecimiento a los miembros del Comité Científico. Detrás de cada documento hay horas de lectura, análisis detallado, debate constructivo y reflexión compartida. Pero, además, hay compromiso personal, sentido de responsabilidad pública y una enorme generosidad al poner conocimiento y experiencia al servicio del bien común. Como Vicepresidencia, es un privilegio trabajar junto a un grupo humano y profesional de este nivel. Del mismo modo, deseo reconocer el papel imprescindible del personal de la AESAN. Su apoyo constante, su profesionalidad, su capacidad organizativa y su cercanía hacen posible que todo este trabajo fluya, se coordine y, finalmente, se materialice en informes y en revistas como esta. Sin su dedicación, precisión y acompañamiento continuo, la labor del Comité no tendría cabida.

Celebrar el 20º aniversario de la Revista no significa únicamente mirar con orgullo al pasado; significa renovar un compromiso con el futuro. Un compromiso con la independencia científica, con la excelencia, con la transparencia y con la vocación de servicio público. Significa seguir trabajando con el mismo entusiasmo y responsabilidad para que esta publicación continúe siendo una referencia rigurosa y un instrumento útil para quienes toman decisiones, para el sector alimentario y para la ciudadanía.

Es un honor formar parte de este proyecto colectivo. Con esa emoción, con esa responsabilidad y con la confianza en la ciencia como herramienta imprescindible para proteger la salud, presentamos este número 42 de la Revista del Comité Científico.

Antonio Valero Díaz

*Catedrático de Nutrición y Bromatología de la Universidad de Córdoba  
Vicepresidente del Comité Científico de la AESAN*

# Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) sobre el riesgo de intoxicación alimentaria por presencia de aminas biógenas en comidas elaboradas a base de carne de pollo consumidas por población infantil menor de 3 años

Número de referencia: AESAN-2025-003

Informe aprobado por el Comité Científico en su sesión plenaria de 11 de diciembre de 2025

## Grupo de trabajo

**Baltasar Mayo Pérez (Coordinador), Houda Berrada Ramdani, Rosa María Capita González, Ángel José Gutiérrez Fernández, Silvia Pichardo Sánchez y María Roser Vila Casanovas**

## Comité Científico

|                                                                   |                                                                               |                                                                                   |                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Concepción María Aguilera García</b><br>Universidad de Granada | <b>María Pilar Guallar Castillón</b><br>Universidad Autónoma de Madrid        | <b>Azucena del Carmen Mora Gutiérrez</b><br>Universidad de Santiago de Compostela | <b>María Dolores Rodrigo Aliaga</b><br>Consejo Superior de Investigaciones Científicas |
| <b>Houda Berrada Ramdani</b><br>Universitat de València           | <b>Ángel Gil Izquierdo</b><br>Consejo Superior de Investigaciones Científicas | <b>Gema Nieto Martínez</b><br>Universidad de Murcia                               | <b>María de Cortes Sánchez Mata</b><br>Universidad Complutense de Madrid               |
| <b>Irene Bretón Lesmes</b><br>Hospital Gregorio Marañón de Madrid | <b>Ángel José Gutiérrez Fernández</b><br>Universidad de La Laguna             | <b>Silvia Pichardo Sánchez</b><br>Universidad de Sevilla                          | <b>Gloria Sánchez Moragas</b><br>Consejo Superior de Investigaciones Científicas       |
| <b>Rosa María Capita González</b><br>Universidad de León          | <b>Isabel Hernando Hernando</b><br>Universitat Politècnica de València        | <b>María del Carmen Recio Iglesias</b><br>Universitat de València                 | <b>Antonio Valero Díaz</b><br>Universidad de Córdoba                                   |
| <b>Araceli Díaz Perales</b><br>Universidad Politécnica de Madrid  | <b>Baltasar Mayo Pérez</b><br>Consejo Superior de Investigaciones Científicas | <b>Ana María Rivas Velasco</b><br>Universidad de Granada                          | <b>María Roser Vila Casanovas</b><br>Universitat de Barcelona                          |

## Secretario técnico

Vicente Calderón Pascual

**Gestión técnica del informe AESAN:** Ricardo López Rodríguez

## Resumen

Las aminas biógenas son bases orgánicas de bajo peso molecular que provienen de la descarboxilación enzimática de aminoácidos. Se encuentran presentes en muchos tipos de alimentos, hallándose habitualmente las concentraciones más altas en pescado y sus derivados, así como en bebidas y alimentos fermentados de origen vegetal, cárnico y lácteo. En general, la concentración de estas aminas aumenta a medida que disminuye la calidad higiénica, por lo que la presencia y

niveles de aminas biógenas proporcionan una información indirecta del grado de contaminación y de las prácticas de producción, manipulación y almacenamiento de los alimentos.

La carne y los productos cárnicos constituyen un grupo de alimentos que, debido a su elevado contenido en proteínas y a la alta probabilidad de contaminación microbiana durante los procesos de sacrificio y procesado, favorece la formación de aminas biógenas que pueden aparecer en un amplio rango de concentraciones. Una alta concentración de una o varias aminas biógenas sugiere un gran desarrollo microbiano y, con ello, una pobre calidad de los alimentos.

Como consecuencia de la aparición de algunos brotes de origen alimentario en escuelas infantiles en España, asociados al consumo de carne de pollo con presencia de aminas biógenas por niños y niñas menores de 3 años, el Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) ha evaluado la información disponible sobre los factores que pueden influir en la aparición de este tipo de brotes; los niveles aceptables de aminas biógenas en carne de pollo; aquellos aspectos relacionados con la producción de carne de pollo que tengan influencia en el nivel de aminas biógenas; la influencia del tiempo de caducidad y temperatura de conservación desde el momento del sacrificio de los pollos y las medidas que pueden permitir minimizar el riesgo en los comedores que usen este tipo de carne cuando los destinatarios sean la población infantil menor de 3 años.

El Comité Científico concluye que, por su estructura y composición proteica, la carne de pollo es, tras el pescado, la más susceptible de desarrollar aminas biógenas, influyendo en su aparición factores como el empleo de una materia prima de baja calidad higiénica y unas condiciones de transporte y/o conservación inadecuadas o muy prolongadas. No existe un consenso sobre los niveles de aminas biógenas que podrían usarse como guía en los alimentos. Existen, además, una serie de incertidumbres respecto a la toxicidad de histamina y tiramina, como son la concurrencia de las dos en un mismo alimento, o el efecto potenciador que pudiera tener la presencia de otras aminas biógenas, por lo que resulta difícil establecer niveles máximos seguros en este grupo de población.

Los sistemas de producción primarios de cría de pollos no parecen tener una influencia decisiva en los niveles de aminas biógenas en la carne. Sin embargo, los sistemas de producción y procesado de la carne sí pueden tener gran influencia en la contaminación microbiológica de las canales, lo que representa un factor crítico para la formación y acumulación de estas aminas en la carne durante su conservación y almacenamiento.

Sería recomendable no utilizar carne de pollo con un tiempo de conservación superior a 5 días tras el sacrificio de las aves en la alimentación de niños menores de 3 años, y siempre que la carne se mantenga a una temperatura adecuada desde el sacrificio (0-4 °C).

La prevención efectiva del riesgo por aminas biógenas por carne de pollo en comedores infantiles requiere una cadena de medidas de control que incluyan una cuidadosa selección de las materias primas y un buen tratamiento de estas hasta su consumo, con especial atención al mantenimiento de una adecuada temperatura de refrigeración y un almacenamiento por tiempo limitado.

## Palabras clave

Aminas biógenas, carne, histamina, tiramina, niños, pollo.

# **Report of the Scientific Committee of the Spanish Agency for Food Safety and Nutrition (AESAN) on the risk of food poisoning due to the presence of biogenic amines in meals made from chicken meat consumed by children under 3 years of age**

## **Abstract**

Biogenic amines are low molecular weight organic bases that come from the enzymatic decarboxylation of amino acids. They are present in many types of food, with the highest concentrations usually found in fish and their derivatives, as well as in beverages and fermented foods of plant, meat and dairy origin. In general, the concentration of these amines increases as the hygienic quality decreases, so the presence and levels of biogenic amines provide indirect information on the degree of contamination and on food production, handling and storage practices.

Meat and meat products are a group of foods that, due to their high protein content and the high probability of microbial contamination during slaughter and processing processes, favour the formation of biogenic amines that can appear in a wide range of concentrations. A high concentration of one or more biogenic amines suggests high microbial growth and, with it, poor food quality.

As a result of the appearance of a number of food-borne outbreaks in nursery schools in Spain, associated with the consumption of chicken meat with the presence of biogenic amines by children under 3 years of age, the Scientific Committee of the Spanish Agency for Food Safety and Nutrition (AESAN) has assessed the available information on the factors that can influence the appearance of this type of outbreaks; the acceptable levels of biogenic amines in chicken meat; those aspects related to the production of chicken meat that have an influence on the level of biogenic amines; the influence of the expiration time and storage temperature from the time of the slaughter of the chickens and the measures that can minimise the risk in the canteens that use this type of meat when the recipients are children under 3 years of age.

The Scientific Committee concludes that, due to its structure and protein composition, chicken meat is, after fish, the most susceptible to developing biogenic amines, with factors such as the use of a raw material of low hygienic quality and inadequate or very long transport and/or storage conditions having an influence on their appearance. There is no consensus on the levels of biogenic amines that could be used as a guide in foods. There are also a number of uncertainties regarding the toxicity of histamine and tyramine, such as the concurrence of both in the same food, or the potentiating effect that the presence of other biogenic amines may have. Therefore, it is difficult to establish safe maximum levels in this population group.

The primary production systems of chicken rearing do not seem to have a decisive influence on the levels of biogenic amines in meat. However, meat production and processing systems can have a great influence on the microbiological contamination of carcasses, which is a critical factor for the formation and accumulation of these amines in meat during its conservation and storage.

It would be advisable not to use chicken meat with a storage time of more than 5 days after slaughter of the birds in the diet of children under 3 years of age, and that the meat is always kept at a suitable temperature from slaughter (0-4 °C).

The effective prevention of the risk from biogenic amines from chicken meat in children's canteens requires a chain of control measures that include a careful selection of raw materials and their proper treatment until their consumption, with special attention to maintaining a suitable refrigeration temperature and storage for a limited time.

### Key words

Biogenic amines, meat, histamine, tyramine, children, chicken.

### Cita sugerida

Comité Científico AESAN. (Grupo de Trabajo) Mayo, B., Berrada, H., Capita, R.M., Gutiérrez, A.J., Pichardo, S. y Vila, M.R. Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) sobre el riesgo de intoxicación alimentaria por presencia de aminas biógenas en comidas elaboradas a base de carne de pollo consumidas por población infantil menor de 3 años. *Revista del Comité Científico de la AESAN*, 2025, 42, pp: 11-46.

## 1. Introducción

En los años 2023 y 2024, se produjeron en España varios brotes de origen alimentario en escuelas infantiles, asociados al consumo de carne de pollo con presencia de aminas biógenas por niños y niñas menores de 3 años.

El cuadro clínico apareció a los pocos minutos de la ingestión, consistiendo, fundamentalmente, en una reacción localizada en la cara (alrededor de la boca), a veces en las manos, con enrojecimiento, sarpullido, ronchas y sensación de picor. Los síntomas desaparecieron en poco tiempo, sin necesidad de atención sanitaria.

Se identificó una fuerte relación entre el consumo de comidas preparadas con carne de pollo en diversas presentaciones, aunque, principalmente, contramuslos cortados en trozos, y una reacción histaminérgica inmediata en los afectados. No se encontraron factores de riesgo relevantes en las escuelas infantiles que fueran causantes o contribuyentes a la aparición de los brotes.

Como consecuencia de las investigaciones realizadas a consecuencia de los brotes mencionados, se detectaron niveles destacables de aminas biógenas en carne de pollo de distintos proveedores. Las carnes blancas son las primeras que se introducen en la alimentación infantil, comenzando por el pollo, y su consumo en colegios y guarderías es frecuente.

Los resultados de los análisis en las comidas preparadas con pollo y en la carne de pollo, tanto cruda como congelada, indicaron concentraciones elevadas de aminas biógenas: histamina, cadaverina, putrescina y tiramina. En el momento de la elaboración de las comidas, la carne de pollo no mostró olores anormales.

Respecto a la legislación relativa a las aminas biógenas, el Reglamento (CE) N° 2073/2005, sobre criterios microbiológicos aplicables a los productos alimenticios, sólo fija límites para la histamina en productos de la pesca (UE, 2005).

Por ello, se ha solicitado al Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) un informe en el que se evalúe:

1. Factores que pueden influir en la aparición de este tipo de brotes.
2. Niveles aceptables de aminas biógenas en carne de pollo en su conjunto o si existe una de ellas como indicador de un nivel de riesgo para la población infantil menor de 3 años, así como, en su caso, para otras poblaciones vulnerables.
3. Aspectos relacionados con la producción de carne de pollo que tengan influencia en el nivel de aminas biógenas en la carne de pollo y si existe conocimiento de cambios en los sistemas de producción que hayan podido influir, como pudiera ser la alimentación, estirpe, etc.
4. Influencia del tiempo de caducidad y temperatura de conservación desde el momento del sacrificio de los pollos.
5. A la vista de lo anterior, qué medidas pueden permitir minimizar el riesgo en los comedores que usen este tipo de carne cuando los destinatarios sean la población infantil menor de 3 años.

### 1.1 Aminas biógenas

Las aminas biógenas son bases orgánicas de bajo peso molecular que provienen de la descarboxilación enzimática de aminoácidos. Todos los organismos vivos, incluyendo animales, plantas y

microorganismos, producen aminas biógenas. Estas participan en una amplia variedad de funciones biológicas en los seres vivos. Así, en el ser humano, las aminas biógenas están involucradas en el control de la división celular, la transmisión sináptica, la transmisión del impulso nervioso, la respuesta inmune o el control de la presión arterial (del Río et al., 2024). Según su estructura química, se diferencian dos tipos de aminas biógenas: las aminas alifáticas (putrescina y cadaverina) y las aminas aromáticas. Estas últimas a su vez se dividen en aminas con núcleo bencénico (tiramina y  $\beta$ -feniletilamina) y aminas con núcleo heterocíclico (histamina y triptamina). En función del número de grupos amino que poseen se clasifican en monoaminas (tiramina y  $\beta$ -feniletilamina) y diaminas (histamina, triptamina, putrescina y cadaverina) (del Río et al., 2024). Las poliaminas espermidina y espermina se han considerado habitualmente también aminas biógenas. Sin embargo, su biosíntesis y funciones fisiológicas son muy diferentes a las de las aminas biógenas y, en la actualidad, no se encuadran entre estos compuestos. Además, se suelen encontrar en los alimentos en bajas concentraciones, no representando riesgos para la salud (del Río et al., 2018).

### 1.1.1 Histamina

La histamina se produce por descarboxilación de la histidina por la enzima histidina descarboxilasa. Es la amina biógena que se detecta con mayor frecuencia -y normalmente en mayor concentración- en los alimentos, especialmente en pescados azules con altos niveles de histidina. De hecho, su concentración se utiliza como criterio de seguridad alimentaria e indicador de calidad en pescados y productos derivados. Una baja concentración indica frescura de las materias primas y buenas prácticas de manipulación y conservación (Papageorgiou et al., 2018). En el ser humano, la histamina endógena está involucrada en numerosos procesos fisiológicos, como la secreción de ácido gástrico, contracción de células musculares lisas, vasodilatación, inflamación o producción de citocinas (Ladero et al., 2010). Estos efectos se producen a través de la interacción con receptores acoplados a proteínas G, las cuales activan varias vías de transducción de señal, por lo que el efecto fisiológico final depende del receptor y del tipo celular (Worm et al., 2019). Sintetizada por las neuronas de la región posterior del hipotálamo, la histamina actúa también como neurotransmisor (Worm et al., 2019). La histamina ingerida con los alimentos puede incrementar o exacerbar, dependiendo de la concentración, estos procesos fisiológicos.

### 1.1.2 Tiramina y $\beta$ -feniletilamina

La estructura química de estas dos aminas es muy similar. La tiramina se produce por la descarboxilación del aminoácido tirosina por la acción de la enzima tirosina descarboxilasa, mientras que la  $\beta$ -feniletilamina procede de la descarboxilación de la fenilalanina. En el cuerpo humano, tiramina y  $\beta$ -feniletilamina pertenecen a los llamados compuestos traza: compuestos endógenos que se encuentran en el organismo en concentraciones nanomolares. Ambas aminas biógenas comparten similitudes estructurales con neurotransmisores monoaminérgicos como la dopamina, aunque su concentración normal en plasma es muy inferior (Costa et al., 2022). Sus bajas concentraciones dificultan la determinación de los efectos biológicos de estas aminas biógenas. Debido a la acción microbiana, la tiramina puede encontrarse en elevadas concentraciones en algunos alimentos fer-

mentados y en alimentos en descomposición. Esta amina no atraviesa la barrera hematoencefálica, por lo que no tiene efectos psicoactivos.

### 1.1.3 Otras aminas biógenas

La estructura química de la cadaverina y la putrescina es muy similar, con cinco y cuatro átomos de carbono, respectivamente. La cadaverina es una diamina alifática que se sintetiza a partir del aminoácido lisina por la acción de la lisina descarboxilasa. Las bacterias pueden producir putrescina a partir de la arginina por medio de la ornitina descarboxilasa, o por desaminación de agmatina (producida, a su vez, a partir de arginina por la arginina descarboxilasa). La triptamina completaría el conjunto de las aminas principales. Esta resulta de la descarboxilación del triptófano y es también una amina traza que funciona como neurotransmisor (Pei et al., 2016).

## 2. Microorganismos productores

Los microorganismos productores de aminas biógenas incluyen una larga serie de bacterias Gram-positivas, Gram-negativas y algunas levaduras (Roig-Sagués et al., 2002) (Gardini et al., 2006). La capacidad de descarboxilar aminoácidos y producir aminas biógenas está presente en muchas bacterias, incluyendo especies de los géneros de enterobacterias (*Escherichia*, *Klebsiella*, *Citrobacter*, *Proteus*, *Shigella* y *Salmonella*), micrococáceas (*Staphylococcus* y *Micrococcus*), bacterias ácido-lácticas (BAL) (*Enterococcus*, el antiguo género *Lactobacillus*, *Carnobacterium*, *Pediococcus*, *Lactococcus* y *Leuconostoc*) y pseudomonas (*Pseudomonas*) (Gardini et al., 2016) (Doeun et al., 2017) (Ekici y Omer, 2020) (Kannan et al., 2020). Los diferentes microorganismos difieren en su capacidad para descarboxilar uno u otro aminoácido, por lo que cada tipo puede contribuir a la formación de unas aminas biógenas específicas (Hassan et al., 2013).

Los microorganismos productores de aminas biógenas son también diferentes en los distintos alimentos. En pescado y productos derivados, predominan las bacterias Gram-negativas contaminantes pertenecientes a especies como *Morganella morganii*, *Hafnia alvei*, *Proteus vulgaris*, *Pantoea agglomerans*, *Morganella psychrotolerans*, *Photobacterium phosphoreum* o *Enterobacter aerogenes*, entre otras (Emborg y Dalgaard, 2006) (Velut et al., 2019) (Hungerford, 2021). Estas bacterias producen mayoritariamente histamina. En carne de ave, los microorganismos implicados de forma frecuente en la producción de aminas biógenas son las enterobacterias (Lázaro et al., 2015). En los alimentos fermentados los principales microorganismos productores de aminas biógenas pertenecen a especies de BAL (EFSA, 2011). En estos productos, además, es habitual la presencia a concentraciones relativamente elevadas de dos o más aminas biógenas. Las BAL productoras de aminas biógenas pueden provenir de las materias primas, ser contaminantes ambientales, o formar parte de los cultivos iniciadores o de maduración que se añaden deliberadamente para controlar la fermentación. Las BAL productoras de histamina en productos fermentados pertenecen a especies de lactobacilos (Díaz et al., 2016) (Ascone et al., 2017) (Wechsler et al., 2021), aunque también se han descrito bacterias productoras de los géneros *Tetragenococcus*, *Streptococcus*, *Oenococcus* y *Pediococcus*. Las principales productoras de tiramina son bacterias del género *Enterococcus*, diversas especies de lactobacilos y algunas del género *Leuconostoc*.

Finalmente, cepas productoras de putrescina se han descrito en un gran número de géneros y especies de BAL (Ladero et al., 2010, 2012).

### 3. Bioquímica y genética de la producción de aminas biógenas

Las aminas biógenas se producen en el citoplasma celular por la descarboxilación enzimática del correspondiente aminoácido precursor. La amina formada y el protón que resulta de la descarboxilación se intercambian por medio de un antiportador de membrana con el aminoácido presente en el medio externo (Banicod et al., 2024). Este intercambio ayuda a las células a controlar el pH intracelular, particularmente en ambientes ácidos, por lo que el proceso se considera un mecanismo de resistencia al estrés ácido (Fernández de Palencia et al., 2011) (Romano et al., 2014) (Pérez et al., 2015) (del Río et al., 2016). Además, dado que las aminas biógenas tienen una carga positiva neta más que sus aminoácidos precursores, el proceso de intercambio conduce al desplazamiento de cargas positivas hacia el exterior de las células, lo que origina un gradiente eléctrico o fuerza protón-motriz que se utiliza para el transporte de nutrientes y la generación de energía (Volken et al., 2006).

Dependiendo de los microorganismos productores, la capacidad para producir aminas biógenas es una característica de especie o de cepa. En bacterias Gram-negativas, la producción parece ser, en su mayoría, una característica de especie. Los genomas de estas bacterias codifican abundantes descarboxilasas capaces de producir una o más aminas biógenas. Por el contrario, en las especies de BAL (por ejemplo, *Streptococcus thermophilus*, *Lentilactobacillus parabuchneri* o *Levilactobacillus brevis*), la capacidad de producir ABs parece ser mayoritariamente una propiedad cepa-específica (Banicod et al., 2024) (del Río et al., 2024). Los genes de las BAL implicados en la síntesis están asociados frecuentemente a elementos genéticos móviles, lo que sugiere que han sido adquiridos mediante transferencia genética horizontal (Marcobal et al., 2006) (Calles-Enríquez et al., 2010) (Romano et al., 2014). En algunas especies de enterococos (como *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium* y *Enterococcus durans*), sin embargo, la capacidad para sintetizar aminas biógenas es una característica de especie (Ladero et al., 2012).

### 4. Aminas biógenas en alimentos

Las aminas biógenas están presentes en muchos tipos de alimentos y en muy diversas concentraciones. Como componentes endógenos, pueden encontrarse en pequeñas cantidades en numerosos alimentos frescos de origen vegetal. El consumo de estos alimentos no presenta un riesgo para la salud. En ocasiones, sin embargo, algunas aminas biógenas pueden alcanzar concentraciones elevadas que pueden resultar tóxicas (EFSA, 2011). Las concentraciones más altas se hallan habitualmente en pescado y sus derivados, así como en bebidas y alimentos fermentados de origen vegetal, cárnico y lácteo. La acumulación de aminas biógenas en las matrices alimentarias se debe a la presencia de bacterias capaces de descarboxilar los aminoácidos libres de los alimentos (Ladero et al., 2010) (Flórez-Duque et al., 2023). En general, la concentración de aminas biógenas aumenta a medida que disminuye la calidad higiénica (Liu et al., 2024), por lo que la presencia y niveles de aminas biógenas proporcionan una información indirecta del grado de contaminación y de las prácticas de producción, manipulación y almacenamiento de los alimentos (Comas-Basté et al., 2019) (Sánchez-Pérez et al., 2021).

La amina biógena que se detecta con mayor frecuencia y en mayor concentración en pescado y productos derivados es la histamina, principalmente en pescado azul con elevados niveles de histidina. El pescado y los productos pesqueros frescos normalmente no contienen histamina o solo niveles bajos. Esta amina se produce mayoritariamente por la acción de bacterias Gram-negativas contaminantes y constituye un indicativo de deterioro, relacionado con deficiencias en la cadena de frío (Papageorgiou et al., 2018) (Hungerford, 2021). Cuando se pierde la frescura, además de histamina, se acumulan con frecuencia otras aminas relacionadas con la actividad descarboxilasa de bacterias Gram-negativas como cadaverina y putrescina (Comas-Basté et al., 2019). La situación es más compleja en los alimentos fermentados en los que la biosíntesis de aminas biógenas se debe principalmente a la acción de BAL Gram-positivas, responsables también de la fermentación y de las características organolépticas del producto final (Ladero et al., 2017). En estos productos, las aminas biógenas más abundantes son tiramina, histamina y putrescina, seguidas de cadaverina y  $\beta$ -feniletilamina (EFSA, 2011). Los alimentos fermentados presentan condiciones óptimas para la acumulación de aminas biógenas debido a una microbiota diversa y la intensa proteólisis que tiene lugar durante la maduración, lo que garantiza la disponibilidad de aminoácidos precursores (Linares et al., 2012) (Wójcik et al., 2023).

Excepto putrescina y cadaverina, la gran mayoría de las aminas biógenas no provocan modificaciones sensoriales en los alimentos y, por tanto, su presencia no se detecta fácilmente (Schirone et al., 2022). Además, son termoestables, por lo que no se inactivan durante el procesamiento habitual de los alimentos, incluyendo el cocinado (Gardini et al., 2016) (Liu et al., 2024). Por ello, la forma más segura de reducir el riesgo de su consumo es reducir al máximo su formación.

#### 4.1 Aminas biógenas en carne y productos cárnicos

La carne y los productos cárnicos constituyen un grupo de alimentos que, debido a su elevado contenido en proteínas y a la alta probabilidad de contaminación microbiana durante los procesos de sacrificio y procesamiento, favorece la formación de aminas biógenas (Schirone et al., 2022) (Wójcik et al., 2022). La carne fresca suele presentar concentraciones de espermina y de espermidina de 20-60 mg/kg y <10 mg/kg, respectivamente, y bajas concentraciones de otras aminas biógenas. Sin embargo, un almacenamiento prolongado o condiciones de conservación poco adecuadas favorecen el desarrollo microbiano y la producción de grandes cantidades de aminas biógenas, con predominio de tiramina, cadaverina, putrescina e histamina (Triki et al., 2018) (Ruiz-Capillas y Herrero, 2019) (Durak-Dados et al., 2020) (Dabadé et al., 2021). Estas aminas pueden aparecer en un amplio rango de concentraciones en diferentes tipos de carne y productos derivados (Jairath et al., 2015) (Schirone et al., 2022). Una alta concentración de una o varias aminas biógenas sugiere un gran desarrollo microbiano y, con ello, una pobre calidad de los productos. Así, los niveles de cadaverina y putrescina se han propuesto como indicadores de deterioro de la carne de vacuno y de ave durante el almacenamiento (Vinci y Antonelli, 2002). Por su parte, la carne cruda de cerdo se considera deteriorada con niveles de cadaverina y putrescina por encima de 15 mg/kg (Siripongpreda et al., 2020). En los productos cárnicos curados la amina predominante es la tiramina (Schirone et al., 2022). En contraposición a los valores de aminas biógenas individuales, algunos autores han propuesto como indicador de la calidad de la carne el Índice de Aminas Biógenas (IAB). Este índice se corresponde con la suma de los valores de tiramina, cadaverina, putrescina

e histamina (Durak-Dados et al., 2020). El IAB permite diferenciar entre carne fresca (IAB <5mg/kg), aceptable (IAB entre 5 y 20 mg/kg), de baja calidad (IAB entre 20 y 50 mg/kg) y deteriorada (IAB >50 mg/kg). Dado que la concentración final de aminas biógenas en los productos cárnicos varía en función de muchos factores de manipulación y procesado, el valor de IAB es más útil como indicador de calidad de carne fresca que de productos madurados o tratados térmicamente (Durak-Dados et al., 2020).

#### 4.1.1 Aminas biógenas en carne de pollo

En general, la carne de ave tiene un elevado riesgo de contaminación durante el sacrificio y el procesado, lo que favorece la formación de aminas biógenas, incluso en condiciones de refrigeración. La carne de pollo, en particular, es especialmente sensible a la formación de aminas biógenas debido a la susceptibilidad a la proteólisis de sus fibras musculares. La elevada actividad de agua ( $a_w$ ) y la disponibilidad de nutrientes hacen de esta carne un medio de cultivo ideal para un gran número de microorganismos. En la carne de pollo, el grupo microbiano implicado con mayor frecuencia en la producción de aminas biógenas es el de las enterobacterias (Lázaro et al., 2015). Las aminas biógenas pueden producirse durante la manipulación, almacenamiento y distribución de la carne, de manera que el grado de contaminación inicial y las condiciones ambientales durante el procesado influyen significativamente en los tipos de aminas biógenas y en su concentración (Saewa et al., 2021) (Alessandroni et al., 2022). Aunque hay grandes diferencias entre muestras de distintos estudios, en general, las aminas biógenas más comunes en carne de pollo son, por este orden, histamina, tiramina, cadaverina, putrescina, feniletildiamina, espermina y espermidina (Wójcik et al., 2022). El contenido de histamina, tiramina, cadaverina y putrescina en diferentes piezas de carne de pollo fresca y en productos derivados conservados a baja temperatura a lo largo del tiempo se muestra en la Tabla 1. Los niveles de aminas biógenas en las piezas frescas de partida son muy diferentes entre los distintos estudios, lo cual sugiere variabilidad en la calidad de la materia prima (Wójcik et al., 2022). En varios estudios, partiendo de carne de pollo con baja concentración de aminas biógenas, tras una conservación de 6-8 días a 4 °C, se detectan niveles apreciables de las aminas biógenas más tóxicas, histamina y tiramina (Tabla 1). Ello sugiere que una conservación a baja temperatura por un tiempo menor podría ser efectiva para disminuir los niveles tóxicos de aminas biógenas en la carne de pollo. Aunque no se relacionan en la tabla, la concentración de la mayoría de aminas biógenas aumenta extraordinariamente cuando los análisis se realizan en muestras conservadas durante un tiempo mayor (9-12 días).

### 5. Aminas biógenas y toxicidad

El contenido total de aminas biógenas en el organismo es la suma de las aminas biógenas endógenas que se producen en las células humanas y las que se incorporan de forma exógena. Estas proceden en su mayoría de los alimentos, pero pueden sintetizarse también en el intestino por la microbiota. Debido a sus efectos fisiológicos, la concentración de aminas biógenas en las células y en los tejidos está estrechamente regulada (Linsalata y Russo, 2008). En condiciones normales, las aminas biógenas exógenas se metabolizan rápidamente en la mucosa intestinal, dando lugar a compuestos fisiológicamente poco activos. La oxidación es la principal ruta catabólica de las aminas biógenas, aunque pueden participar también la acetilación y la metilación (Hungerford, 2021).

Dependiendo de los grupos amino, las reacciones de oxidación de las aminas biógenas están catalizadas por monoamino o diamino-oxidasas específicas (MAO o DAO, respectivamente) (Álvarez y Moreno-Arriivas, 2014).

Las aminas biógenas ingeridas con los alimentos pueden interactuar con receptores específicos e inducir trastornos digestivos, circulatorios y respiratorios (Linsalata y Russo, 2008). La gravedad de los síntomas depende de la cantidad y variedad de las aminas biógenas ingeridas y de la susceptibilidad del individuo, que depende a su vez de la actividad de las enzimas MAO y DAO. El consumo de altas concentraciones de aminas biógenas puede provocar la saturación de las enzimas detoxificantes (Maintz y Novak, 2007). La actividad de estas puede estar también reducida por causas genéticas o por la presencia de inhibidores, tales como las isoflavonas, algunos de sus metabolitos, la nicotina, o medicamentos inhibidores de la MAO (IMAO) (Hutchins et al., 2005) (Sved et al., 2022) (Van den Eynde et al., 2022). En determinados casos, la presencia de inhibidores provoca que la ingesta de aminas biógenas en bajas concentraciones tenga efectos tóxicos graves (Blackwell, 1963). Asimismo, el consumo concomitante con alcohol puede potenciar el efecto tóxico de las aminas biógenas al aumentar la permeabilidad de la pared intestinal (Wöhr et al., 2004).

Los principales efectos de toxicidad aguda, que pueden aparecer rápidamente tras una ingesta puntual de aminas biógenas, son la escombroidosis, en el caso de la histamina, y crisis hipertensivas, en el caso de la tiramina en consumidores de queso tratados con inhibidores de la MAO. Por otro lado, la exposición crónica a ciertas aminas podría favorecer procesos carcinogénicos, ya que compuestos como la putrescina y la cadaverina pueden reaccionar con nitritos para formar nitrosaminas, sustancias con reconocido potencial cancerígeno (Jaguey-Hernández et al., 2021). Establecer el grado de toxicidad de las aminas biógenas es difícil porque depende de la eficiencia del proceso de desintoxicación en el tracto intestinal y de la presencia y concentración de otras aminas biógenas en el organismo (Ekici y Omer, 2020). La toxicidad de las aminas biógenas es variada, aunque la histamina y la tiramina son, sin duda, las más tóxicas. La Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) no ha establecido niveles de consumo seguros (NOAEL, *No Observed Adverse Effect Level*) para estas aminas biógenas, pero sugiere que las personas adultas sanas podrían consumir entre 25 y 50 mg de histamina y 600 mg de tiramina por comida sin presentar efectos adversos (EFSA, 2011).

Muchos autores reconocen la ausencia de datos experimentales sobre la toxicidad de las aminas biógenas. La ausencia de datos experimentales suele corregirse mediante la aplicación de factores de incertidumbre. Estos son valores de seguridad utilizados en la evaluación de riesgos para calcular la dosis de referencia que se considera segura o por debajo de la cual es improbable que se produzca un efecto adverso (IGHRC, 2003). El valor de los factores de seguridad depende del efecto tóxico, del tamaño y del tipo de la población que se quiere proteger, y de la calidad de los datos toxicológicos y de exposición disponibles. En los años 50 del siglo pasado se estableció un factor de incertidumbre universal de 100, denominado «margen de seguridad» (Dankovic et al., 2015). Este factor se puede descomponer en diversos factores de incertidumbre específicos que implican la extensión de datos de experimentación animal a humanos, la falta o insuficiencia de datos, la sensibilidad intraespecífica, la extensión de los efectos experimentales de corta duración a larga exposición, etc. Estos factores específicos tienen valores variables dependiendo de la forma de calcularlos. En general, se les suele dar a cada uno de ellos un valor de 10 (Dankovic et al., 2015) (Johanson et al., 2023).

| Tabla 1. Contenido medio en aminas biógenas (mg/kg) en diversas piezas de carne fresca de pollo y productos derivados. Efecto de la temperatura de conservación en refrigeración al aire por diversos periodos de tiempo sobre la formación de aminas biógenas |                          |           |            |          |            |            |            |            |            |            |            |                                         |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------|------------|----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------------------------------------|--|
| Pieza de pollo                                                                                                                                                                                                                                                 | Condiciones conservación | Histamina |            | Tiramina |            | Triptamina |            | Putrescina |            | Cadaverina |            | Referencia                              |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                |                          | Fresca    | Conservada | Fresca   | Conservada | Fresca     | Conservada | Fresca     | Conservada | Fresca     | Conservada |                                         |  |
| Filetes (n= 24) *                                                                                                                                                                                                                                              | 3,5 °C, 7 días           | 0,38      | 1,35       | 1,65     | 42,65      | n.d.       | n.d.       | 1,30       | 14,64      | 1,79       | 49,03      | Chmiel et al. (2022)                    |  |
| Muslo (n= 9) *                                                                                                                                                                                                                                                 | 4 °C, 6 días             | -         | -          | -        | -          | -          | -          | 12,06      | 22,44      | 8,69       | 80,29      | Min et al. (2023)                       |  |
| Pechuga (n= 9) *                                                                                                                                                                                                                                               |                          | -         | -          | 12,16    | -          | -          | -          | 9,32       | 11,62      | 33,03      | 50,65      |                                         |  |
| Preparados de pollo (n= 4)                                                                                                                                                                                                                                     | -                        | 245,8     | n.d.       | 262,25   | n.d.       | n.d.       | n.d.       | 3534,20    | n.d.       | 392,32     | n.d.       | Czajkowska-Mysiek y Leszczyńska, (2017) |  |
| Carne de pollo (n= 4)                                                                                                                                                                                                                                          | 4 °C, 4 días             | 23,1      | n.d.       | 5,55     | n.d.       | 21,9       | n.d.       | 28,25      | n.d.       | 12,77      | n.d.       | Yue et al. (2023)                       |  |
| Pechuga (n= 3)                                                                                                                                                                                                                                                 | 4 °C, 4 días             | -         | 10,8       | -        | 5,48       | -          | 15,30      | -          | 27,01      | -          | 27,40      | Jastrzebska et al. (2024)               |  |
| Piezas de pollo (n= 36) *                                                                                                                                                                                                                                      | 4 °C, 7 días             | -         | 4,9        | -        | 23,9       | n.d.       | n.d.       | -          | -          | -          | -          | Esposito et al. (2022)                  |  |
| Pechuga congelada (n= 39)                                                                                                                                                                                                                                      | 4 °C, 6 días             | 3,35      | 6,04       | 0,42     | 2,74       | n.d.       | n.d.       | 0,32       | 15,68      | 0,01       | 67,10      | Lázaro et al. (2014)                    |  |
| Pechuga (n= 3) *                                                                                                                                                                                                                                               | 4 °C, 8 días             | -         | -          | 0,2      | 2,3        | n.d.       | n.d.       | 58,3       | 182,4      | 19,8       | 43,1       | Balamatsia et al. (2006)                |  |
| Pechuga (n= 5) *                                                                                                                                                                                                                                               | 4 °C, 6 días             | 0,18      | 0,24       | -        | -          | -          | -          | 0,28       | 0,80       | 1,65       | 3,59       | Lázaro et al. (2019)                    |  |
| Pechuga (n= 16) *                                                                                                                                                                                                                                              | 4 °C, 4 días             | -         | -          | -        | -          | n.d.       | n.d.       | -          | -          | -          | -          | Silva y Glória, (2002)                  |  |
| Muslo (n= 16) *                                                                                                                                                                                                                                                |                          | 0,7       | 0,5        | -        | 2,1        | n.d.       | n.d.       | -          | -          | -          | -          |                                         |  |
| Salchichas (n= 10)                                                                                                                                                                                                                                             | -                        | 0,9       | n.d.       | 0,1      | n.d.       | -          | -          | 0,6        | -          | 0,4        | -          |                                         |  |
| Mortadela (n= 10)                                                                                                                                                                                                                                              |                          | 1,5       | n.d.       | 0,2      | n.d.       | -          | n.d.       | 2,6        | n.d.       | 0,6        | n.d.       |                                         |  |
| Embutidos (n= 10)                                                                                                                                                                                                                                              |                          | 13,5      | n.d.       | 7,4      | n.d.       | 5,7        | n.d.       | 15,1       | n.d.       | 8,0        | n.d.       |                                         |  |
| Albóndigas (n= 10)                                                                                                                                                                                                                                             |                          | -         | n.d.       | 0,3      | n.d.       | -          | n.d.       | 0,6        | n.d.       | 0,2        | n.d.       |                                         |  |
| Hamburguesas (n= 10)                                                                                                                                                                                                                                           |                          | 0,2       | n.d.       | 0,5      | n.d.       | -          | n.d.       | 0,6        | n.d.       | 0,7        | n.d.       |                                         |  |
| Nuggets (n= 10)                                                                                                                                                                                                                                                |                          | -         | n.d.       | -        | n.d.       | -          | n.d.       | -          | n.d.       | -          | n.d.       |                                         |  |
| Pechuga picada (n= 9) *                                                                                                                                                                                                                                        | 4 °C, 6 días             | 1,61      | 4,41       | -        | 3,14       | n.d.       | n.d.       | 1,02       | 1,17       | -          | 8,9        | Wojnowski et al. (2018)                 |  |
| Pechuga picada (n= 3) *                                                                                                                                                                                                                                        | 4 °C, 6 días             | 1,47      | 3,80       | -        | 4,15       | n.d.       | n.d.       | 0,99       | 1,82       | -          | 10,47      | Wojnowski et al. (2019)                 |  |

n.d.: no detectado. \* Días de conservación tras el sacrificio bien precisados.

## 5.1 Toxicidad de la histamina

La intoxicación por histamina se conoce como intoxicación escombroide por su asociación con el consumo de pescado azul de las familias *Scombridae* y *Scomberesocidae* con alto contenido en histidina como atún, caballa, bonito, etc. Estos pescados son los responsables del 98 % de las intoxicaciones por histamina (Nuñez y Calzada, 2016) (Colombo et al., 2018). De las especies no escombroides, el pez limón (*Amberjack*), el dorado (*Mahi-mahi*), la sardina, el pargo de cola amarilla y el arenque son también responsables de intoxicación por esta amina biógena (Demoncheaux et al., 2012) (Harmelin et al., 2018). Los síntomas de la intoxicación por histamina están estrechamente relacionados con sus funciones fisiológicas y afectan a la piel (enrojecimiento, erupción cutánea, urticaria, prurito, edema o inflamación local), el tracto gastrointestinal (náuseas, vómitos y diarrea) y los sistemas circulatorio y nervioso (hipotensión, dolor de cabeza, mareos, palpitaciones, dificultades respiratorias y hormigueo) (EFSA, 2011) (Ekici y Omer, 2020) (Tabanelli, 2020). Los efectos pueden ser severos en individuos que, por razones genéticas o farmacológicas, son deficientes en DAO (Bodmer et al., 1999). Desde el año 2020 a la actualidad, el sistema europeo RASFF (*Rapid Alert System for Food and Feed*) ha reportado 143 alertas por la presencia excesiva de aminas biógenas en alimentos en la Unión Europea, de las cuales 141 corresponden a histamina (RASFF, 20205). En España, en 2020, se notificaron cuatro brotes de intoxicación por histamina (AESAN, 2022). Sin embargo, la similitud sintomática entre alergia alimentaria e intoxicación por histamina sugiere que esta última puede estar infradiagnosticada.

En líneas celulares de epitelio intestinal humano, se ha visto que concentraciones de histamina equivalentes a una dosis mayor de 440 mg/kg son citotóxicas (Linares et al., 2016). Tales concentraciones se alcanzan con facilidad en determinados pescados, productos derivados y queso. El mecanismo de citotoxicidad de esta amina biógena es la inducción de la apoptosis (Linares et al., 2016). En respuesta a reacciones alérgicas o daño tisular, la histamina también se libera de los mastocitos (glóbulos blancos). La proximidad de los mastocitos a los vasos sanguíneos, junto con las potentes acciones de la histamina, sugiere que esta amina puede influir en el flujo sanguíneo cerebral (Purves et al., 2001).

Diversos autores han descrito una considerable variabilidad interindividual en la tolerancia a histamina. En general, la ingesta de 50 mg de esta amina biógena no causa síntomas en personas adultas sanas (Wöhrl et al., 2004), mientras que 75 mg de histamina líquida pura por vía oral provoca síntomas leves en la mitad de las personas adultas sin antecedentes de intolerancia (Wöhrl et al., 2004) (Rauscher-Gabernig et al., 2009).

## 5.2 Toxicidad de la tiramina

La tiramina se encuentra en grandes cantidades en algunos quesos debido al metabolismo de bacterias lácticas tiraminogénicas (Linares et al., 2011). La intoxicación por tiramina causa la denominada «reacción al queso». Esta amina biógena puede estar presente también en concentraciones elevadas en carne y productos cárnicos, principalmente fermentados (Tabanelli, 2020). Sin embargo, las intoxicaciones por tiramina son infrecuentes. El sistema RASFF solo ha notificado una alerta por tiramina en los últimos 20 años (asociada a un queso Gruyère elaborado con leche cruda) (Ref. 2022.6393) (RASFF, 2025).

Cuando se ingiere tiramina, esta llega al intestino y es detoxificada por la MAO. Si la cantidad ingerida es demasiado alta, o la actividad MAO está inhibida, el exceso de tiramina llega al torrente sanguíneo, causando vasoconstricción. La tiramina puede hidroxilarse también dentro de las terminaciones nerviosas simpáticas formando octopamina, que desplaza a la noradrenalina de las vesículas de almacenamiento. Parte de la noradrenalina liberada interactúa con los receptores TAAR (*Trace Amine Associated Receptors*) causando hipertensión. Noradrenalina y octopamina afectan también a la transmisión del impulso nervioso en las terminaciones del sistema simpático, lo que puede causar náuseas, vómitos o dolores de cabeza (Ladero et al., 2010) (Andersen et al., 2019). La tiramina es capaz de elevar la presión arterial sistólica y causar crisis cardíacas o hemorragia cerebral (Blackwell, 1963). La administración oral de 125 mg de tiramina ejerce efectos sobre la presión arterial de personas sanas, y una dosis de 500 mg aumenta la presión sistólica basal en al menos 30 mm (Van den Berg et al., 2003). Por el momento, no se dispone de información suficiente para establecer el NOAEL de la tiramina en humanos (EFSA, 2011).

### 5.3 Toxicidad de otras aminas biógenas

Se dispone de poca información acerca de la toxicidad de otras aminas biógenas, aunque se sabe que todas ellas producen una variedad de efectos nocivos en la salud, y se han relacionado con múltiples brotes de enfermedades transmitidas por los alimentos (Omer et al., 2021). Aparte de histamina y tiramina, las aminas biógenas más comunes en alimentos son putrescina, cadaverina,  $\beta$ -feniletilamina, triptamina, espermina y espermidina (Ekici y Omer, 2018).

Aunque no se han realizado estudios de dosis-respuesta en humanos para determinar sus efectos adversos, los efectos tóxicos de putrescina y cadaverina se consideran menos potentes que los de histamina y tiramina. La ingestión de putrescina se ha asociado con hipotensión, bradicardia y parálisis de las extremidades (Shalaby, 1996). Por su parte, la exposición a cadaverina por vía digestiva se ha asociado con efectos similares a los de la putrescina (Shalaby, 1996). En ensayos de toxicidad oral subaguda en rata, se ha determinado un NOAEL para putrescina y cadaverina de 180 mg/kg p.c./día (Til et al., 1997). Por su parte,  $\beta$ -feniletilamina y triptamina actúan como neuromoduladores o neurotransmisores, y, al igual que tiramina, causan vasoconstricción, lo que puede producir hipertensión (Tittarelli et al., 2015).

Histamina y tiramina parecen tener también efectos citotóxicos sinérgicos (del Río et al., 2017), lo que puede ser relevante, ya que con frecuencia ambas están presentes en el mismo alimento. Los efectos sinérgicos pueden producirse también entre otras combinaciones de aminas biógenas. Así, putrescina, cadaverina y feniletilamina parecen incrementar los efectos adversos de la histamina (Omer et al., 2021). Las poliaminas putrescina, cadaverina, espermina y espermidina no tienen por sí mismas efectos tóxicos, pero son capaces de inhibir las enzimas que desintoxican histamina y tiramina, por lo que podrían potenciar las reacciones tóxicas causadas por estas (Lehane y Olley, 2000) (Károvičová y Kohajdová, 2005).

### 5.4 Toxicidad en personas sensibles

Respecto a la toxicidad de las aminas biógenas, se diferencian dos estados: intoxicación e intolerancia. En el caso de histamina, la intolerancia se define como un trastorno con un amplio rango

de síntomas gastro- y extra-intestinales inespecíficos que derivan de la escasa degradación de la amina en el intestino (EFSA, 2011). Se calcula que la intolerancia a histamina afecta hasta el 3 % de la población mundial, con una incidencia mayor en la mujer que en el hombre (en una relación 4:1) (Jarisch, 2014). Los individuos sensibles deben seguir una dieta baja en histamina y, en algunos casos, utilizar un suplemento de DAO exógena, ya que para ellos no existen niveles de histamina seguros (Sánchez-Pérez et al., 2022). En pacientes con intolerancia, la ingesta de cantidades pequeñas de histamina puede causar efectos tóxicos severos (EFSA, 2011).

La tiramina, por su parte, es muy tóxica en personas en tratamiento con IMAOs. Ingerida junto con estos, 6 mg de tiramina pura tienen grandes efectos tóxicos (McCabe-Sellers et al., 2006). Los IMAO de nueva generación (inhibidores reversibles) no inducen una sensibilidad tan grande y permiten una mayor tolerancia (entre 50 y 150 mg) (McCabe-Sellers et al., 2006).

Aunque con muy pocos datos, otras aminas biógenas, como espermina y espermidina, han sido relacionadas con alergias alimentarias (Kalac y Krausová, 2005).

### 5.5 Toxicidad infantil

Aunque no existen datos disponibles sobre toxicidad en los niños, es esperable una mayor sensibilidad de esta población a las aminas biógenas, ya que tienen sistemas enzimáticos (como la DAO) inmaduros y, por tanto, una menor capacidad de detoxificación. Debido a su bajo peso, dosis pequeñas de aminas biógenas pueden causar efectos más pronunciados en comparación con los que causan en adultos (Rosell-Camps et al., 2013). Por todo ello, los niños son una de las poblaciones más vulnerables a la presencia de aminas biógenas en los alimentos que van a ingerir.

## 6. Regulación de la presencia de aminas biógenas en alimentos

La normativa europea establece límites máximos de 200 mg/kg para la histamina en pescado procedente de especies con alto contenido de histidina libre en tejido muscular, y de 400 mg/kg para los productos derivados de estos pescados con maduración enzimática en salmuera (categoría 1.27a) (Reglamento (CE) N° 2073/2005 y modificaciones posteriores: 144/2007, 365/2010) (UE, 2005). La legislación se aplica a determinadas especies de pescado de las familias *Scombridae*, *Clupeidae*, *Eugraulidae*, *Coryphenidae*, *Pomatomidae* y *Scomberesocidae* a lo largo de su vida útil con un plan de muestreo que comprende nueve unidades ( $n=9$ ), dos de las cuales (tolerancia;  $c=2$ ) pueden tener una concentración entre 100 (m) y 200 (M) mg/kg de histamina y ninguna debe estar por encima del límite máximo. Asimismo, el Reglamento regula también los niveles de histamina en los productos procesados de estas especies, con un plan de muestreo similar de nueve unidades, dos de las cuales pueden tener entre 200 y 400 mg/kg de histamina y ninguna superar el límite máximo.

No se han publicado normas ni directrices relativas al contenido en aminas biógenas en carne, productos cárnicos u otros tipos de alimentos (Schirone et al., 2022) (del Río et al., 2024).

En los Estados Unidos, la FDA (*Food and Drug Administration*) ha establecido una concentración máxima de histamina de 50 mg/kg para los alimentos en general (FDA, 2022), un límite mucho más restrictivo que los de la actual legislación europea. En la Resolución y el Reglamento técnico sobre identidad y calidad del pescado fresco (entero y eviscerado) del MERCOSUR se estableció un nivel

aceptable de histamina de 100 mg/kg en los músculos de especies de las familias *Scombridae*, *Coryphaenidae*, *Scomberesocidae*, *Pomatomidae* y *Clupeidae* (Rodríguez et al., 2014). El Código Nutricional de la República Eslovaca establece un límite superior para dos aminas biógenas: histamina (20 mg/kg en cerveza y 200 mg/kg en pescado y productos derivados) y tiramina (200 mg/kg en queso). El Instituto de Investigación Láctea de los Países Bajos y la República Checa han previsto un límite superior recomendado de 100-200 mg/kg para la histamina en los productos cárnicos. No existen normas o criterios establecidos para cadaverina, putrescina y otras aminas biógenas, aunque se han sugerido algunas recomendaciones (Shashank et al., 2021).

## 7. Control y prevención de la formación de aminas biógenas

La importancia de prevenir la acumulación excesiva de aminas biógenas en alimentos se relaciona con su toxicidad y el impacto que tienen en la salud humana. También con su influencia en la calidad, ya que algunas aminas biógenas dan lugar a sabores o aromas extraños. Las aminas biógenas se producen bajo dos condiciones simultáneas: presencia de los aminoácidos precursores y microorganismos con aminoácido decarboxilasas específicas. Los microorganismos con estas actividades pueden provenir de las materias primas o ser contaminantes que acceden a los alimentos durante el procesado o el almacenamiento (Papageorgiou et al., 2018). La presencia de niveles tóxicos de aminas biógenas se asocia con una alta concentración ( $>7 \log_{10}$  UFC/g) de microorganismos descarboxiladores. De esta forma, el contenido en aminas biógenas puede utilizarse como un indicador indirecto de la carga microbiana (Gardini et al., 2016). Dado que, una vez producidas, las aminas biógenas son difíciles de eliminar, las estrategias para prevenir su acumulación en alimentos están enfocadas a reducir su formación, lo que conlleva la reducción del desarrollo de microorganismos productores.

Otros factores que influyen en la presencia de aminas biógenas en los alimentos son la composición de estos, las prácticas de manipulación y procesado (por ejemplo, fermentación, maduración, adición de aditivos o los procesos que influyan en la contaminación postratamiento), el pH final del producto o las condiciones de almacenamiento (tiempo, temperatura o composición de la atmósfera) (Ruiz-Capillas y Herrero, 2019) (Dabadé et al., 2021). Las estrategias que recoge la literatura científica para la reducción del contenido en aminas biógenas en alimentos incluyen la utilización de materias primas de primera calidad y el empleo de métodos de procesado adecuados, la utilización de cultivos iniciadores seleccionados para la elaboración de productos fermentados, la adición de conservantes o extractos antimicrobianos naturales, y el tratamiento de los alimentos con tecnologías experimentales emergentes de conservación (algunos no autorizados o cuya utilización está solo permitida en el procesado de determinados alimentos o aditivos alimentarios) como las Altas Presiones Hidrostáticas (APH), la irradiación o el envasado en Atmósferas Modificadas (AM). Estos métodos permiten reducir el contenido en aminas biógenas mediante la inhibición del desarrollo de las bacterias productoras o la reducción de la actividad las descarboxilasas.

### 7.1 Origen y características de la carne

Varios estudios evidencian que el origen de la carne puede influir en la formación de aminas biógenas. Así, la formación de histamina y tiramina tiende a ser menor en productos cárnicos envasados

elaborados exclusivamente con carne de cerdo (como jamón cocido y jamón curado) (Wortberg y Woller, 1982) (Vidal-Carou et al., 1990) que en aquellos que contienen mezclas de carne bovina y porcina (salami, salchichón, chorizo o salchichas de Bolonia) (Jairath et al., 2015). Por otra parte, en las mismas condiciones de almacenamiento, el contenido en aminas biógenas en carne de pollo es, generalmente, mayor que en carne de vacuno o de cerdo debido a su estructura y composición proteica (Alessandroni et al., 2022). El contenido en grasa de la carne parece influir también en la formación de aminas biógenas, ya que este se correlaciona negativamente con la  $a_w$ . Una baja  $a_w$  inhibe el crecimiento microbiano y reduce la proteólisis (Liu et al., 2024), factores que afectan directamente a la producción de aminas biógenas.

## 7.2 Uso de cultivos iniciadores no productores de aminas

Europa es el mayor productor y consumidor de productos cárnicos fermentados, que son los alimentos con mayor nivel y diversidad de aminas biógenas. La fermentación de la carne incrementa la acidez de la materia prima, lo cual, junto con la deshidratación, la adición de cloruro sódico y la presencia de microorganismos, favorecen la proteólisis y la aparición de aminoácidos libres que constituyen el sustrato de las descarboxilasas (Jairath et al., 2015) (Ruiz-Capillas y Herrero, 2019). La mejor estrategia para reducir la concentración de aminas biógenas en estos productos es la utilización de cultivos iniciadores seleccionados que no las produzcan. Los cultivos iniciadores compiten con las bacterias nativas y contaminantes con actividad descarboxilasa, reduciendo así la formación de aminas biógenas (Nieto-Arribas et al., 2009). Favorecen también un descenso rápido del pH, lo que contribuye a la inhibición de muchos microorganismos productores (Domínguez et al., 2016) (Gardini et al., 2002) (González-Fernández et al., 2003). Algunos cultivos iniciadores sin actividad descarboxilasa poseen enzimas que oxidan o degradan aminas biógenas generando aldehídos,  $H_2O_2$  y amoníaco, con lo que reducen su concentración en los productos fermentados (La Gioia et al., 2011) (Zaman et al., 2011) (Cueva et al., 2012) (Naila et al., 2024).

## 7.3 Métodos de procesado tecnológico

Además de las propiedades intrínsecas, la manipulación y los procesos tecnológicos a los que los alimentos se someten influyen también en la generación de aminas biógenas. Así, el daño mecánico sobre la carne se traduce en un incremento de la proteólisis y la liberación de aminoácidos libres, lo que facilita la formación de aminas biógenas (Cruz-Monterrosa et al., 2017). Otros tratamientos, tienen el efecto de reducir la formación de las aminas biógenas. El ahumado, por ejemplo, reduce la concentración de aminas biógenas en jamón curado, debido a la inhibición del crecimiento microbiano, la reducción de la  $a_w$  y la inhibición parcial de la proteólisis (Schirone et al., 2022). La adición de sal en el procesado de muchos productos cárnicos tiene también una gran influencia en la reducción de aminas biógenas, ya que inhibe el crecimiento microbiano y reduce la actividad descarboxilasa (Roseiro et al., 2006) (Gardini et al., 2008, 2016) (Bover-Cid et al., 2009). En este sentido, las bacterias Gram-negativas son, en general, más sensibles al incremento de la concentración de sal que las Gram-positivas (Kebary et al., 1999). Algunos autores, no obstante, atribuyen a la sal

una potenciación de la actividad metabólica de los microorganismos descarboxiladores, indicando, en particular, el papel de los iones de sodio en el intercambiador  $\text{Na}/\text{H}^+$  que se encarga de expulsar protones al exterior de la célula (Lorencová et al., 2014) (Gardini et al., 2016).

## 7.4 Altas presiones hidrostáticas

Las Altas Presiones Hidrostáticas (APH) constituyen una tecnología emergente que consiste en aplicar presiones de intensidad variable a los alimentos (hasta 600 MPa) con el fin de reducir la carga microbiana y, con ello, extender su vida útil y mejorar su seguridad y calidad. La eficacia de las APH varía significativamente dependiendo del tipo de alimento y las condiciones específicas del tratamiento, lo que obliga a optimizar las condiciones para cada aplicación particular (Novella-Rodríguez et al., 2002) (Doeun et al., 2016). Las APH se ensayan como una alternativa prometedora a los tratamientos térmicos tradicionales para la conservación de la carne, aunque puede influir en las propiedades físicas y sensoriales como dureza, color y jugosidad. Así, la aplicación de una presurización de 500 MPa en salchichas fermentadas secas y semisecas mejoró la calidad microbiana y redujo la formación de aminas biógenas durante el almacenamiento (Latorre-Moratalla et al., 2007), sin provocar cambios significativos en la calidad organoléptica. Resultados similares se han obtenido para salchichas fermentadas de carne de pollo, cerdo y vacuno (Simon-Sarkadi et al., 2012) (Borges et al., 2020). En la mayoría de los casos, la aplicación de APH muestra un efecto reductor de la formación de putrescina y cadaverina, mientras que aumenta la formación de tiramina y espermidina. La tiramina está relacionada principalmente con la actividad de BAL fermentativas, mientras que la putrescina y la cadaverina, generalmente, derivan de la acción de bacterias no fermentadoras. La reducción de aminas biógenas viene mediada por la reducción de las poblaciones productoras que pueden ser BAL, enterococos o enterobacterias (Latorre-Moratalla et al., 2007) (Espinosa-Pesqueira et al., 2018). Las APH pueden reducir también la actividad proteolítica, lo que resulta, de nuevo, en una reducción de la formación de aminas biógenas (Espinosa-Pesqueira et al., 2018).

## 7.5 Envasado en atmósferas modificadas

El envasado en Atmósferas Modificadas (AM) es una técnica ampliamente utilizada en la industria para reducir la proliferación microbiana en los alimentos. Mezclas de gases como dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y nitrógeno ( $\text{N}_2$ ) limitan la proliferación de los microorganismos aerobios. Este método se ha empleado con éxito para el almacenamiento de carne y productos cárnicos, prolongando su calidad y vida útil (Fraqueza et al., 2012) (Doeun et al., 2017). AM con alta concentración de oxígeno previenen mejor que el envasado en vacío o al aire la acumulación de putrescina y cadaverina en pechuga de pollo (Chmiel et al., 2022). En este mismo estudio se señaló también la importancia de unas buenas condiciones de almacenamiento, observándose una mejor estabilidad del producto en condiciones de baja temperatura y humedad. El aumento de la concentración de  $\text{CO}_2$  en los envases de pollo cocido reduce la formación de putrescina y cadaverina (Gallas et al., 2010) (Rodríguez et al., 2015). Las AM han mostrado también un efecto reductor de la formación de aminas biógenas en chorizo fresco almacenado en atmósferas con  $\text{CO}_2$  y  $\text{N}_2$  o argón (Ruiz-Capillas et al., 2012) (González-Tenorio et al., 2013).

## 7.6 Uso de extractos antimicrobianos naturales

Los extractos de plantas, como romero, tomillo u orégano, entre otros, poseen propiedades antimicrobianas eficaces para reducir la carga microbiana y, en consecuencia, podrían limitar la producción de aminas biógenas. Estos productos son atractivos para los consumidores debido a su origen natural y a una menor percepción de riesgo químico, en comparación con el de los conservantes sintéticos (Wójcik et al., 2022). Existen numerosos ensayos experimentales sobre el efecto de diversos extractos de plantas en la formación de aminas biógenas (Houicher et al., 2015) (Kongkiattikajorn, 2015) (Sun et al., 2018) (Burgut, 2020) (Özoğul et al., 2021) (Li et al., 2023) (Kuley et al., 2024).

Sin embargo, para que este tipo de extractos se puedan emplear como conservantes deben estar autorizados y deben cumplir con la legislación propia de los aditivos alimentarios: Reglamento (CE) N° 1333/2008 (UE, 2008), sobre aditivos alimentarios, y Reglamento (UE) N° 231/2012 (UE, 2012), por el que se establecen especificaciones para los aditivos que se reflejan en los anexos II y III del Reglamento (CE) N° 1333/2008.

## 7.7 Control de factores ambientales

La formación de aminas biógenas en los alimentos está relacionada con las condiciones ambientales que permiten el desarrollo y la actividad de las bacterias descarboxiladoras de su microbiota. El control estricto de factores como temperatura, pH y humedad es crucial para reducir o inhibir por completo la formación de aminas biógenas.

### 7.7.1 Temperatura

La temperatura de almacenamiento y procesado es uno de los parámetros más importantes para la reducción de aminas biógenas en muchos alimentos. La congelación inhibe el crecimiento microbiano y, por consiguiente, la producción de aminas biógenas. Sin embargo, el rango óptimo de temperatura para la producción de aminas biógenas por bacterias mesófilas es de 20 a 37 °C (EFSA, 2011). Estas temperaturas elevadas aceleran el crecimiento de los microorganismos que descarboxilan los aminoácidos, impulsan el catabolismo de las proteínas e incrementan la actividad de las descarboxilasas, lo que conduce a la producción de aminas biógenas. En pescado, la temperatura óptima para la producción de histamina por *Morganella morganii* es de 25 °C (Latorre-Moratalla et al., 2012). La producción de tiramina en carne picada por *Carnobacterium divergens* es mayor a 25 que a 15 °C (Masson et al., 1999). En el mismo sentido, Bunková et al. (2010) demostraron que los niveles de putrescina, tiramina, y cadaverina en queso Edam madurado a 10 °C eran mayores que los producidos a 5 °C. Para minimizar la multiplicación de los microorganismos y la concomitante producción de aminas biógenas, los productos perecederos deben mantenerse a temperaturas entre 0 y 4 °C (Buňková et al., 2010), durante toda la cadena de producción y procesado hasta el momento de su consumo. En este sentido, con objeto de minimizar la formación de histamina, la FDA recomienda la conservación del pescado a una temperatura inferior a 4,4 °C (FDA, 2011).

### 7.7.2 pH y $a_w$

El pH es un factor que tiene una gran influencia en el crecimiento bacteriano, la actividad descarboxilasa y la respuesta bacteriana al estrés ácido (Barbieri et al., 2019). El valor óptimo de pH para la formación de aminas biógenas depende del microorganismo y la amina considerada. Algunos autores han encontrado valores de pH óptimos de 4,5 (Tabanelli et al., 2012), 5,0 (Moreno-Arribas y Louvand-Funel, 2001) (Zhang y Ni, 2014), entre 5,0 y 6,0 (Bargossi et al., 2015), o entre 5,5 y 6 (Greif et al., 2006) (Liu et al., 2014). No obstante, en otros trabajos se han observado valores de pH óptimos más elevados (7,0), especialmente cuando están involucradas bacterias Gram-negativas (Kanki et al., 2007). La descarboxilación contribuye al incremento del pH (tanto intra como extracelular) y puede aportar una energía suplementaria a las células (Gardini et al., 2016). En bacterias sensibles al ácido, la adición de ácidos orgánicos a los alimentos, o una correcta acidificación de los productos fermentados, puede reducir el desarrollo de muchos biotipos microbianos y, con ello, reducir la síntesis de aminas biógenas (Ruiz-Capillas y Herrero, 2019). La disminución de la  $a_w$  de un alimento tiene unos efectos similares, ya que reduce también el crecimiento de los microorganismos productores (Kebary et al., 1999).

### 7.8 Tiempo de almacenamiento

Tras la temperatura, el tiempo de almacenamiento es un parámetro crítico en la formación de aminas biógenas, ya que favorece la proteólisis de las proteínas en péptidos y su posterior degradación a oligopéptidos y aminoácidos libres (Durak-Dados et al., 2020). La relación entre tiempo de almacenamiento y acumulación de aminas biógenas se ha demostrado en diversas muestras de carne y productos cárnicos (Halász et al., 1994) (Krizek et al., 2002) (Marcobal et al., 2006). Un almacenamiento prolongado favorece la producción de aminas biógenas incluso en carne congelada. Así, por ejemplo, la concentración media de putrescina y cadaverina aumentó de 0 hasta 1121,48  $\mu\text{g/g}$  en diferentes cortes de vacuno tras 5 meses de almacenamiento a  $-18^\circ\text{C}$  (Motaghifar et al., 2021).

### 7.9 Análisis y seguimiento de aminas biógenas en alimentos

La monitorización de la concentración de aminas biógenas en los alimentos durante la producción y almacenamiento es una medida de gran interés para garantizar la seguridad alimentaria. La monitorización constante ayuda a detectar productos que superan los límites de seguridad establecidos y permite evaluar la eficacia de las estrategias de prevención implementadas en la cadena de producción (EFSA, 2011).

### 7.10 Buenas prácticas de higiene

Las materias primas deben ser de alta calidad microbiológica y manipularse en condiciones estrictas de higiene. El control de la carga microbiana inicial es clave, ya que los microorganismos responsables de la producción de aminas biógenas, como ciertas especies de enterobacterias y pseudomonas, suelen introducirse en etapas iniciales del procesado, y proliferar después si no se toman las medidas adecuadas (Sivamaruthi et al., 2021) (Schirone et al., 2022).

Es básico también el cumplimiento de las buenas prácticas de higiene y fabricación por los operadores. Así, el Reglamento (CE) N° 852/2004 (UE, 2004a) establece los requisitos generales de higiene para todas las empresas alimentarias en todas las etapas de la cadena alimentaria, desde la producción primaria hasta el consumidor final. Por otro lado, el Reglamento (CE) N° 853/2004 (UE, 2004b) establece normas específicas de higiene para los alimentos de origen animal, como carne, pescado y productos lácteos, complementando al Reglamento (CE) N° 852/2004, especialmente en fases posteriores a la producción primaria.

## 8. Exposición a aminas biógenas y riesgo

### 8.1 Consumo de carne de pollo

Se estima que en 2018 la producción global de carne de pollo en el mundo alcanzó los 119,7 millones de toneladas (Wójcik et al., 2022). La carne de pollo destaca por su alta calidad nutricional, ofreciendo, al mismo tiempo, bajos niveles de grasa y colesterol (Esposito et al., 2022). El consumo de este alimento ha crecido significativamente en las últimas décadas, debido, entre otros factores, a su bajo coste de producción y la ausencia de restricciones culturales a su consumo (Wójcik et al., 2022). Según las previsiones, el consumo de carne de pollo seguirá aumentando y alcanzará en 2029 los 15,1 kg per cápita a nivel mundial y los 33 kg por persona en la Unión Europea (Saewa et al., 2021).

### 8.2 Consumo de carne de pollo por niños

La carne de pollo proporciona a los niños proteínas fácilmente digeribles y nutrientes esenciales como hierro, calcio y vitaminas del grupo B (Esposito et al., 2022). En la Tabla 2 se recogen los datos de consumo de carne de pollo en España por edad de diferentes grupos de población. La media de consumo por niños entre 0 y 3 años se sitúa alrededor de los 2,7 g/kg p.c./día para niños de 3-11 meses y de 2,3 mg/kg p.c./día para niños de 12-35 meses.

**Tabla 2.** Consumo de carne de pollo en España por edad de grupos de población

| Grupo de población | Consumo medio (g/kg p.c./día) |             |           |              |            |                 |
|--------------------|-------------------------------|-------------|-----------|--------------|------------|-----------------|
|                    | Niños                         | Niños       | Niños     | Adolescentes | Adultos    | Adultos mayores |
| Rango de edad      | 3-12 meses                    | 12-35 meses | 3-10 años | 10-17 años   | 18-64 años | ≥65 años        |
| Media              | 2,74                          | 2,30        | 1,65      | 0,88         | 0,48       | 0,31            |
| Percentil 95       | 8,50                          | 7,45        | 5,90      | 3,15         | 1,71       | 1,29            |

<sup>a</sup>Datos tomados de la *Comprehensive Food Consumption Database* de la EFSA (EFSA, 2025). Basados en las encuestas ENALIA (población infantil y adolescente) y ENALIA2 (población adulta).

### 8.3 Riesgo del consumo de carne pollo en niños

En carne fresca de pollo y en los platos elaborados a partir de esta carne preparados de forma reciente las concentraciones de aminas biógenas son bajas (Tabla 1) y su consumo no debería

representar un riesgo significativo para la salud de los niños. Sin embargo, una conservación inadecuada puede favorecer la acumulación de aminas biógenas, incrementando las posibilidades de intoxicación. Más allá de los límites establecidos para la histamina en el Reglamento (CE) N° 2073/2005 (UE, 2005), no existe una regulación específica sobre el contenido de aminas biógenas en los alimentos destinados a la población infantil.

#### 8.4 Evaluación del riesgo tóxico por presencia de aminas biógenas en carne de pollo

Debemos destacar que la EFSA no ha establecido Ingestas Diarias Tolerables (IDT) para las aminas biógenas en humanos, y tampoco hay una propuesta de valores de dosis de referencia aguda (ARfD) para adultos o niños. Únicamente se han propuesto valores potenciales de ARfD por adulto sano y comida, que se van a tomar como referencia. Estos valores son de 50 mg de histamina y 600 mg de tiramina (si no se toman IMAOs) (Turna et al., 2024). Para el resto de las aminas biógenas, no se han sugerido valores de referencia.

Las ARfDs están propuestas para adultos, por lo que, para calcular el riesgo en población infantil menor de 3 años, objeto de esta evaluación, se ajustan los valores de referencia a esta población específica. Si el peso promedio de un adulto está fijado en 70 kg, las ARfDs se calcularán para el peso medio (5 kg) de un niño de 0-1 años y para el peso medio (12 kg) de un niño de 1-3 años (EFSA, 2012):

$$ARfD \text{ (niños)} = \frac{ARfD \text{ adultos}}{\text{Peso adulto estándar}} \times \text{Peso niño}$$

- ARfD Histamina adultos= 50 mg (0,81 mg/kg) → 3,57 mg en niños de 0-1 años.
- ARfD Tiramina adultos= 600 mg (8,57 mg/kg) → 42,86 mg en niños de 0-1 años.
- ARfD Histamina adultos= 50 mg (0,81 mg/kg) → 8,57 mg en niños de 1-3 años.
- ARfD Tiramina adultos= 600 mg (8,57 mg/kg) → 102,85 mg en niños de 1-3 años.

En la Tabla 3 se presentan las concentraciones de aminas biógenas con ARfD ajustadas en las muestras analizadas en relación con los brotes en comedores escolares mencionados en la introducción de este informe en niños de 0-1 años, así como el porcentaje (%) de aporte a las ARfDs de histamina y tiramina al consumir una ración de 40 g del alimento (FNS, 2018) (EFSA, 2025).

**Tabla 3.** Concentraciones de ABs con ARfD ajustadas en las muestras analizadas en comedores escolares

| Alimento                                  | ARfD histamina niños (mg) | Histamina (mg/kg) | % de aporte en 40 g | ARfD tiramina niños (mg) | Tiramina (mg/kg) | % de aporte en 40 g |
|-------------------------------------------|---------------------------|-------------------|---------------------|--------------------------|------------------|---------------------|
| Brote 1                                   |                           |                   |                     |                          |                  |                     |
| Pollo guisado                             | 3,57                      | <10               | -                   | 42,86                    | 58-60            | 5,41-5,60           |
| Pollo crudo                               |                           | 19,9-30,6         | 22,30-34,29         |                          | 39,2-118         | 3,66-11,01          |
| Brote 2                                   |                           |                   |                     |                          |                  |                     |
| Pollo en salsa                            | 3,57                      | 38,2              | 42,80               | 42,86                    | 89               | 8,31                |
| Brote 3                                   |                           |                   |                     |                          |                  |                     |
| Pollo en salsa                            | 3,57                      | 48                | 53,78               | 42,86                    | 90               | 8,40                |
| Pollo en salsa                            |                           | 54                | 60,50               |                          | -                | -                   |
| Contramuslos de pollo congelado           |                           | <10               | -                   |                          | 75               | 7,00                |
| Brote 4                                   |                           |                   |                     |                          |                  |                     |
| Puré de pollo                             | 3,57                      | <10               | -                   | 42,86                    | 84               | 7,84                |
| Pollo en salsa con contramuslos troceados |                           | 23                | 25,77               |                          | 79               | 7,37                |
| Pollo en salsa con filetes de contramuslo |                           | <10               | -                   |                          | 102              | 9,52                |
| Brote 5                                   |                           |                   |                     |                          |                  |                     |
| Contramuslos asados de pollo              | 3,57                      | <10               | -                   | 42,86                    | 15,7             | 1,47                |
| Contramuslos de pollo congelado           |                           | <10               | -                   |                          | 114              | 10,64               |
| Brote 6 *                                 |                           |                   |                     |                          |                  |                     |
| Polo crudo                                | 3,57                      | -                 | -                   | 42,86                    | 71               | 6,66                |
| Pollo asado                               |                           | 17,9              | 20,06               |                          | 104              | 9,71                |
| Pollo asado                               |                           | -                 | -                   |                          | 65,5             | 6,11                |
| Brote 7                                   |                           |                   |                     |                          |                  |                     |
| Pechuga de pollo                          | 3,57                      | 33,8              | 37,87               | 42,86                    | 166              | 15,49               |
| Brote 8                                   |                           |                   |                     |                          |                  |                     |
| Pechuga de pollo                          | 3,57                      | 119               | 133,33              | 42,86                    | 265              | 24,73               |
| Brote 9                                   |                           |                   |                     |                          |                  |                     |
| Pechuga de pollo                          | 3,57                      | 52                | 58,26               | 42,86                    | 181              | 16,89               |
| Brote 10                                  |                           |                   |                     |                          |                  |                     |
| Pechuga de pollo                          | 3,57                      | 57                | 63,87               | 42,86                    | 157              | 14,65               |
| Brote 11                                  |                           |                   |                     |                          |                  |                     |
| Pechuga de pollo                          | 3,57                      | 52                | 58,26               | 42,86                    | 136              | 12,69               |

Colores: Verde, no hay riesgo (0-10 %); naranja, podría existir riesgo (10-50 %); rojo, existe riesgo (> 50 %).

\* En el caso del brote 6 se ha utilizado el margen superior de los resultados analíticos proporcionados.

En el caso de los niños de 1-3 años, en la Tabla 4 se presentan las concentraciones de aminas biógenas con ARfDs ajustadas, así como el % de aporte a las ARfDs de histamina y tiramina al consumir una ración de 40 g del alimento (FNS, 2018) (EFSA, 2025).

| Tabla 4. Concentraciones de ABs con ARfD ajustadas en las muestras analizadas en comedores escolares |                           |                   |                     |                          |                  |                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------|---------------------|--------------------------|------------------|---------------------|
| Alimento                                                                                             | ARfD histamina niños (mg) | Histamina (mg/kg) | % de aporte en 40 g | ARfD tiramina niños (mg) | Tiramina (mg/kg) | % de aporte en 40 g |
| Brote 1                                                                                              |                           |                   |                     |                          |                  |                     |
| Pollo guisado                                                                                        | 8,57                      | <10               | -                   | 102,85                   | 58-60            | 2,26-2,33           |
| Pollo crudo                                                                                          |                           | 19,9-30,6         | 9,29-14,28          |                          | 39,2-118         | 1,52-4,59           |
| Brote 2                                                                                              |                           |                   |                     |                          |                  |                     |
| Pollo en salsa                                                                                       | 8,57                      | 38,2              | 17,83               | 102,85                   | 89               | 3,46                |
| Brote 3                                                                                              |                           |                   |                     |                          |                  |                     |
| Pollo en salsa                                                                                       | 8,57                      | 48                | 22,40               | 102,85                   | 90               | 3,50                |
| Pollo en salsa                                                                                       |                           | 54                | 25,20               |                          | -                | -                   |
| Contramuslos de pollo congelado                                                                      |                           | <10               | -                   |                          | 75               | 2,92                |
| Brote 4                                                                                              |                           |                   |                     |                          |                  |                     |
| Puré de pollo                                                                                        | 8,57                      | <10               | -                   | 102,85                   | 84               | 3,27                |
| Pollo en salsa con contramuslos troceados                                                            |                           | 23                | 10,74               |                          | 79               | 3,07                |
| Pollo en salsa con filetes de contramuslo                                                            |                           | <10               | -                   |                          | 102              | 3,97                |
| Brote 5                                                                                              |                           |                   |                     |                          |                  |                     |
| Contramuslos asados de pollo                                                                         | 8,57                      | <10               | -                   | 102,85                   | 15,7             | 0,61                |
| Contramuslos de pollo congelado                                                                      |                           | <10               | -                   |                          | 114              | 4,43                |
| Brote 6 *                                                                                            |                           |                   |                     |                          |                  |                     |
| Polo crudo                                                                                           | 8,57                      | -                 | -                   | 102,85                   | 71               | 2,76                |
| Pollo asado                                                                                          |                           | 17,9              | 8,35                |                          | 104              | 4,04                |
| Pollo asado                                                                                          |                           | -                 | -                   |                          | 65,5             | 2,55                |
| Brote 7                                                                                              |                           |                   |                     |                          |                  |                     |
| Pechuga de pollo                                                                                     | 8,57                      | 33,8              | 15,78               | 102,85                   | 166              | 6,46                |
| Brote 8                                                                                              |                           |                   |                     |                          |                  |                     |
| Pechuga de pollo                                                                                     | 8,57                      | 119               | 55,54               | 102,85                   | 265              | 10,31               |
| Brote 9                                                                                              |                           |                   |                     |                          |                  |                     |
| Pechuga de pollo                                                                                     | 8,57                      | 52                | 24,27               | 102,85                   | 181              | 7,04                |
| Brote 10                                                                                             |                           |                   |                     |                          |                  |                     |
| Pechuga de pollo                                                                                     | 8,57                      | 57                | 26,60               | 102,85                   | 157              | 6,11                |
| Brote 11                                                                                             |                           |                   |                     |                          |                  |                     |
| Pechuga de pollo                                                                                     | 8,57                      | 52                | 24,27               | 102,85                   | 136              | 5,29                |

Colores: Verde, no hay riesgo (0-10 %); naranja, podría existir riesgo (10-50 %); rojo, existe riesgo (> 50 %).

\* En el caso del brote 6 se ha utilizado el margen superior de los resultados analíticos proporcionados.

Los niños menores de 3 años tienen un peso corporal reducido y sus sistemas metabólicos y enzimáticos pueden ser inmaduros, por lo que son particularmente sensibles a las sustancias tóxicas, incluyendo las aminas biógenas. Tomando como referencia los datos experimentales en adultos publicados por diversos autores, las recomendaciones de las agencias de seguridad alimentaria y la mayor sensibilidad de los niños debido al menor peso corporal, podría considerarse prudente un nivel de exposición diez veces menor (factor de incertidumbre de 10), respecto a los niveles considerados seguros en adultos por la EFSA. Esto implicaría niveles aproximados de 2,5 mg/kg de histamina y 60 mg/kg de tiramina por comida en niños menores de 3 años. Estos valores estarían, en la gran mayoría de los casos por debajo de las concentraciones que han causado brotes de intoxicación alimentaria en guarderías de algunas comunidades autónomas en 2024 (Tablas 3 y 4).

Sin embargo, para poder fijar unos niveles seguros, se debería tener en cuenta una serie de consideraciones que se detallan a continuación:

1. Los niños no consumen exclusivamente pollo, sino que la ingesta de aminas biógenas totales se puede incrementar con las que aportan otros alimentos a lo largo del día. Por ello, se ha considerado que si el porcentaje de aporte de las aminas biógenas evaluadas (histamina y tiramina) se encuentra entre el 0-10 % no existiría riesgo de superar la ARfD ajustada para niños, entre el 10-50 % podría existir riesgo, y por encima del 50 % de aporte debido al pollo existiría riesgo (Paz et al., 2022).
2. Existe la posibilidad de que los niños sean más vulnerables al efecto de las aminas biógenas debido principalmente a la inmadurez de los sistemas de detoxificación, incluyendo una menor actividad de las diaminoxidasas (DAO).
3. No se ha valorado el efecto potenciador que la concurrencia de las dos aminas biógenas evaluadas o la posible presencia de las otras aminas biógenas pudiera tener en la toxicidad.

## Conclusiones del Comité Científico

### Factores que pueden influir en la aparición de este tipo de brotes

Por su estructura y composición proteica, la carne de pollo es, tras el pescado, la más susceptible de desarrollar aminas biógenas. Para prevenir su formación, es fundamental utilizar materias primas frescas y de buenas condiciones higiénicas, y emplear métodos de procesamiento y conservación adecuados que limiten la contaminación y el desarrollo microbiano, así como emplear cultivos iniciadores seleccionados no productores de aminas biógenas para la elaboración de productos fermentados.

Los principales factores que influyen en la aparición de brotes de origen alimentario asociados al consumo de carne de pollo con concentraciones elevadas de aminas biógenas son, por un lado, el empleo de una materia prima de baja calidad higiénica debido a condiciones de sacrificio y/o procesado deficientes, lo que deriva en una concentración elevada de microorganismos entre los que, sin duda, se van a encontrar productores de aminas biógenas. Por otro lado, tras el procesado, unas condiciones de transporte y/o conservación inadecuadas o muy prolongadas pueden posibilitar el desarrollo de los microorganismos productores.

### **Niveles aceptables de aminas biógenas en carne de pollo en su conjunto o si existe una de ellas como indicador de un nivel de riesgo para la población infantil menor de 3 años, así como, en su caso, para otras poblaciones vulnerables**

Los niveles de aminas biógenas en carne fresca de pollo y productos derivados almacenados y envasados en distintas condiciones varían notablemente en la literatura científica. Estas diferencias se atribuyen a la distinta calidad microbiológica inicial de la carne y a los diferentes métodos utilizados para la extracción, detección y cuantificación de las aminas biógenas.

A pesar de su importancia para la salud pública, no existe un consenso sobre los niveles de aminas biógenas que podrían usarse como guía en los alimentos. En la Unión Europea, la única amina biógena que está regulada es la histamina (la amina biógena más tóxica), pero solo en pescado y productos derivados, con unos límites máximos de 200 y 400 mg/kg, respectivamente. La FDA americana, sin embargo, recomienda para los alimentos en general una concentración máxima de histamina de 50 mg/kg. La EFSA, por su parte, ha sugerido que las personas adultas sanas podrían consumir entre 25 y 50 mg de histamina y 600 mg de tiramina por comida sin presentar efectos adversos. Diversos autores han propuesto índices máximos de aminas biógenas totales o cocientes entre distintas aminas biógenas (Fraqueza et al., 2012) (Ivanov et al., 2015) (Rodríguez et al., 2015) (Vinci y Antonella, 2002). No obstante, ninguno de estos valores puede extrapolarse de forma directa a los niños.

Por otra parte, existe una serie de incertidumbres respecto a la toxicidad de histamina y tiramina, como la concurrencia de las dos en un mismo alimento, o el efecto potenciador que pudiera tener la presencia de otras aminas biógenas, por lo que resulta difícil establecer niveles máximos seguros en este grupo de población.

Finalmente, aunque los niños menores de 3 años son una de las poblaciones más sensibles, incluso unos niveles bajos de histamina podrían no ser adecuados para los individuos (niños o adultos) intolerantes a esta amina, que precisan una dieta libre de histamina.

### **Aspectos relacionados con la producción de carne de pollo que tengan influencia en el nivel de aminas biógenas en la carne de pollo y si existe conocimiento de cambios en los sistemas de cría de pollo que hayan podido influir, como pudiera ser la alimentación, estirpe, etc.**

Aunque con diferencias entre distintos trabajos, la concentración de aminas biógenas en la carne fresca de pollo suele ser muy baja, de manera que estos compuestos no parecen acumularse en los tejidos animales. Los sistemas de producción primarios de cría de pollos, por tanto, no parecen tener una influencia decisiva en los niveles de aminas biógenas en la carne. Sin embargo, los sistemas de producción y procesamiento de la carne sí pueden tener gran influencia en la contaminación microbiológica de las canales, lo que representa un factor crítico para la formación y acumulación de aminas biógenas en la carne durante su conservación y almacenamiento.

### **Influencia del tiempo de caducidad y temperatura de conservación desde el momento del sacrificio de los pollos**

La formación de aminas biógenas en los alimentos viene determinada por las condiciones ambientales que permiten el desarrollo de las bacterias descarboxiladoras y la actividad de sus enzimas.

La temperatura de procesado y la temperatura y tiempo de almacenamiento constituyen parámetros críticos para el desarrollo de estos agentes y, por tanto, la formación de aminas biógenas. Para minimizar la multiplicación de los microorganismos y la concomitante producción de aminas biógenas, los productos perecederos deben mantenerse a lo largo de toda la cadena de elaboración y transporte a temperaturas de entre 0 y 4 °C. Los trabajos revisados para la elaboración de este informe permiten concluir que, a 4 °C, la producción de aminas biógenas en carne de pollo aumenta exponencialmente a partir de 6 días de almacenamiento.

Dado que la pregunta se refiere al tiempo de caducidad desde el sacrificio de los pollos, dato que no se relaciona en algunos estudios, y teniendo en cuenta que la carne destinada a la elaboración de alimentos para la población infantil puede haber sido sometida a un proceso de picado o troceado que facilita el crecimiento microbiano, lo que tampoco se considera de forma habitual en los estudios, sería recomendable no utilizar carne de pollo con un tiempo de conservación superior a 5 días tras el sacrificio de las aves en la alimentación de niños menores de 3 años, y siempre que la carne se mantenga a una temperatura adecuada desde el sacrificio (0-4 °C).

### **A la vista de lo anterior, qué medidas pueden permitir minimizar el riesgo en los comedores que usen este tipo de carne cuando los destinatarios sean la población infantil menor de 3 años**

Para reducir al mínimo el riesgo de exposición a aminas biógenas en comedores que atienden a niños menores de 3 años es fundamental aplicar un conjunto de medidas preventivas a lo largo de toda la cadena alimentaria que incluyan:

1. Selección de materias primas de alta calidad higiénica.
2. Aplicación de buenas prácticas de manipulación y procesado.
3. Control riguroso de la cadena de frío.
4. Gestión cuidadosa del stock y planificación de menús.
5. Formación del personal de cocina y manipulación.

En resumen, la prevención efectiva del riesgo por aminas biógenas por carne de pollo en comedores infantiles requiere una cadena de medidas de control que incluyan una cuidadosa selección de las materias primas y un buen tratamiento de estas hasta su consumo, con especial atención al mantenimiento de una adecuada temperatura de refrigeración y un almacenamiento por tiempo limitado.

## **Referencias**

- AESAN (2022). Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. Intoxicación por histamina en los alimentos. Disponible en: [https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/seguridad\\_alimentaria/subdetalle/histamina.htm#:~:text=%C2%BFes%20frecuente%20la%20intoxicaci%C3%B3n%20por,brotos%20de%20intoxicaci%C3%B3n%20por%20histamina](https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/seguridad_alimentaria/subdetalle/histamina.htm#:~:text=%C2%BFes%20frecuente%20la%20intoxicaci%C3%B3n%20por,brotos%20de%20intoxicaci%C3%B3n%20por%20histamina) [acceso: 2-09-25].
- Alessandrini, L., Caprioli, G., Faiella, F., Fiorini, D., Galli, R., Huang, X., Marinelli, G., Nzekoue, F., Ricciutelli, M., Scortichini, S., Silvi, S., Tao, J., Tramontano, A., Turati, D. y Sagratini, G. (2022). A shelf-life study for the evaluation of a new biopackaging to preserve the quality of organic chicken meat. *Food Chemistry*, 371: 131134.

- Álvarez, M.A. y Moreno-Arribas, M.V. (2014). The problem of biogenic amines in fermented foods and the use of potential biogenic amine-degrading microorganisms as a solution. *Trends in Food Science and Technology*, 39 (2), pp: 146-155.
- Andersen, G., Marcinek, P., Sulzinger, N., Schieberle, P. y Krautwurst, D. (2019). Food sources and biomolecular targets of tyramine. *Nutrition Reviews*, 77 (2), pp: 107-115.
- Ascone, P., Maurer, J., Haldemann, J., Irmeler, S., Berthoud, H., Portmann, R., Fröhlich-Wyder, M.-T. y Wechsler, D. (2017). Prevalence and diversity of histamine-forming *Lactobacillus parabuchneri* strains in raw milk and cheese - A case study. *International Dairy Journal*, 70, pp: 26-33.
- Balamatsia, C.C., Paleologos, E.K., Kontominas, M.G. y Savva, I.N. (2006). Correlation between microbial flora, sensory changes and biogenic amines formation in fresh chicken meat stored aerobically or under modified atmosphere packaging at 4°C: Possible role of biogenic amines as spoilage indicators. *International Journal of General and Molecular Microbiology*, 89, pp: 9-17.
- Banicod, R.J.S., Ntege, W., Njiru, M.N., Abubakar, W.H., Kanthenga, H.T., Javaid, A. y Khan, F. (2024). Production and transformation of biogenic amines in different food products by the metabolic activity of the lactic acid bacteria. *International Journal of Food Microbiology*, 428: 110996.
- Barbieri, F., Montanari, C., Gardini, F. y Tabanelli, G. (2019). Biogenic amine production by lactic acid bacteria: a review. *Foods*, 8 (1), pp: 17.
- Bargossi, E., Gardini, F., Gatto, V., Montanari, C., Torriani, S. y Tabanelli, G. (2015). The capability of tyramine production and correlation between phenotypic and genetic characteristics of *Enterococcus faecium* and *Enterococcus faecalis* strains. *Frontiers in Microbiology*, 6: 1371.
- Blackwell, B. (1963). Hypertensive crisis due to monoamine-oxidase inhibitors. *The Lancet*, 282: 7313, pp: 849-851.
- Bodmer, S., Imark, C. y Kneubühl, M. (1999). Biogenic amines in foods: histamine and food processing. *Inflammation Research*, 48 (6), pp: 296-300.
- Borges, A., Cózar, A., Patarata, L., Gama, L., Alfaia, C., Fernandes, M., Fernandes, M., Pérez, H. y Fraqueza, M. (2020). Effect of high hydrostatic pressure challenge on biogenic amines, microbiota, and sensory profile in traditional poultry- and pork-based semidried fermented sausage. *Journal of Food Science*, 85: 1256.
- Bover-Cid, S., Torriani, S., Gatto, V., Tofalo, R., Suzzi, G., Belletti, N. y Gardini, F. (2009). Relationships between microbial population dynamics and putrescine and cadaverine accumulation during dry fermented sausage ripening. *Journal of Applied Microbiology*, 106 (4), pp: 1397-1407.
- Buňková, L., Buňka, F., Klčovská, P., Mrkvička, V., Doležalova, M. y Kráčmar, S. (2010). Formation of biogenic amines by Gram-negative bacteria isolated from poultry skin. *Food Chemistry*, 121, pp: 203-206.
- Burgut, A. (2020). Effects of propolis extracts on biogenic amine production by food-borne pathogens. *KVFD*, 26 (2), pp: 193-200.
- Calles-Enríquez, M., Eriksen, B.H., Andersen, P.S., Rattray, F.P., Johansen, A.H., Fernández, M., Ladero, V. y Álvarez, M.A. (2010). Sequencing and transcriptional analysis of the *Streptococcus thermophilus* histamine biosynthesis gene cluster: factors that affect differential *hdcA* expression. *Applied and Environmental Microbiology*, 76 (18), pp: 6231-6238.
- Chmiel, M., Roszko, M., Hać-Szymańczuk, E., Cegińska, A., Adamczak, L., Florowski, T., Pietrzak, D., Bryła, M. y Świder, O. (2022). Changes in the microbiological quality and content of biogenic amines in chicken fillets packed using various techniques and stored under different conditions. *Food Microbiology*, 102: 103920.
- Colombo, F.M., Cattaneo, P., Confalonieri, E. y Bernardi, C. (2018). Histamine food poisonings: A systematic review and meta-analysis. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58 (7), pp: 1131-1151.
- Comas-Basté, O., Latorre-Moratalla, M.L., Sánchez-Pérez, S., Veciana-Nogués, M.T. y Vidal-Carou, M.C. (2019). Histamine and other Biogenic Amines in Food. From Scombroid Poisoning to Histamine Intolerance. En libro: *Biogenic Amines*. Proestos, C. (Ed.), IntechOpen.

- Costa, V.M., Grando, L.G.R., Milandri, E., Nardi, J., Teixeira, P., Mladenka, P. y Remiao, F. (2022). Natural sympathomimetic drugs: From pharmacology to toxicology. *Biomolecules*, 12 (12): 1793.
- Cruz-Monterrosa, R.G., Reséndiz-Cruz, V., Rayas-Amor, A.A., López, M. y Miranda-de la Lama, G.C. (2017). Bruises in beef cattle at slaughter in Mexico: Implications on quality, safety and shelf life of the meat. *Tropical Animal Health and Production*, 49, pp: 145-152.
- Cueva, C., García-Ruiz, A., González-Rompinelli, E., Bartolome, B., Martín-Álvarez, P.J., Salazar, O., Vicente, M.F., Bills, G.F. y Moreno-Arribas, M.V. (2012). Degradation of biogenic amines by vineyard ecosystem fungi. Potential use in winemaking. *Journal of Applied Microbiology*, 112, pp: 672-682.
- Czajkowska-Mysiek, A. y Leszczyńska, J. (2017). Risk assessment related to biogenic amines occurrence in ready-to-eat baby foods. *Food and Chemical Toxicology*, 105, pp: 82-92.
- Dabadé, D.S., Jacxsens, L., Miclotte, L., Abatih, E., Devlieghere, F. y De Meulenaer, B. (2021). Survey of multiple biogenic amines and correlation to microbiological quality and free amino acids in foods. *Food Control*, 120: 107497.
- Dankovic, D.A., Naumann, B.D., Maier, A., Dourson M.L. y Levy, L.S. (2015). The Scientific Basis of Uncertainty Factors Used in Setting Occupational Exposure Limits. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 12, pp: S55-S68.
- Del Rio, B., Linares, D.M., Ladero, V., Redruello, B., Fernandez, M., Martin, M.C. y Alvarez, M.A. (2016). Putrescine biosynthesis in *Lactococcus lactis* is transcriptionally activated at acidic pH and counteracts acidification of the cytosol. *International Journal of Food Microbiology*, 236, pp: 83-89.
- Del Rio, B., Redruello, B., Linares, D.M., Ladero, V., Fernandez, M., Martin, M.C., Ruas-Madiedo, P. y Alvarez, M.A. (2017). The dietary biogenic amines tyramine and histamine show synergistic toxicity towards intestinal cells in culture. *Food Chemistry*, 218, pp: 249-255.
- Del Rio, B., Redruello, B., Linares, D.M., Ladero, V., Ruas-Madiedo, P., Fernandez, M., Martin, M.C. y Alvarez, M.A. (2018). Spermine and spermidine are cytotoxic towards intestinal cell cultures, but are they a health hazard at concentrations found in foods? *Food Chemistry*, 269, pp: 321-326.
- Del Rio, B., Fernández, M., Redruello, B., Ladero, V. y Álvarez, M.A. (2024). New insights into the toxicological effects of dietary biogenic amines. *Food Chemistry*, 435: 137558.
- Demoncheaux, J.P., Michel, R., Mazenot, C., Duflos, G., Iacini, C., de Laval, F., Saware, E.M. y Renard, J.C. (2012). A large outbreak of scombroid fish poisoning associated with eating yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) at a military mass catering in Dakar, Senegal. *Epidemiology and Infection*, 140 (6), pp: 1008-1012.
- Díaz, M., Ladero, V., del Rio, B., Redruello, B., Fernández, M., Martín, M.C. y Álvarez, M.A. (2016). Biofilm-forming capacity in biogenic amine-producing bacteria isolated from dairy products. *Frontiers in Microbiology*, 7: 591.
- Doeun, D., Shin, H. y Chung, M. (2016). Effects of storage temperatures, vacuum packaging, and high hydrostatic pressure treatment on the formation of biogenic amines in Gwamegi. *Applied Biological Chemistry*, 59, pp: 51-58.
- Doeun, D., Davaatseren, M. y Chung, M.S. (2017). Biogenic amines in foods. *Food Science and Biotechnology*, 26 (6), pp: 1463-1474.
- Domínguez, R., Munekata, P.E., Agregan, R. y Lorenzo, J.M. (2016). Effect of commercial starter cultures on free amino acid, biogenic amine and free fatty acid contents in dry-cured foal sausage. *LWT-Food Science and Technology*, 71, pp: 47-53.
- Durak-Dados, A., Michalski, M. y Osek, J. (2020). Histamine and other biogenic amines in food. *Journal of Veterinary Research*, 64, pp: 281-288.
- EFSA (2011). Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria. Scientific opinion on risk based control of biogenic amine formation in fermented foods. *EFSA Journal*, 9 (10): 2393.
- EFSA (2012). Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria. Guidance on selected default values to be used by the EFSA Scientific Committee, Scientific Panels and Units in the absence of actual measured data. *EFSA Journal*, 10 (3): 2579, pp: 1-32. doi: 10.2903/j.efsa.2012.2579.

- EFSA (2025). Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria. Comprehensive Food Consumption Database. Disponible en: <https://www.efsa.europa.eu/en/data-report/food-consumption-data> [acceso: 2-09-25].
- Ekici, K. y Omer, A.K. (2018). Determination of some biogenic amines in Turkish fermented sausages consumed in Van. *Toxicology Reports*, 5, pp: 639-643.
- Ekici, K. y Omer, A.K. (2020). Biogenic amines formation and their importance in fermented foods. *Bio Web of Conferences*, 232, pp: 17.
- Emborg, J. y Dalgaard, P. (2006). Formation of histamine and biogenic amines in cold-smoked tuna: an investigation of psychrotolerant bacteria from samples implicated in cases of histamine fish poisoning. *Journal of Food Protection*, 69, pp: 897-906.
- Espinosa-Pesqueira, D., Hernández-Herrero, M. y Roig-Sagués, A. (2018). High hydrostatic pressure as a tool to reduce formation of biogenic amines in artisanal Spanish cheeses. *Foods*, 7: 137.
- Esposito, L., Mastrocola, D. y Martuscelli, M. (2022). Approaching to biogenic amines as quality markers in packaged chicken meat. *Frontiers in Nutrition*, 9: 966790.
- Fernández de Palencia, P., Fernández, M., Mohedano, M.L., Ladero, V., Quevedo, C., Alvarez, M.A. y López P. (2011). Role of tyramine synthesis by food-borne *Enterococcus durans* in adaptation to the gastrointestinal tract environment. *Applied and Environmental Microbiology*, 77 (2), pp: 699-702.
- FDA (2011). Food and Drug Administration. Scombrototoxin (histamine) formation, fish and fishery products hazards and controls guidance (4th Ed.). Washington, D.C. Department of Health and Human Services, Public Health Service, pp: 113-152.
- FDA (2022). Food and Drug Administration. Fish and Fishery Products Hazards and Controls Guidance June 2022 Edition. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Food and Drug Administration Center for Food Safety and Applied Nutrition, Office of Food Safety.
- Flórez-Duque, A.V., Moreno-Arango, M.A. y Franco-Tobón, Y.N. (2023). Aminas Biógenas encontradas en carnes, pescado y productos cárnicos: formación y efectos en la salud. *Hechos Microbiológicos*, 14 (1), pp: 26-44.
- FNS (2018). Food and Nutrition Service. Porciones para niños preescolares (FNS-726-S). USDA.
- Fraqueza, M., Alfaia, C. y Barreto, A. (2012). Biogenic amine formation in turkey meat under modified atmosphere packaging with extended shelf life: Index of freshness. *Poultry Science*, 91 (6), pp: 1465-1472.
- Gallas, L., Standarová, E., Steinhäuserová, I., Steinhäuser, L. y Vorlová, L. (2010). Formation of Biogenic Amines in Chicken Meat Stored under Modified Atmosphere. *Acta Veterinaria Brno*, 79, 107-116.
- Gardini, F., Martuscelli, M., Crudele, M.A., Paparella, A. y Suzzi, G. (2002). Use of *Staphylococcus xylosum* as a starter culture in dried sausages: effect on the biogenic amine content. *Meat Science*, 61, pp: 275-283.
- Gardini, F., Tofalo, R., Belletti, N., Iucci, L., Suzzi, G., Torriani, S., Guerzoni, M.E. y Lanciotti, R. (2006). Characterization of yeasts involved in the ripening of Pecorino Crotonese cheese. *Food Microbiology*, 23 (7), pp: 641-648.
- Gardini, F., Bover-Cid, S., Tofalo, R., Belletti, N., Gatto, V., Suzzi, G. y Torriani, S. (2008). Modeling the aminogenic potential of *Enterococcus faecalis* EF37 in dry fermented sausages through chemical and molecular approaches. *Applied and Environmental Microbiology*, 74, pp: 2740-2750.
- Gardini, F., Özogul, Y., Suzzi, G., Tabanelli, G. y Özogul, F. (2016). Technological factors affecting biogenic amine content in foods: a review. *Frontiers in Microbiology*, 7: 1218.
- González-Fernández, C., Santos, E., Jaime, I. y Rovira, J. (2003). Influence of starter cultures and sugar concentrations of biogenic amine contents in chorizo dry sausage. *Food Microbiology*, 20, pp: 275-284.
- González-Tenorio, R., Fonseca, B., Caro, I., Fernández-Diez, A., Kuri, V., Soto, S. y Mateo, J. (2013). Changes in biogenic amine levels during storage of Mexican-style soft and Spanish-style dry-ripened sausages with different a(w) values under modified atmosphere. *Meat Science*, 94 (3), pp: 369-375.
- Greif, G., Greifova, M. y Karovicova, J. (2006). Effects of NaCl concentration and initial pH value on biogenic amine formation dynamics by *Enterobacter* spp. bacteria in model conditions. *Journal of Food Nutrition and Research*, 45, pp: 21-29.

- Halász, A., Baráth, A., Simon-Sarkadi, L. y Holzapfel, W. (1994). Biogenic amines and their production by micro-organisms in food. *Trends in Food Science and Technology*, 5, pp: 42-49.
- Harmelin, Y., Hubiche, T., Pharaon, M. y Del Giudice, P. (2018). Three cases of scombroid poisoning. *Annales de Dermatologie et de Venereologie*, 145 (1), pp: 29-32.
- Hassan, M.A., El-Shater, M.A., Heikal, I.G. y Waly, H.A. (2013). Biogenic amines in chicken cut-up meat products. *BVMJ*, 24, pp: 70-81.
- Houicher, A., Kuley, E., Özoğul, F. y Bendeddouche, B. (2015). Effect of natural extracts (*Mentha spicata* L. and *Artemisia campestris*) on biogenic amine formation of sardine vacuum-packed and refrigerated (*Sardina pilchardus*) fillets. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39, pp: 2393-2403.
- Hungerford, J.M. (2021). Histamine and scombrototoxins. *Toxicon*, 201, pp: 115-126.
- Hutchins, A.M., McIver, I.E. y Johnston, C.S. (2005). Hypertensive crisis associated with high dose soy isoflavone supplementation in a post-menopausal women: A case report. *BMC Women's Health*, 5 (9).
- IGHRC (2003). Interdepartmental Group on Health Risks from Chemicals. Uncertainty factors: Their use in human health risk assessment by UK Government. e Institute for Environment and Health. Disponible en: [http://www.iehconsulting.co.uk/IEH\\_Consulting/IEHCPubs/IGHRC/cr9.pdf](http://www.iehconsulting.co.uk/IEH_Consulting/IEHCPubs/IGHRC/cr9.pdf) [acceso: 2-09-25].
- Ivanov, G.Y., Ivanova, I.V., Slavchev, A.K. y Vassilev, K.P. (2015). Biogenic amines and their role as index of freshness in chicken meat. *Journal of Applied Life Sciences International*, 3 (2), pp: 55-62.
- Jaguey-Hernández, Y., Aguilar-Arteaga, K., Ojeda-Ramirez, D., Añorve-Morga, J., González-Olivares, L.G. y Castañeda-Ovando, A. (2021). Biogenic amines levels in food processing: Efforts for their control in foodstuffs. *Food Research International*, 144: 110341.
- Jairath, G., Singh, P.K., Dabur, R.S., Rani, M. y Chaudhari, M. (2015). Biogenic amines in meat and meat products and its public health significance: A review. *Journal of Food Science & Technology*, 52, pp: 6835-6846.
- Jarisch, R. (2014). Histamin-Intoleranz. *Aktuelle Dermatologie*, 40 (7), pp: 275-282. doi: 10.1055/s-0034-1367613.
- Jastrzębska, A., Kmiecik, A., Gralak, Z., Brzuzy, K., Nowaczyk, J., Cichosz, M., Krzemiński, M.P. y Szyk, E. (2024). Determination of biogenic amine level variations upon storage, in chicken breast coated with edible protective film. *Foods*, 13 (7): 985.
- Johanson, G., Moto, T.P. y Schenk, L.A. (2023). Scoping review of evaluations of and recommendations for default uncertainty factors in human health risk assessment. *Journal of Applied Toxicology*, 43, pp: 186-194.
- Kalac, P. y Krausová, P. (2005). A review of dietary polyamines: formation, implications for growth and health and occurrence in foods. *Food Chemistry*, 90 (1), pp: 219-230.
- Kanki, M., Yoda, T., Tsukamoto, T. y Baba, E. (2007). Histidine decarboxylases and their role in accumulation of histamine in tuna and dried saury. *Applied and Environmental Microbiology Journal*, 73, pp: 1467-1473.
- Kannan, S.K., Ambrose, B., Sudalaimani, S., Pandiaraj, M., Giribabu, K. y Kathiresan, M. (2020). A review on chemical and electrochemical methodologies for the sensing of biogenic amines. *Analytical Methods*, 12, pp: 3438-3453.
- Karovičová, J. y Kohajdová, Z. (2005). Biogenic amines in food. *Chemical Papers*, 59 (1), pp: 70-79.
- Kebarly, K.M.K., El-Sonbaty, A.H. y Badawi, R.M. (1999). Effects of heating milk and accelerating ripening of low-fat Ras cheese on biogenic amines and free amino acids development. *Food Chemistry*, 64 (1), pp: 67-75.
- Kongkiattikajorn, J. (2015). Effect of ginger extract to inhibit biogenic amines accumulation during Nham fermentation. *Journal of Food Chemistry and Nanotechnology*, 1, pp: 15-19.
- Krizek, M., Pavlíček, T. y Vacha, F. (2002). Formation of selected biogenic amines in carp meat. *Journal of Science and Food Agriculture*, 82, pp: 1088-1093.
- Kuley, F., Rathod, N., Kuley, E., Yilmaz, M. y Ozogul, F. (2024). Inhibition of food-borne pathogen growth and biogenic amine synthesis by spice extracts. *Foods*, 13: 364.
- La Gioia, F., Rizzotti, L., Rossi, F., Gardini, F., Tabanelli, G. y Torriani, S. (2011). Identification of a tyrosine decarboxylase gene (*tdcA*) in *Streptococcus thermophilus* 1TT45 and analysis of its expression and tyramine production in milk. *Applied and Environmental Microbiology*, pp: 1140-1144.

- Ladero, V., Calles, M., Fernández, M. y Alvarez, M.A. (2010). Toxicological effects of dietary biogenic amines. *Current Nutrition and Food Science*, 6 (2), pp: 145-156.
- Ladero, V., Fernández, M., Calles-Enríquez, M., Sanchez-Llana, E., Canedo, E., Martín, M.C. y Alvarez, M.A. (2012). Is the production of the biogenic amines tyramine and putrescine a species-level trait in enterococci? *Food Microbiology*, 30 (1), pp: 132-138.
- Ladero, V., Linares, D.M., Pérez, M., del Rio, B., Fernández, M. y Alvarez, M.A. (2017). Biogenic amines in dairy products. En libro: *Microbial toxins in dairy products*. Tamime, A.Y. (Ed.). John Wiley & Sons, Hoboken, NJ, USA. pp: 94-131.
- Latorre-Moratalla, M., Bover-Cid, S., Aymerich, T., Marcos, B., Vidal-Carou, M.C. y Garriga, M. (2007). Aminogenesis control in fermented sausages manufactured with pressurized meat batter and starter culture. *Meat Science*, 75 (3), pp: 460-469.
- Latorre-Moratalla, M.L., Bover-Cid, S., Bosch-Fusté, J. y Vidal-Carou, M.C. (2012). Influence of technological conditions of sausage fermentation on the aminogenic activity of *L. curvatus* CTC273. *Food Microbiology*, 29, pp: 43-48.
- Lázaro, C.A., Conte-Junior, C.A., Monteiro, M.L., Canto, A.C., Costa-Lima, B.R., Mano, S.B. y Franco, R.M. (2014). Effects of ultraviolet light on biogenic amines and other quality indicators of chicken meat during refrigerated storage. *Poult Science*, 93 (9), pp: 2304-2313.
- Lázaro, C.A., Junior, C.A.C., Canto, A.C., Monteiro, M.L.G. y Franco, R.M. (2015). Biogenic amines as bacterial quality indicators in different poultry meat species. *LWT Food Science and Technology*, 60, pp: 15-21.
- Lázaro, C.A., Conte-Junior, C.A., Medina-Vara, M., Mota-Rojas, D., Cruz-Monterrosa, R. y Guerrero-Legarreta, I. (2019). Effect of pre-slaughter confinement stress on physicochemical parameters of chicken meat. *Ciência Animal Brasileira*, 20, pp: 1-11.
- Lehane, L. y Olley, J. (2000). Histamine fish poisoning revisited. *International Journal of Food Microbiology*, 58 (1-2), pp: 1-37.
- Li, J., Jiang, K., Yang, H., Zhang, X., Huang, H., Ye, X. y Zhi, Z. (2023). Proanthocyanidins from Chinese bayberry (*Myrica rubra*) leaves effectively inhibit the formation of biogenic amines in the brewing soy sauce. *Agriculture*, 13: 2100.
- Linares, D.M., Martín, M., Ladero, V., Alvarez, M.A. y Fernández, M. (2011). Biogenic amines in dairy products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 51 (7), pp: 691-703.
- Linares, D.M., del Rio, B., Ladero, V., Martínez, N., Fernández, M., Martín, M.C. y Álvarez, M.A. (2012). Factors influencing biogenic amines accumulation in dairy products. *Frontiers in Microbiology*, 3: 180.
- Linares, D.M., del Rio, B., Redruello, B., Ladero, V., Martín, M.C., Fernández, M., Ruas-Maliedo, P. y Alvarez, M.A. (2016). Comparative analysis of the *in vitro* cytotoxicity of the dietary biogenic amines tyramine and histamine. *Food Chemistry*, 197 (Pt A), pp: 658-663.
- Linsalata, M. y Russo, F. (2008). Nutritional factors and polyamine metabolism in colorectal cancer. *Nutrition*, 24 (4), pp: 382-389.
- Liu, F., Xu, W., Du, L., Wang, D., Zhu, Y., Geng, Z., Zhang, M. y Xu, W. (2014). Heterologous expression and characterization of tyrosine decarboxylase from *Enterococcus faecalis* R61Z21 and *Enterococcus faecium* R615Z1. *Journal of Food Protection*, 77, pp: 592-598.
- Liu, Y., He, Y., Li, H., Jia, D., Fu, L., Chen, J., Zhang, D. y Wang, Y. (2024). Biogenic amines detection in meat and meat products: the mechanisms, applications, and future trends. *Journal of Future Foods*, 4 (1), pp: 21-36.
- Lorencová, E., Buňková, L., Pleva, P., Dráb, V., Kubán, V. y Buňka, F. (2014). Selected factors influencing the ability of *Bifidobacterium* to form biogenic amines. *International Journal of Food Science and Technology*, 49, pp: 1302-1307.
- Maintz, L. y Novak, N. (2007). Histamine and histamine intolerance. *American Journal of Clinical Nutrition*, 85 (5), pp: 1185-1196.
- Marcobal, A., Martín-Alvarez, P.J., Polo, M.C., Munoz, R. y Moreno-Arribas, M.V. (2006). Formation of biogenic amines throughout the industrial manufacture of red wine. *Journal of Food Proteins*, 69, pp: 397-404.

- Masson, F., Johansson, G. y Montel, M.C. (1999). Tyramine production by a strain of *Carnobacterium divergens* inoculated in meat-fat mixture. *Meat Science*, 52, pp: 65-69.
- McCabe-Sellers, B.J., Staggs, C.G. y Bogle, M.L. (2006). Tyramine in foods and monoamine oxidase inhibitor drugs: A crossroad where medicine, nutrition, pharmacy, and food industry converge. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19 (Suppl.), pp: S58-S65.
- Min, H., An, F., Wei, T., Wang, S., Ma, P. y Dai, Y. (2023). Microbial community structure and biogenic amines content variations in chilled chicken during storage. *Food Science and Nutrition*, 11, pp: 627-638.
- Moreno-Arribas, M.V. y Lonvaud-Funel, A. (2001). Purification and characterization of tyrosine decarboxylase of *Lactobacillus brevis*. *FEMS Microbiology Letters*, 195, pp: 103-107.
- Motaghifar, A., Akbari-Adergani, B., Rokney, N. y Mottalebi, A. (2021). Evaluating red meat putrefaction in long term storage in freezing condition based on co-variation of major biogenic amines and Total Volatile Nitrogen. *Food Science and Technology*, 41 (Suppl. 1), pp: 123-128.
- Naila, A., Flint, S., Fletcher, G., Bremer, P. y Meerdink, G. (2024). Control of biogenic amines in food-existing and emerging approaches. *Journal of Food Science*, 75 (7), pp: R139-R150.
- Nieto-Arribas, P., Poveda, J.M., Seseña, S., Palop, L. y Cabezas, L. (2009). Technological characterization of *Lactobacillus* isolates from traditional Manchego cheese for potential use as adjunct starter cultures. *Food Control*, 20, pp: 1092-1098.
- Novella-Rodríguez, S., Veciana-Nogués, M., Saldo, J. y Vidal-Carou, M. (2002). Effects of high hydrostatic pressure treatments on biogenic amine contents in goat cheeses during ripening. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50 (25), pp: 7288-7292.
- Núñez, M. d.O.A. y Calzada, J. (2016). Biogenic amines. In, Encyclopedia of Food and Health. *Food Science*, 1, pp: 416-423.
- Omer, A.K., Mohammed, R.R., Ameen, P.S.M., Abas, Z.A. y Ekici, K. (2021). Presence of biogenic amines in food and their public health implications: A review. *Journal of Food Protection*, 84 (9), pp: 1539-1548.
- Özoğul, I., Kuley, E., Uçar, Y., Yazgan, H. y Özoğul, Y. (2021). Inhibitory impacts of *Spirulina platensis* and *Chlorella vulgaris* extracts on biogenic amine accumulation in sardine fillets. *Food Bioscience*, 41: 101087.
- Papageorgiou, M., Lambropoulou, D., Morrison, C., Klodzinske, E., Namiesnik, J. y Plotka-Wasylyca, J. (2018). Literature update of analytical methods for biogenic amines determination in food and beverages. *Trends in Analytical Chemistry*, 98, pp: 128-142.
- Paz, S., Rubio, M.C., Gutiérrez, Á., Revert, M.C., González-Weller, D., Caballero, J.M. y Hardisson, A. (2022). Manual de Problemas. Evaluación del Riesgo Toxicológico de los Alimentos. Disponible en: <https://riull.ull.es/xmlui/handle/915/37138> [acceso: 2-09-25].
- Pei, Y., Asif-Malik, A. y Canales, J.J. (2016). Trace amines and the trace amine-associated receptor 1: pharmacology, neurochemistry, and clinical implications. *Frontiers in Neuroscience*, 10, pp: 148.
- Pérez, M., Calles-Enríquez, M., Nes, I., Martín, M.C., Fernández, M., Ladero, V. y Álvarez, M.A. (2015). Tyramine biosynthesis is transcriptionally induced at low pH and improves the fitness of *Enterococcus faecalis* in acidic environments. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 99 (8), pp: 3547-3558.
- Purves, D., Augustine G.J., Fitzpatrick, D., Katz, L.C., LaMantia, A.S., McNamara, J.O., et al. (2001). En libro: *Neuroscience*. 3rd ed. Sinauer Associates; Sunderland, MA, USA, pp: 671.
- RASFF (2025). Rapid Alert System for Food and Feed. Disponible en: [https://food.ec.europa.eu/food-safety/rasff\\_en](https://food.ec.europa.eu/food-safety/rasff_en) [acceso: 2-09-25].
- Rauscher-Gabernig, E., Grossgut, R., Bauer, F. y Paulsen, P. (2009). Assessment of alimentary histamine exposure of consumers in Austria and development of tolerable levels in typical foods. *Food Control*, 20, pp: 423-429.
- Rodríguez, M.B.R., da Silva, C.C., da Silva, M.B.F., Júnior, C.A. y Mano, S.B. (2014). Bioactive amines: aspects of quality and safety in food. *Food and Nutrition Sciences*, 5, pp: 138-146.

- Rodríguez, M.B.R., Conte-Junior, C.A., Carneiro, C.S., Lázaro, C.A. y Mano, S.B. (2015). Biogenic amines as a quality index in shredded cooked chicken breast filled stored under refrigeration and modified atmosphere. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39, pp: 2043-2048.
- Roig-Sagués, A.X., Molina, A.P. y Hernández-Herrero, M.M. (2002). Histamine and tyramine-forming microorganisms in Spanish traditional cheeses. *European Food Research and Technology*, 215 (2), pp: 96-100.
- Romano, A., Ladero, V., Alvarez, M.A. y Lucas, P.M. (2014). Putrescine production via the ornithine decarboxylation pathway improves the acid stress survival of *Lactobacillus brevis* and is part of a horizontally transferred acid resistance locus. *International Journal of Food Microbiology*, 175, pp: 14-19.
- Roseiro, C., Santos, C., Sol, M., Silva, L. y Fernandes, I. (2006). Prevalence of biogenic amines during ripening of a traditional dry fermented pork sausage and its relation to the amount of sodium chloride added, *Meat Science*, 74, pp: 557-563.
- Rosell-Camps, A., Zibetti, S., Pérez-Esteban, G., Vila-Vidal, M., Ferrés Ramis, L. y García-Teresa-García, L. (2013). Intolerancia a la histamina como causa de síntomas digestivos crónicos en pacientes pediátricos. *Revista Española de Enfermedades Digestivas*, 105 (4), pp: 201-207.
- Ruiz-Capillas, C., Pintado, T. y Jiménez-Colmenero, F. (2012). Biogenic amine formation in refrigerated fresh sausage "chorizo" keeps in modified atmosphere. *Journal of Food Biochemistry*, 36, pp: 449-457.
- Ruiz-Capillas, C. y Herrero, A.M. (2019). Impact of biogenic amines on food quality and safety, *Foods*, 8: 62.
- Saewa, S.A., Khidhir, Z.K. y Al Bayati, M.H. (2021). The impact of storage duration and conditions on the formation of biogenic amines and microbial content in poultry meat. *Iraqi Journal of Veterinary Sciences*, 35 (1), pp: 183-188.
- Sánchez-Pérez, S., Comas-Basté, O., Veciana-Nogués, M.T., Latorre-Moratalla, M.L. y Vidal-Carou, M.C. (2021). Low-histamine diets: is the exclusion of foods justified by their histamine content? *Nutrients*, 13: 1395.
- Sánchez-Pérez, S., Comas-Basté, O., Duelo, A., Veciana-Nogués, M.T., Berlanga, M., Vidal-Carou, M.C. y Latorre-Moratalla, M.L. (2022). The dietary treatment of histamine intolerance reduces the abundance of some histamine-secreting bacteria of the gut microbiota in histamine intolerant women. A pilot study. *Frontiers in Nutrition*, 9: 1018463.
- Schirone, M., Esposito, L., D'onofrio, F. Visciano, P., Martuscelli, M., Mastrocola, D. y Paparella, A. (2022). Biogenic amines in meat and meat products: a review of the science and future perspectives. *Foods*, 11: 788.
- Shalaby, A.R. (1996). Significance of biogenic amines to food safety and human health. *Food Research International*, 29 (7), pp: 675-690.
- Shashank, A., Gupta, A.K., Singh, S. y Ranjan, R. (2021). Biogenic amines (BAs) in meat products, regulatory policies, and detection methods. *Current Nutrition & Food Science*, 17, pp: 1-11.
- Silva, C.M.G. y Glória, B.A. (2002). Bioactive amines in chicken breast and thigh after slaughter and during storage at 4±1°C and in chicken-based meat products. *Food Chemistry*, 78 (2), pp: 241-248.
- Simon-Sarkadi, L., Pásztor-Huszár, K., Dalmadi, I. y Kiskó, G. (2012). Effect of high hydrostatic pressure processing on biogenic amine content of sausage during storage. *Food Research International*, 47, pp: 380-384.
- Siripongpreda, T., Siralertmukul, K. y Rodthongkum, N. (2020). Colorimetric sensor and LDI-MS detection of biogenic amines in food spoilage based on porous PLA and graphene oxide. *Food Chemistry*, 329: 127165.
- Sivamaruthi, B.S., Kesika, P. y Chaiyasut, C. (2021). A narrative review on biogenic amines in fermented fish and meat products. *Journal of Food Science and Technology*, 58 (5), pp: 1623-1639.
- Sun, Q., Zhao, X., Chen, H., Zhang, C. y Kong, B. (2018). Impact of spice extracts on the formation of biogenic amines and the physicochemical, microbiological and sensory quality of dry sausage. *Food Control*, 92, pp: 190-200.
- Sved, A.F., Weeks, J.J., Grace, A.A., Smith, T.T. y Donny, E.C. (2022). Monoamine oxidase inhibition in cigarette smokers: From preclinical studies to tobacco product regulation. *Frontiers in Neuroscience*, 16: 886496.
- Tabanelli, G., Torriani, S., Rossi, F., Rizzotti, L. y Gardini, F. (2012). Effect of chemico-physical parameters on the histidine decarboxylase (HdcA) enzymatic activity in *Streptococcus thermophilus* PRI60. *Journal of Food Science*, 77, pp: M231-M237.

- Tabanelli, G. (2020). Biogenic Amines and Food Quality: Emerging Challenges and Public Health Concerns. *Foods*, 9 (7): 859, pp: 1-4.
- Til, H.P., Falke, H.E., Prinsen, M.K. y Willems, M.I. (1997). Acute and subacute toxicity of tyramine, spermidine, spermine, putrescine and cadaverine in rats. *Food and Chemical Toxicology*, 35 (3-4), pp: 337-348.
- Tittarelli, R., Mannocchi, G., Pantano, F. y Saverio Romolo, F. (2015). Recreational use, analysis and toxicity of tryptamines. *Current Neuropsychopharmacology*, 13, pp: 26-46.
- Triki, M., Herrero, A.M., Jiménez-Colmenero, F. y Ruiz-Capillas, C. (2018). Quality assessment of fresh meat from several species based on free amino acid and biogenic amine contents during chilled storage. *Foods*, 7: 132.
- Turna, N.S., Chung, R. y McIntyre, L. (2024). A review of biogenic amines in fermented foods: Occurrence and health effects. *Heliyon*, 10 (2), pp: e24501.
- UE (2004a). Reglamento (CE) N° 852/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004, relativo a la higiene de los productos alimenticios. DO L 139 de 30 de abril de 2004, pp: 1-54.
- UE (2004b). Reglamento (CE) N° 853/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004, por el que se establecen normas específicas de higiene de los alimentos de origen animal. DO L 139 de 30 de abril de 2004, pp: 55-205.
- UE (2005). Reglamento (CE) N° 2073/2005 de la Comisión, de 15 de noviembre de 2005, relativo a los criterios microbiológicos aplicables a los productos alimenticios. DO L 338 de 22 de diciembre de 2005, pp: 1-26.
- UE (2008). Reglamento (CE) N° 1333/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, sobre aditivos alimentarios. DO L 354 de 31 de diciembre de 2008, pp: 16-33.
- UE (2012). Reglamento (UE) N° 231/2012 de la Comisión, de 9 de marzo de 2012, por el que se establecen especificaciones para los aditivos alimentarios que figuran en los anexos II y III del Reglamento (CE) N° 1333/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo. DO L 83 de 22 de marzo de 2012, pp: 1-295.
- Van den Berg, C.M., Blog, L.F., Kemper, E.M. y Azzaro, A.J. (2003). Tyramine pharmacokinetics and reduced bioavailability with food. *The Journal of Clinical Pharmacology*, 43 (6), pp: 604-609.
- Van den Eynde, V., Gillman, P.K. y Blackwell, B.B. (2022). The prescriber's guide to the MAOI diet-thinking through tyramine troubles. *Psychopharmacology Bulletin*, 52 (2), pp: 73-116.
- Velut, G., Delon, F., Merigaud, J.P., Tong, C., Duflos, G., Boissan, F., Watier-Grillot, D., Boni, M., Derkenne, C., Dia, A., Texier, G., Vest, P., Meynard, J.B., Fournier, P.E., Chesnay, A. y Pommier de Santi, V. (2019). Histamine food poisoning: A sudden, large outbreak linked to fresh yellowfin tuna from Reunion Island, France, April 2017. *Eurosurveillance*, 24 (22): 1800405.
- Vidal-Carou, M.C., Izquierdo, M.L., Martín, M.C. y Mariné, A. (1990). Histamina y tiramina en derivados cárnicos. *Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos*, 30 (1), pp: 102-108.
- Vinci, G. y Antonelli, M.L. (2002). Biogenic amines: quality index of freshness in red and white meat. *Food Control*, 13, pp: 519-524.
- Wechsler, D., Irmeler, S., Berthoud, H., Portmann, R., Badertscher, R., Bisig, W., Schaefroth, K. y Frohlich-Wyder, M.-T. (2021). Influence of the inoculum level of *Lactobacillus parabuchneri* in vat milk and of the cheese-making conditions on histamine formation during ripening. *International Dairy Journal*, 113: 104883.
- Wöhrl, S., Hemmer, W., Focke, M., Rappersberger, K. y Jarisch, R. (2004). Histamine intolerance-like symptoms in healthy volunteers by oral provocation with liquid histamine. *Allergy and Asthma Proceedings*, 25 (5), pp: 305-311.
- Wójcik, W., Łukasiewicz-Mierzejewska, M., Damaziak, K. y Bień, D. (2022). Biogenic Amines in Poultry Meat and Poultry Products: Formation, Appearance, and Methods of Reduction. *Animals*, 12 (12), pp: 1577.
- Wójcik, W., Damaziak, K., Łukasiewicz-Mierzejewska, M., Świder, O., Niemiec, J., Wójcicki, M., Roszko, M., Gozdowski, D., Riedel, J. y Marzec, A. (2023). Correlation between biogenic amines and their precursors in stored chicken meat. *Applied Sciences*, 13: 12230.

- Wojnowski, W., Plotka-Wasyłka, J., Kalinowska, K., Majchrzak, T., Dymerski, T., Szweida, P. y Namieśnik, J. (2018). Direct determination of cadaverine in the volatile fraction of aerobically stored chicken breast samples. *Monatshefte für Chemie*, 149, pp:1521-1525.
- Wojnowski, W., Kalinowska, K., Majchrzak, T., Plotka-Wasyłka, J. y Namieśnik, J. (2019). Prediction of the Biogenic Amines Index of Poultry Meat Using an Electronic Nose. *Sensors*, 19: 1580, pp: 1-10.
- Volken, W.A.M., Lucas, P.M., Lonvaud-Funel, A. y Lolkema, J.S. (2006). The mechanism of the tyrosine transporter TyrP supports a proton motive tyrosine decarboxylation pathway in *Lactobacillus brevis*. *Journal of Bacteriology*, 188 (6), pp: 2198-2206.
- Worm, J., Falkenberg, K. y Olesen, J. (2019). Histamine and migraine revisited: Mechanisms and possible drug targets. *Journal of Headache and Pain*, 20 (1): 30.
- Wortberg, W. y Woller, R. (1982). Quality and freshness of meat and meat products as related to their content of biogenic amines. *Fleischwirtschaft*, 62, pp: 1457-1463.
- Yue, C.S., Lim, A.K., Chia, M.L., Wong, P.Y., Chin, J.S.R. y Wong, W.H. (2023). Determination of biogenic amines in chicken, beef, and mutton by dansyl chloride microwave derivatization in Malaysia. *Journal of Food Science*, 88, pp: 650-665.
- Zaman, M.Z., Abu-Bakar, F., Jinap, S. y Bakar, J. (2011). Novel starter cultures to inhibit biogenic amines accumulation during fish sauce fermentation. *International Journal of Food Microbiology*, 145, pp: 84-91.
- Zhang, K. y Ni, Y. (2014). Tyrosine decarboxylase from *Lactobacillus brevis*: soluble expression and characterization. *Protein Expression and Purification*, 94, pp: 33-39.

# Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) en relación con el riesgo asociado al consumo de determinados alimentos potencialmente alergénicos

Número de referencia: AESAN-2025-004

Informe aprobado por el Comité Científico en su sesión plenaria de 11 de diciembre de 2025

## Grupo de trabajo

**Araceli Díaz Perales (Coordinadora), Irene Bretón Lesmes, Ángel José Gutiérrez Fernández, Gema Nieto Martínez, Silvia Pichardo Sánchez, María de Cortes Sánchez Mata, María Carmen Diéguez Pastor\*, Sonsoles Infante Herrero\* y María Ángeles Carlos Chillerón (AESAN)**

## Comité Científico

|                                                                   |                                                                                                                                                         |                                                                                   |                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Concepción María Aguilera García</b><br>Universidad de Granada | <b>María Pilar Guallar Castillón</b><br>Universidad Autónoma de Madrid                                                                                  | <b>Azucena del Carmen Mora Gutiérrez</b><br>Universidad de Santiago de Compostela | <b>María Dolores Rodrigo Aliaga</b><br>Consejo Superior de Investigaciones Científicas |
| <b>Houda Berrada Ramdani</b><br>Universitat de València           | <b>Ángel Gil Izquierdo</b><br>Consejo Superior de Investigaciones Científicas                                                                           | <b>Gema Nieto Martínez</b><br>Universidad de Murcia                               | <b>María de Cortes Sánchez Mata</b><br>Universidad Complutense de Madrid               |
| <b>Irene Bretón Lesmes</b><br>Hospital Gregorio Marañón de Madrid | <b>Ángel José Gutiérrez Fernández</b><br>Universidad de La Laguna                                                                                       | <b>Silvia Pichardo Sánchez</b><br>Universidad de Sevilla                          | <b>Gloria Sánchez Moragas</b><br>Consejo Superior de Investigaciones Científicas       |
| <b>Rosa María Capita González</b><br>Universidad de León          | <b>Isabel Hernando Hernando</b><br>Universitat Politècnica de València                                                                                  | <b>María del Carmen Recio Iglesias</b><br>Universitat de València                 | <b>Antonio Valero Díaz</b><br>Universidad de Córdoba                                   |
| <b>Araceli Díaz Perales</b><br>Universidad Politécnica de Madrid  | <b>Baltasar Mayo Pérez</b><br>Consejo Superior de Investigaciones Científicas                                                                           | <b>Ana María Rivas Velasco</b><br>Universidad de Granada                          | <b>María Roser Vila Casanovas</b><br>Universitat de Barcelona                          |
| <b>Secretario técnico</b><br>Vicente Calderón Pascual             | <b>*Colaboradoras externas:</b> María Carmen Diéguez Pastor y Sonsoles Infante Herrero (Sociedad Española de Alergología e Inmunología Clínica [SEAIC]) |                                                                                   |                                                                                        |

**Gestión técnica del informe AESAN:** María Ángeles Carlos Chillerón

## Resumen

Las alergias alimentarias son un importante problema de salud pública con una prevalencia cada vez mayor en la población y que cuentan con un impacto significativo en la vida de los pacientes alérgicos y sus familias.

El Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) ha revisado y recopilado la información disponible sobre aquellos alérgenos alimentarios que no son de declaración obligatoria pero que pudieran tener relevancia en España, en concreto, las frutas

de la familia de las rosáceas, las leguminosas, el kiwi y los piñones, con el fin de poder sustentar, en caso de que se aborde la revisión de alérgenos de declaración obligatoria en la Unión Europea, su inclusión en dicha lista, si fuera pertinente.

El Comité Científico de la AESAN concluye que la alergia a rosáceas es una de las más frecuentes entre los pacientes que sufren alergia alimentaria, representando, en España, aproximadamente, el 23,6 % de las reacciones alérgicas alimentarias diagnosticadas, siendo especialmente importante la alergia al melocotón, seguida de la alergia a la manzana; y, en lo que se refiere a la gravedad de los síntomas, las reacciones alérgicas a rosáceas se relacionan con una alta frecuencia de anafilaxia. En cuanto a la alergia a legumbres (sin tener en cuenta el cacahuete ni la soja), se ha visto que afecta, aproximadamente, a un 7 % de la población española alérgica a alimentos, siendo la lenteja la legumbre más implicada, y que pueden producir síntomas graves, como la anafilaxia. Por otra parte, la alergia al kiwi es una alergia pediátrica importante, y se asocia con síntomas graves gastrointestinales y anafilaxia. Y, por último, la alergia a piñones no es una alergia alimentaria muy frecuente, aunque sí se ha visto que está relacionada con una elevada probabilidad de desarrollo de anafilaxia a bajas concentraciones del alimento.

## Palabras clave

Alérgeno, alergia alimentaria, fruta, rosácea, leguminosa, kiwi, piñón.

## Report of the Scientific Committee of the Spanish Agency for Food Safety and Nutrition (AESAN) in relation to the risk associated with the consumption of certain potentially allergenic foods

### Abstract

Food allergies are an important public health problem with an increasing prevalence in the population and have a significant impact on the lives of allergic patients and their families.

The Scientific Committee of the Spanish Agency for Food Safety and Nutrition (AESAN) has reviewed and compiled the available information on those food allergens that are not declarable but that could be relevant in Spain, in particular, fruits of the *Rosaceae* family, legumes, kiwi and pine nuts, in order to support, in the event that the review of declarable allergens in the European Union is addressed, their inclusion in said list, if relevant.

The Scientific Committee of the AESAN concludes that *Rosaceae* allergy is one of the most frequent among patients suffering from food allergy, representing, in Spain, approximately 23.6 % of the diagnosed food allergy reactions. Of particular importance is peach allergy, followed by apple allergy; and, in terms of symptom severity, allergic reactions to *Rosaceae* are related to a high frequency of anaphylaxis. With regard to legume allergy (without taking into account peanuts or soybeans), it has been noted that it affects approximately 7 % of the Spanish population with food allergies, with lentils being the most implicated legume, and that they can produce serious symptoms, such as anaphylaxis. Furthermore, kiwi allergy is a major paediatric allergy and is associated with severe gastrointestinal symptoms and anaphylaxis. And finally, pine nut allergy is not a very

common food allergy, although it has been found to be related to a high probability of developing anaphylaxis at low food concentrations.

### Key words

Allergen, food allergy, fruit, *Rosaceae*, legume, kiwi, pine nut.

### Cita sugerida

Comité Científico AESAN. (Grupo de Trabajo) Díaz-Perales, A., Bretón, I., Gutiérrez, J.A., Nieto, G., Pichardo, S., Sánchez, M.C., Diéguez, M.C., Infante, S. y Carlos, M.A. Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) en relación con el riesgo asociado al consumo de determinados alimentos potencialmente alergénicos. *Revista del Comité Científico de la AESAN*, 2025, 42, pp: 47-78.

## 1. Introducción

La prevalencia de alergia alimentaria en España puede llegar hasta el 7,4 % de la población, con variaciones geográficas sustanciales en cuanto a la prevalencia y al alimento responsable (Fernandez-Rivas, 2009). Se trata de un importante problema de salud pública con una prevalencia cada vez mayor y que cuenta con un impacto significativo en la vida de las personas alérgicas y sus familias (Peters et al., 2021). De igual modo, su prevalencia es mayor en la infancia y, en algunos casos, como el de la alergia al huevo o a la leche de vaca, a menudo se resuelven en edades más avanzadas (Peters et al., 2017). Sin embargo, las alergias alimentarias que perduran a lo largo de la vida, incluso aquellas que aparecen *de novo*, suponen un detrimento considerable de la calidad de vida del paciente.

En un estudio llevado a cabo por Lyons et al. (2019), cuyo objetivo fue determinar la prevalencia de alergia alimentaria probable en población adulta europea utilizando una metodología estandarizada en distintos centros del proyecto *EuroPrevall*, se observaron diferencias geográficas significativas, tanto en la frecuencia global de alergia alimentaria, como en los alimentos implicados. En general, la prevalencia de alergia alimentaria probable, al menos a un alimento prioritario, fue mucho menor que la prevalencia de alergia alimentaria autodeclarada y osciló entre 0,3 % (Intervalo de Confianza IC 95 %: 0,0-1,7) y 5,6 % (IC 95 %: 3,9-7,7), siendo más frecuente en regiones con mayor sensibilización a pólenes y, aunque los alimentos implicados diferían entre territorios, predominaban los de origen vegetal, especialmente en los países mediterráneos. En cuanto a la población española, y concretamente en Madrid, se observó una de las cifras más elevadas entre los centros analizados, con un 3,28 % de adultos con alergia alimentaria probable, al menos, a uno de los alimentos prioritarios estudiados, solo por detrás de Zúrich (5,64 %). De dichos alimentos, los más frecuentemente asociados a alergia probable fueron el melocotón (prevalencia: 1,61 %; IC 95 %: 0,63-3,18), el melón (prevalencia: 0,95 %; IC 95 %: 0,25-2,24) y la gamba (prevalencia: 0,82 %; IC 95 %: 0,19-2,04).

El Reglamento (UE) N° 1169/2011, sobre la información alimentaria facilitada al consumidor (UE, 2011), recoge, en su anexo II, las sustancias o productos que causan alergias o intolerancias y que cuentan con consideraciones especiales a la hora de informar sobre su presencia al consumidor. En este anexo están presentes, entre otros, diversos frutos de cáscara, como son: almendras, avellanas, nueces, anacardos, pacanas, nueces de Brasil, pistachos, nueces macadamia o nueces de Australia y productos derivados; no estando incluidos, por ejemplo, los piñones, pero tampoco otros alimentos como las frutas de la familia de las rosáceas (que incluye alimentos comunes como melocotón, albaricoque, ciruela, cereza, manzana, pera, mora y fresa, entre otros), el kiwi o las legumbres.

El grupo de expertos FAO/OMS (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura/Organización Mundial de la Salud), en su evaluación del riesgo de los alérgenos alimentarios (FAO/OMS, 2022), realizó una revisión con el objetivo de actualizar la lista de alérgenos prioritarios que deben indicarse en el etiquetado de los alimentos. Para ello, se basaron en datos sobre la prevalencia, potencia y gravedad de los síntomas causados. Sin embargo, debido a la falta de datos o las bajas puntuaciones de dichos aspectos, algunos alimentos no fueron candidatos para ser incluidos en la lista de alérgenos prioritarios. Para aquellos alérgenos no incluidos en dicha lista, tras la evaluación llevada a cabo por el grupo de expertos FAO/OMS,

se estableció, por consenso, que podrían ser considerados a nivel regional. De modo que, por recomendación de dicho grupo, les correspondería a los gestores de riesgo la decisión de incluir otros alérgenos distintos a los incluidos en las listas de alérgenos de declaración obligatoria de carácter regional.

Para gestionar este riesgo, la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) requiere disponer de los datos de prevalencia, gravedad y potencia de alérgenos alimentarios que no son de declaración obligatoria pero que pueden tener relevancia en España, en base al modelo de evaluación de riesgos de alérgenos alimentarios propuesto por la FAO/OMS (2022) con el fin de poder sustentar, si fuera pertinente, la propuesta de inclusión en la lista de alérgenos de declaración obligatoria, en caso de que se abordara la revisión de dichos alérgenos en la Unión Europea.

Para ello, se solicitó al Comité Científico de la AESAN que evaluara el riesgo para la salud de las personas consumidoras, desde el punto de vista de la alergia alimentaria y con fines de etiquetado, de la ingesta de las frutas de la familia de las rosáceas, legumbres, kiwi y piñones, en base a los datos de prevalencia, potencia y gravedad de las reacciones alérgicas que provocan en las personas sensibles a estos alimentos, encontrados en la literatura científica. Además de la revisión de la bibliografía científica, se analizó también la información obtenida a través de una encuesta sobre prevalencia, potencia y gravedad de las alergias a dichos alimentos, que se elaboró en colaboración con la Sociedad Española de Alergología e Inmunología Clínica (SEaic), y en la que participaron médicos especialistas en alergología.

## 2. Normativa sobre alérgenos de declaración obligatoria

La elaboración de listas de alérgenos de declaración obligatoria en el etiquetado de los alimentos ha evolucionado a través de los años en el marco normativo, tanto de la Unión Europea, como a nivel global.

### 2.1 Marco europeo

El Reglamento (UE) N° 1169/2011, sobre la información alimentaria facilitada al consumidor (UE, 2011), establece los requisitos en materia de etiquetado de alérgenos y, entre otras medidas, recoge la obligatoriedad de indicar todo ingrediente o coadyuvante tecnológico que figure en el anexo II de dicho reglamento, o derive de una sustancia o producto que figure en dicho anexo, que cause alergias o intolerancias y se utilice en la fabricación o la elaboración de un alimento y siga estando presente en el producto acabado, aunque sea en una forma modificada. Se establece, además, que dichos ingredientes recogidos en el anexo II se destacarán mediante una composición tipográfica que la diferencie claramente del resto de la lista de ingredientes, por ejemplo, mediante el tipo de letra, el estilo o el color de fondo. Y, si no hay lista de ingredientes, se incluirá la palabra «contiene» seguida del nombre de la sustancia o el producto según figura en el anexo II del Reglamento (UE) N° 1169/2011.

Las sustancias o productos que causan alergias o intolerancias y que se encuentran contenidas en el anexo II del citado reglamento son las siguientes:

1. Cereales que contengan gluten, a saber: trigo (como espelta y trigo khorasan), centeno, cebada, avena o sus variedades híbridas y productos derivados, salvo: jarabes de glucosa a

base de trigo, incluida la dextrosa; maltodextrinas a base de trigo; jarabes de glucosa a base de cebada; cereales utilizados para hacer destilados alcohólicos, incluido el alcohol etílico de origen agrícola.

2. Crustáceos y productos a base de crustáceos.
3. Huevos y productos a base de huevo.
4. Pescado y productos a base de pescado, salvo: gelatina de pescado utilizada como soporte de vitaminas o preparados de carotenoides; gelatina de pescado o ictiocola utilizada como clarificante en la cerveza y el vino.
5. Cacahuets y productos a base de cacahuets.
6. Soja y productos a base de soja, salvo: aceite y grasa de semilla de soja totalmente refinados; tocoferoles naturales mezclados (E 306), d-alfa tocoferol natural, acetato de d-alfa tocoferol natural y succinato de d-alfa tocoferol natural derivados de la soja; fitosteroles y ésteres de fitosterol derivados de aceites vegetales de soja; ésteres de fitostanol derivados de fitosteroles de aceite de semilla de soja.
7. Leche y sus derivados (incluida la lactosa), salvo: lactosuero utilizado para hacer destilados alcohólicos, incluido el alcohol etílico de origen agrícola; lactitol.
8. Frutos de cáscara, es decir: almendras (*Amygdalus communis* L.), avellanas (*Corylus avellana*), nueces (*Juglans regia*), anacardos (*Anacardium occidentale*), pacanas (*Carya illinoensis* [Wangenh.] K. Koch), nueces de Brasil (*Bertholletia excelsa*), pistachos (*Pistacia vera*), nueces macadamia o nueces de Australia (*Macadamia ternifolia*) y productos derivados, salvo los frutos de cáscara utilizados para hacer destilados alcohólicos, incluido el alcohol etílico de origen agrícola.
9. Apio y productos derivados.
10. Mostaza y productos derivados excepto:  
ácido behénico con un mínimo del 85 % de pureza y obtenido tras dos fases de destilación utilizado en la fabricación de los emulgentes E 470a, E 471 y E 477 (UE, 2024).
11. Granos de sésamo y productos a base de granos de sésamo.
12. Dióxido de azufre y sulfitos en concentraciones superiores a 10 mg/kg o 10 mg/l en términos de SO<sub>2</sub> total, para los productos listos para el consumo o reconstituidos conforme a las instrucciones del fabricante.
13. Altramuces y productos a base de altramuces.
14. Moluscos y productos a base de moluscos.

La lista del anexo II del Reglamento (UE) N° 1169/2011 (UE, 2011) fue elaborada sobre la base de dictámenes científicos de la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA). Además, en el artículo 21, apartado 2, de dicho reglamento, se establece lo siguiente: «Con el fin de garantizar una mejor información de los consumidores y tener en cuenta los últimos avances científicos y conocimientos técnicos, la Comisión reexaminará sistemáticamente y, si procede, actualizará la lista del anexo II mediante actos delegados, de conformidad con el artículo 51 [...]». La actualización de la lista que figura en el anexo II podrá consistir en añadir o suprimir una sustancia de dicha lista.

## 2.2 Marco global

Al margen del ámbito europeo, también existen normas y directrices globales en materia de alérgenos alimentarios.

La Comisión del *Codex Alimentarius* surgió en el año 1962 con el fin de elaborar normas alimentarias de carácter mundial, con objetivos básicos de proteger la salud del consumidor y facilitar el comercio internacional de los alimentos (FAO/OMS, 2024).

En el año 1985 dicha Comisión del *Codex* elaboró la Norma general para el etiquetado de los alimentos preenvasados (GSLPF, *General Standard for the Labelling of Prepackaged Foods*) (FAO, 1985), con el fin de armonizar el etiquetado de todos los alimentos preenvasados que se ofrecen como tales al consumidor o para fines de hostelería, y algunos aspectos relacionados con la presentación de estos.

La primera vez que el *Codex Alimentarius* abordó el etiquetado de alérgenos alimentarios fue en 1993. Posteriormente, se establecieron los primeros grupos de alimentos causantes de estas alergias, los cuales fueron incorporados en 1999 a la GSLPF. Esta lista ha sido conocida informalmente como los «8 grandes» alérgenos alimentarios, ya que son los más comunes y son responsables de la mayoría de las reacciones alérgicas.

Desde la redacción original de la GSLPF se han producido numerosos avances científicos en el conocimiento de los alérgenos alimentarios y su gestión. Por ello, el *Codex* solicitó asesoramiento científico, incluida la evidencia actual de la comprensión de los alérgenos por parte de los consumidores, a la FAO y la OMS, que convocaron una serie de reuniones de expertos para proporcionar asesoramiento científico sobre este tema.

El primer trabajo consistió en una revisión y validación de la lista de alérgenos prioritarios del *Codex* mediante evaluación de riesgos. Se estableció que solo aquellos alimentos o ingredientes que causasen hipersensibilidad medida por inmunoglobulinas E (IgE) y la celiaquía deberían ser incluidos en la lista. Por estos motivos, los sulfitos y la lactosa no se tuvieron en cuenta al no ser reacciones mediadas por IgE.

Para la revisión de la lista de alérgenos prioritarios se usaron criterios basados en tres aspectos:

- Prevalencia: proporción de una población definida conocida que haya experimentado una reacción adversa inmunomediada relacionada con alimentos.
- Potencia: evidencia de una relación causa-efecto plausible que establece que el alimento causa alergias alimentarias y apoyado por estudios de prueba de provocación con alimentos a doble ciego controlado con placebo (conocido como DBPCFC, *Double-Blind, Placebo-Controlled Food Challenge*) diseñados para evaluar la potencia de un ingrediente (sea cual sea la gravedad del objetivo y los síntomas reportados).
- Gravedad: frecuencia y proporción de reacciones objetivas graves. Los datos recopilados para calcular la gravedad producida por cada alérgeno han sido empleados para establecer diferentes categorías. Los grupos formados dependen de si causan, al menos, el 5-10 % de reacciones anafilácticas y en cuántas regiones *Codex* diferentes se da esta proporción de reacciones.

Las sustancias tenidas en cuenta son aquellas que causan hipersensibilidad mediada por IgE y que se encuentran actualmente recogidas en la sección 4.2.1.4 de la GSLPF (siendo estas: cereales que contengan gluten y productos de estos; crustáceos y productos de estos; huevos y ovoproductos; pescado y productos del pescado; cacahuets, soja y productos de estos; leche y productos lácteos; y frutos de cáscara y productos de estos), así como otros alimentos que se encuentran en las listas de alérgenos prioritarios establecidas en países o regiones concretos (por ejemplo, moluscos, mostaza, apio, sésamo, trigo sarraceno, altramuiz y otros), además del gluten.

Debido a la falta de datos sobre la prevalencia, gravedad y/o potencia de forma global, o debido a que el consumo de algunos alimentos se efectúa con carácter regional, el Comité del *Codex* recomendó que algunos de los alérgenos, como el trigo sarraceno, apio, altramuces, mostaza y algunos frutos de cáscara (nuez de Brasil, nueces de macadamia y piñones) no debían figurar como alérgenos de prioridad mundial, pero podrían ser considerados para su inclusión en las listas de alérgenos prioritarios en los países individualmente.

En este sentido, los países pueden solicitar la inclusión de determinados alérgenos que no estén incluidos actualmente en el anexo II, pero pudieran tener relevancia a nivel regional, sustentando dicha solicitud en datos sobre su prevalencia, gravedad y potencia.

### 3. Alergia a rosáceas

Las rosáceas (*Rosaceae*) son una familia de plantas que incluyen la mayor parte de las especies de frutas de consumo frecuente, como son: melocotón, manzana, pera, membrillo, ciruela, cereza, fresa, albaricoque y frambuesa, entre otros.

Los principales alérgenos responsables de la alergia a estas frutas son proteínas pertenecientes a la familia de las proteínas transportadoras de lípidos (LTP, *Lipid Transfer Proteins*), que principalmente se encuentran en la piel o la cáscara de la mayoría de los alimentos vegetales. Estas proteínas resisten tratamientos como el cocinado y el asado, y permanecen en vegetales en zumo, enlatados, secos, fermentados o cristalizados. Esto impide a los pacientes consumirlos en cualquiera de estas formas, si están previamente sensibilizados (Missaoui et al., 2022).

En el estudio mencionado anteriormente llevado a cabo por Lyons et al. (2019), el patrón que se observa en España de alergia alimentaria, y más concretamente en Madrid, se ajusta al denominado fenotipo mediterráneo. Este patrón es caracterizado por una mayor frecuencia (44,4 %) de alergia a melocotón mediada por proteínas LTP (Pru p 3).

En otro estudio realizado en ocho centros europeos (Atenas, Lodz, Madrid, Reikiavik, Sofía, Utrecht, Vilna y Zúrich), en población general con edades comprendidas entre 20 y 54 años, se observó que las sensibilizaciones IgE más frecuentes se produjeron frente a avellana (9,3 %), melocotón (7,9 %) y manzana (6,5 %). El orden de prevalencia de sensibilización IgE frente a los distintos alimentos fue similar en cada centro y se correlacionó con la prevalencia de los alérgenos asociados a polen de abedul, Bet v 1 y Bet v 2, muy frecuente en centro de Europa (Burney et al., 2014). Otros autores también coinciden en que los alimentos más frecuentemente asociados a alergias alimentarias, en Europa, son el melocotón y la manzana (Lyons et al., 2020) (D'Aiuto et al., 2024).

En un estudio transversal multicéntrico español (Alergológica-2005), donde se reclutaron 4991 personas voluntarias (población infantil y adulta), se diagnosticó alergia alimentaria en el 7,4 % de los casos (IC 95 %: 6,7-8,1). Los alimentos que desencadenaron las reacciones alérgicas más frecuentes fueron las frutas (33,3 % de los casos), los frutos secos (26 %), el marisco (22 %), el huevo (16 %), la leche (13,9 %) y el pescado (9,8 %). Dentro de las frutas, las de la familia *Rosaceae* (principalmente melocotón y manzana), concentraron el 70,7 % de las reacciones alérgicas por fruta y el 23,6 % de todas las reacciones alérgicas alimentarias. La leche y el huevo fueron los alimentos más comunes en pacientes menores de 5 años, mientras que las frutas y los frutos secos fueron los más prevalentes en pacientes mayores de 5 años (Fernández-Rivas, 2009).

De igual modo, de las 1831 personas participantes en el estudio llevado a cabo recientemente por Scala et al. (2025), en Italia, y examinadas con la prueba de diagnóstico molecular de alergias *Allergy Explorer-ALEX-2*, 426 tuvieron reacciones, al menos, a un alérgeno de rosáceas, básicamente a las LTP. La mayoría de los pacientes (77 %) presentaban anticuerpos IgE específicos frente al alérgeno mayoritario de melocotón (Pru p 3).

De acuerdo con los resultados de la encuesta realizada para elaborar este informe, un 58,2 % de los especialistas en alergología respondieron que, en su práctica clínica diaria, diagnosticaban «muy frecuentemente» alergia a melocotón (más de 1 caso por semana), y un 24 % respondieron que a manzana. Y, según la percepción del 45,1 % de los especialistas que participaron en la encuesta, la prevalencia de esta alergia en España se ha incrementado de forma notable en los últimos 5 años.

La alergia a rosáceas es una alergia persistente, habiéndose descrito el aumento del número de alimentos que inducen síntomas con el paso del tiempo. En el trabajo de Betancor et al. (2021) se describe el seguimiento a 151 pacientes con sensibilización IgE específica a, al menos, una LTP, con especial atención a alergias a frutas de la familia *Rosaceae*, durante un seguimiento de 10 años. En la evaluación inicial, 113 pacientes (74,8 %) presentaban alergia clínica a alimentos vegetales asociados a las LTP y 38 (25,1 %) estaban únicamente sensibilizados sin síntomas tras la exposición a alimentos relacionados con las LTP. Una vez diagnosticada la alergia a un alimento vegetal, se recomendó a los pacientes evitar dicho alimento y continuar consumiendo aquellos que toleraban. Se observó que, con el paso del tiempo, el 31 % de los pacientes desarrollaron alergia a nuevos alimentos vegetales que habían sido tolerados en el momento del diagnóstico. El 13 % de los pacientes únicamente sensibilizados a LTP desarrollaron alergia a otros alimentos vegetales, siendo los más frecuentemente a frutas de la familia *Rosaceae*, especialmente del subgrupo *Prunoideae* (melocotón, albaricoque), seguidas de los frutos secos. Los datos obtenidos aportan información relevante sobre la aparición de nuevas alergias alimentarias.

En relación con la gravedad de los síntomas, la mayoría de los pacientes sufren (alguna vez en su vida): urticaria (58 %), anafilaxia (46 %) y síndrome de alergia oral (SAO; síntomas suaves; 42 %) (Costa y Mafra, 2022). De hecho, de acuerdo con los resultados de la encuesta realizada para la elaboración de este informe, la mayoría de los especialistas (73,2 %) opinó que la alergia a rosáceas se asocia a reacciones cutáneas (urticaria, angioedema) y un 25,4 % lo asoció a anafilaxia y, sobre esto último, según la opinión del 60,3 %, el tipo de reacción más frecuente que producen el melocotón, la nectarina y el paraguayano es la anafilaxia, y lo mismo ocurre con la manzana (según

el 40,3 % de los encuestados). Los niveles más elevados de IgE específica y la sensibilización simultánea a más de cinco rosáceas se asocian significativamente con un mayor riesgo de reacciones graves (Fernández-Rivas, 2009) (González-Mancebo et al., 2011) (Scheurer et al., 2021) (Cañas et al., 2022). Aproximadamente el 26,8 % de los alergólogos consultados mediante la encuesta, indicaron que, en el último año, habían atendido a más de 20 pacientes con síntomas de anafilaxia debido al consumo de rosáceas, de los cuales casi la mitad fue por ingesta accidental. Por esto mismo, el 67,6 % de los profesionales encuestados consideraron que la Prueba de Exposición Oral Controlada con alimentos (PEOC) solo debería ser realizada con confirmación del diagnóstico en casos muy específicos, debido al riesgo de sufrir anafilaxia.

La presencia de cofactores, como el ejercicio, el ayuno y los fármacos antiinflamatorios no esteroideos (por ejemplo, ibuprofeno), puede amplificar la relevancia clínica de la alergia a rosáceas (Asero y Pravettoni, 2013). Varios cofactores, ya sea solos o en combinación, aumentan el riesgo de reacciones graves o anafilaxia (Asero et al., 2022).

Por otro lado, la reactividad a otros alérgenos (por ejemplo, pólenes) parece tener un efecto mitigador sobre la gravedad de los síntomas, reduciendo la frecuencia de reacciones anafilácticas (Costa y Mafra, 2022) (Rossi et al., 2023) (Scala et al., 2023).

En relación con la cantidad mínima necesaria para inducir síntomas, de acuerdo con la opinión del 35,2 % de los alergólogos participantes en la encuesta, se requieren entre 10 y 100 mg de fruta para inducir algún síntoma en el paciente.

Preguntados, los especialistas, por las cinco alergias alimentarias más frecuentes en sus centros sanitarios, incluyendo los alimentos recogidos en el anexo II del Reglamento (UE) N° 1169/2011 (UE, 2011) sobre sustancias o productos que causan alergias o intolerancias (cereales que contengan gluten, frutos de cáscara o leche, entre otros), en general, los alergólogos indicaron que las 5 alergias más frecuentes son las producidas por los siguientes alimentos: frutos de cáscara; rosáceas; huevo; crustáceos y leche, siendo las rosáceas el único grupo de alimentos, de los señalados, no incluido actualmente en dicho anexo II.

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, según los datos publicados, en España, las frutas son el grupo más implicado en reacciones alérgicas (33,3 %) y, dentro de ellas, las frutas de la familia *Rosaceae* (principalmente melocotón y manzana), concentraron el 70,7 % de las reacciones por fruta y el 23,6 % de todas las reacciones alérgicas alimentarias, lo que evidencia la alta prevalencia relativa y relevancia clínica de las rosáceas en nuestro medio, especialmente en pacientes mayores de 5 años. Además, estas alergias se relacionan con una alta frecuencia de anafilaxia, afectando a, aproximadamente, un 45 % de las personas que la sufren alguna vez en su vida (gravedad). La percepción, además, es que personas monosensibilizadas son capaces de reaccionar muy gravemente (peligro de anafilaxia) al contacto con la piel del melocotón o de la manzana, donde, como se ha dicho, se encuentra principalmente alérgeno LTP.

Por último, cabe destacar que casi la totalidad de los especialistas encuestados para la realización de este informe (95,3 %) opinaron que las rosáceas deberían ser incluidas en la lista de sustancias o productos que causan alergias o intolerancias, de declaración obligatoria en el etiquetado de alimentos.

#### 4. Alergia a leguminosas

La familia de las leguminosas (*Leguminosae*) está formada por plantas que producen una vaina con semillas en su interior (Vergeer et al., 2020), que incluyen las judías, garbanzos, lentejas, altramuces, guisantes, soja y cacahuetes. La OMS considera esencial a este grupo de alimentos, debido a su alto contenido proteico, micronutrientes y su bajo coste (Tricco et al., 2018). Además, pueden emplearse como sustituto del trigo en productos sin gluten y como coadyuvante tecnológico en productos cárnicos o lácteos destinados a dietas veganas (Mastorilli et al., 2024). Este informe se va a centrar en el consumo de legumbres, excluyendo el cacahuete y la soja, debido a que ambos alimentos ya se encuentran incluidos en la lista de sustancias o productos que causan alergias o intolerancias del Reglamento (UE) N° 1169/2011 (UE, 2011).

Las legumbres forman parte, habitualmente, de la dieta mediterránea y las más comúnmente consumidas en España son las lentejas, los garbanzos, las judías y los guisantes (Martínez San Ireneo et al., 2008).

El patrón de sensibilización a las legumbres varía geográficamente según el consumo y la exposición a los pólenes (Verma et al., 2013). En España, la alergia a leguminosas asciende a un 7 % de los pacientes con alergia alimentaria (Fernández-Rivas, 2009). La alta tasa de reactividad cruzada entre diferentes legumbres hace que el diagnóstico preciso sea esencial para evitar restricciones dietéticas extensas, con pérdida nutricional (Arksey y O'Malley, 2005) (Ouzzani et al., 2016).

En un estudio llevado a cabo por Mastorilli et al. (2024) se revisó la epidemiología global de la alergia a legumbres en población infantil y se observó que su prevalencia es muy heterogénea según la región. En la cuenca mediterránea y Asia destacan la lenteja, el garbanzo y el guisante, como las alergias a leguminosas más prevalentes y principales causas de alergia infantil dentro del grupo de las legumbres. En estudios poblacionales, la prevalencia de alergia a legumbres suele ser baja ( $\leq 0,5$  %), pero en cohortes clínicas pediátricas europeas constituyen un grupo relevante: el 5,3 % de todas las alergias alimentarias diagnosticadas se deben a estas legumbres, con una contribución especialmente notable en países mediterráneos, donde la lenteja es el alérgeno predominante (aproximadamente, el 80 % de los casos). Además, la reactividad cruzada es muy elevada: hasta un 60 % de los niños reaccionan a más de una legumbre, lo que complica el manejo clínico. En conjunto, pese a ser menos frecuentes que otras alergias alimentarias, las legumbres constituyen un grupo emergente y clínicamente relevante, particularmente en regiones mediterráneas como España (Mastorilli et al., 2024). Estos mismos autores señalan que, en los últimos años, la preocupación por la alergia a las legumbres ha aumentado considerablemente, dado que se han notificado más casos de manifestaciones clínicas relevantes tras su ingestión, pero que, a pesar del amplio consumo de legumbres y de la creciente alergia a las mismas, existen pocos datos disponibles sobre las características de los niños con alergia a legumbres.

En el estudio de Martínez San Ireneo et al. (2008), con una cohorte de 54 niños alérgicos a legumbres, observaron que las reacciones alérgicas aparecían aproximadamente a los 2 años. De ellos, el 80 % presentaban alergia a las lentejas y el 59 % a los garbanzos, aunque más del 70 % presentaban respuesta positiva a más de tres tipos de legumbres. La alergia clínica a más de una legumbre es frecuente y los extractos de legumbres hervidas son los más adecuados para discrimi-

nar entre niños alérgicos y tolerantes sensibilizados, debido a que los primeros no pueden tolerar las legumbres cocidas (Martínez San Ireneo et al., 2008). Se sabe que los principales alérgenos de las lentejas, los garbanzos, las judías verdes y los guisantes mantienen una gran estabilidad, inclusive después de la cocción, apareciendo incluso nuevos alérgenos (neoalérgenos) (Armentia et al., 2006).

En adultos, la incidencia de la alergia a leguminosas parece estar aumentando en España (Somoza et al., 2015) debido al incremento en el consumo de legumbres, por parte de la población en general y de la población vegetariana en particular (el 13,6 % de los adultos declara seguir prácticas dietéticas vegetarianas) (Reese et al., 2023). En un estudio con 455 adultos con sospecha de alergia alimentaria, llevado a cabo en Madrid, el 6,9 % presentó alergia a legumbres, con predominio en mujeres y pacientes atópicos; siendo la lenteja la legumbre más implicada y la principal responsable de reacciones sistémicas (Somoza et al., 2015). La sintomatología a la que se asoció fue dermatitis atópica (13 %) y el 71 % sufrió rinoconjuntivitis y/o asma. Un 25 % de los pacientes con alergia a lenteja declaró haber tenido algún suceso de anafilaxia, siendo este número menor en el caso de garbanzos o judías (17 %) (Somoza et al., 2015).

La alergia a legumbres es una alergia que se diagnostica de manera ocasional, de acuerdo con los datos obtenidos de alergólogos, mediante la encuesta de la AESAN/SEAIC, siendo la alergia a lentejas la más frecuente (según la opinión del 15,2 % de los encuestados), seguida de la alergia a garbanzos (13 %) y a guisantes (9 %). En todos los casos, se relaciona con una alergia moderada (a lentejas [según el 51,3 % de los encuestados]; a garbanzos [49,4 %] y a judías secas [40,3 %]), aunque puede inducir síntomas graves, como la anafilaxia, tras la ingesta de lentejas (según la opinión del 36 % de los alergólogos encuestados) y garbanzos (21 %). Más de la mitad de los profesionales encuestados refieren que, en el último año, un porcentaje muy bajo de sus pacientes ( $\leq 5$  %) han sufrido alguna reacción anafiláctica tras la ingesta de leguminosas, pero la mayoría por ingesta accidental. Y en el caso de las legumbres, casi la mitad de los profesionales encuestados no considera necesario realizar la PEOC para confirmar el diagnóstico de alergia a estos alimentos, salvo en casos muy específicos.

La cantidad necesaria para inducir síntomas, de acuerdo con la apreciación de la mayoría de los profesionales que participaron en la encuesta (aproximadamente, el 70 %), es mínima, siendo necesaria una cantidad menor o igual a 100 mg para inducir síntomas.

Como resumen, y en base a los datos publicados, la alergia a las legumbres afecta, aproximadamente, a un 7 % de la población española alérgica a alimentos, afectando a un 6,9 % de la población adulta y a un 5,3 % de la población infantil, siendo la lenteja la legumbre más implicada, en ambos grupos de población. La frecuencia de síntomas graves (anafilaxia) se estima en un porcentaje aproximado del 25 %, en el caso de los adultos (gravidad). En cuanto a la potencia, según los datos de la encuesta, se estimó que una cantidad menor o igual a 100 mg de alérgeno es suficiente para inducir síntomas.

Por último, cabe destacar que los especialistas encuestados opinaron mayoritariamente (94 %) que debería considerarse la inclusión de estos alimentos en la lista de alimentos de declaración obligatoria, al menos, en España.

## 5. Alergia al kiwi

El kiwi (*Actinidia* spp.) pertenece a la familia *Actinidiaceae*. A principios del siglo XIX, la planta fue descrita por primera vez en China, creciendo de forma silvestre a lo largo del valle del río Yangtze. En 1904, las semillas fueron llevadas a Nueva Zelanda y sus frutos fueron conocidos como la «grosella espinosa china». Cuando Nueva Zelanda comenzó la exportación, alrededor de la década de 1960, el nombre se cambió al actual (Fine, 1981).

La alergia al kiwi fue descrita por primera vez en 1981 (Fine, 1981) y la mayoría de los trabajos de investigación sobre alergia al kiwi se han realizado en la población europea y, a menudo, se describe en relación con reacciones cruzadas con otras fuentes como el polen, el centeno, la avellana, la castaña, el plátano y el aguacate (Gall et al., 1994) (Rancé et al., 2005).

En el estudio poblacional de Lyons et al. (2020), realizado en 2110 niños de 7-11 años, en siete ciudades de diferentes países europeos, la alergia clínica a kiwi afectaba a un 2,9 % de la población estudiada, según los datos del estudio de alergia alimentaria autodeclarada (síntomas referidos alguna vez con cualquier alimento y con cualquier alimento prioritario). El kiwi figuraba entre los alimentos prioritarios más frecuentemente mencionados y situándose después de la leche de vaca, el huevo, el tomate y el pescado. No obstante, al analizar la prevalencia real de alergia alimentaria (historia clínica compatible con prueba cutánea positiva), las cifras oscilaron entre el 0 % y el 1,06 %, dependiendo del país. España (Madrid) fue el país con la prevalencia más elevada (1,06 %; IC 95 %: 0,19-2,74, de la población infantil general), por encima de Países Bajos, Polonia o Suiza.

Estos resultados sobre la alergia al kiwi en población infantil son coincidentes con los reportados por otros autores, como Grabenhenrich et al. (2020), que llevaron a cabo un estudio, realizado en una cohorte poblacional de niños de 6-10 años de ocho países europeos, en el que la alergia al kiwi se valoró como alergia alimentaria referida por los padres (síntomas) y diagnóstico médico, pero no mediante pruebas de provocación. La prevalencia de niños con síntomas, alguna vez, tras consumir kiwi, fue muy baja en el conjunto de Europa, alrededor de 0,5 %, y la prevalencia de alergia al kiwi diagnosticada por un médico fue de aproximadamente 0,2 %. En cuanto a España (Madrid), el estudio muestra las cifras más altas dentro de los países participantes: alrededor del 1 % de los niños presentaron alguna vez síntomas tras ingerir kiwi y en torno al 0,6 % tenían una alergia al kiwi diagnosticada por un médico, siempre dentro de una población general infantil, no seleccionada por sospecha de alergia. Estos datos confirman que la alergia al kiwi en edad escolar es poco frecuente en Europa, aunque España se sitúa en el extremo superior del rango de prevalencia observado.

En un estudio poblacional europeo en adultos llevado a cabo por Lyons et al. (2019), la alergia al kiwi se analizó en una muestra representativa de personas de 20 a 54 años, de seis ciudades europeas. Globalmente, la alergia alimentaria autodeclarada al kiwi (síntomas referidos alguna vez tras ingerir esta fruta) se situó en torno al 3,8 % de los adultos, pero cuando se analizó la alergia alimentaria probable frente a kiwi (síntomas compatibles + IgE específica  $\geq 0,35$  kUA/L), las prevalencias en población general adulta fueron menores, oscilando entre el 0 y el 1,34 %, según el país, con un 0,64 % en Madrid (IC 95 %: 0,11-1,77), segunda ciudad con mayor prevalencia detrás de Zúrich (1,34 %; IC 95 %: 0,60-2,42).

En España, de acuerdo con los datos obtenidos de la encuesta realizada por la AESAN/SEAIC a alergólogos, la alergia a kiwi es una alergia que se diagnostica ocasionalmente (41,6 % de los especialistas encuestados), suponiendo, según la opinión del 46,3 % de los encuestados, el 1-5% de los pacientes que acuden a consulta.

Analizando los patrones de sensibilización a kiwi y las manifestaciones clínicas en Europa en 12 países europeos, en el estudio realizado por Le et al. (2013), revelaron marcadas diferencias teniendo en cuenta las condiciones climáticas de cada región. Los pacientes de Islandia (el único representante del norte de Europa) experimentaron, principalmente, síntomas graves (respiratorios y cardiovasculares), mientras que la mayoría de los pacientes de Europa central/occidental y meridional mostraron predominantemente síndrome alérgico oral (SAO). La alergia al kiwi asociada con la alergia al polen de abedul fue más representada en Europa central/occidental, mientras que, en Europa meridional, la asociación fue más alta con los alérgenos del polen de gramíneas. La monoalergia al kiwi se encontró con mayor frecuencia en Islandia y el sur de Europa (Le et al., 2013).

En el estudio de Jorge et al. (2017), realizado en Portugal, el kiwi, el melocotón y la fresa, fueron, por este orden, las frutas que con más frecuencia arrojaron resultados positivos en las pruebas de sensibilización, y el kiwi se asoció a síntomas orales e intestinales. Le et al. (2013) y Haktanir et al. (2017) cuantificaron la frecuencia de los síntomas de alergia a kiwi, respectivamente en adultos y niños (6-18 años) de diferentes países europeos, indicando que ésta se manifiesta con síntomas orales en la mayor parte de los casos (35,3-100 %); cutáneos (33,3-58,8 %); gastrointestinales (16,7-35,3 %); y respiratorios (16,7-23,5 %). La anafilaxia (e incluso el colapso) ha sido descrita en algunos casos desde 1981, tras la ingestión accidental de kiwi, o incluso, tras la realización de una prueba cutánea con material fresco (Gawrońska-Ukleja et al., 2013) (Strinnholm et al., 2014) (Haktanir et al., 2017).

Cuando se preguntó a los especialistas encuestados sobre los síntomas que se asocian con esta alergia alimentaria, aproximadamente el 70,2 % opinó que suelen ser síntomas cutáneos (urticaria, angioedema), y el 23,9 % indicó que pueden inducir anafilaxia. Por esto, el 69,7 % de los encuestados descarta realizar la PEOC para confirmar su diagnóstico de forma rutinaria, dejándola solo para casos muy específicos. De hecho, en esta misma encuesta, un 53,7 % de los especialistas refieren que, del 1-5 % de sus pacientes que han sufrido anafilaxia en el último año, en la mayoría de los casos se produjo por ingesta a accidental.

En relación con la cantidad mínima necesaria de alimento para inducir síntomas, según la opinión del 85,2 % de los especialistas que han participado en la encuesta y en las preguntas relacionadas con la alergia al kiwi, una cantidad inferior a 100 mg es suficiente para inducir síntomas en una persona con alergia.

Por todo lo explicado anteriormente, según la información publicada, en población infantil, en los países europeos, la prevalencia de alergia al kiwi oscila entre el 0 y el 1,06 %, siendo España el país con mayor prevalencia (hasta un 1,06 %); en población adulta europea, la prevalencia global es entre el 0 y el 1,34 %, con una prevalencia del 0,64 % en España. La alergia al kiwi se asocia con síntomas graves gastrointestinales (15-35 % de los pacientes con alergia a kiwi) y anafilaxia (1-55 % de los pacientes con este tipo de alergia, según las apreciaciones de los especialistas participantes en la encuesta). Las personas que están sensibilizadas manifiestan no poder consumir una pieza

de fruta completa, antes de sentir algún síntoma, incluso se han descrito casos de anafilaxia tras la realización de la prueba cutánea diagnóstica.

El 86 % de los especialistas encuestados opinó que el kiwi debería ser incluido en la lista de sustancias o productos que causan alergias o intolerancias, de declaración obligatoria en el etiquetado de alimentos.

## 6. Alergia a piñones

El piñón es el fruto del *Pinus pinea* L., árbol perteneciente a la familia *Pinaceae*, de la clase de las gimnospermas. También se le denomina *P. sativa* Quer. y *P. domestica* Mathiol. Florece de marzo a mayo, y en Europa se encuentra en la cuenca mediterránea, ocupando en la actualidad el 2,84 % de los bosques. En España, las zonas de mayor presencia son Huelva, Sevilla y Cádiz, seguidas de la meseta norte, en Valladolid, en Zamora, Ávila y Segovia, además de otras zonas (Añó et al., 2002).

En la actualidad se consumen frecuentemente crudos o tostados y como ingredientes en alimentos como pan, pasteles, galletas, salsas (por ejemplo, pesto), dulces y platos de verduras y carnes. Aunque la composición proteica de los piñones puede variar entre especies, la literatura científica confirma que este fruto seco es una valiosa fuente de nutrientes (Nergiz y Dönmez, 2004).

La prevalencia de la alergia al piñón es muy baja, con solo casos esporádicos descritos en la literatura científica. La mayoría de los datos publicados indican que la alergia al piñón es infrecuente en comparación con otras alergias a frutos secos, y los estudios poblacionales no proporcionan una estimación precisa de prevalencia específica para este fruto. Una revisión bibliográfica sobre alergia a piñones llevada a cabo en el año 2015 identificó únicamente 45 casos de alergia a piñones descritos en todo el mundo (Cabanillas y Novak, 2015). En esta misma línea, en la encuesta llevada a cabo por la AESAN y la SEAIC, la mayoría de los especialistas (51,9 %) señaló que diagnostican esta alergia «rara vez» y el 67,7 % de los encuestados informó de que menos del 1 % de los pacientes que acuden a consulta tiene alergia a piñones.

El 34 % de los especialistas participantes en la encuesta indicó que los pacientes sufren anafilaxia como síntoma más frecuente. De hecho, se sabe que no se requiere consumir grandes cantidades de piñones para inducir anafilaxia. Las manifestaciones clínicas más comunes de la alergia al piñón son reacciones inmediatas mediadas por IgE, siendo la anafilaxia la presentación predominante (García-Menaya et al., 2000) (Ibañez et al., 2003) (Cabanillas et al., 2012) (Cabanillas y Novak, 2015). Van de Scheur y Bruynzeel (2004) describieron el primer caso de anafilaxia aguda tras la ingesta de una ensalada que contenía piñones. Se han descrito, también, reacciones tras el consumo de piñones como parte de la salsa pesto (Beyer et al., 1998) (Roux et al., 1998); ensaladas (Roux et al., 1998) (Van de Scheur y Bruynzeel, 2004); albóndigas y carne (De las Marinas et al., 1998) y en pasteles, caramelos o galletas (Koepke et al., 1990) (Morenet-Vautrin et al., 1998) (Añó et al., 2002) (Ibañez et al., 2003). También, se han descrito tras el consumo de piñones solos (Ibañez et al., 2003) (Cabanillas et al., 2012) (Barbarroja-Escudero et al., 2014) (Cabanillas y Kovak, 2015). En la revisión llevada a cabo por Cabanillas y Novak (2015), aunque se identificaron únicamente 45 casos publicados a nivel mundial, se destacó su potencial gravedad, ya que aproximadamente el 75 % de las reacciones descritas fueron anafilácticas. Estos hallazgos son coherentes con la serie clínica

española de Cabanillas et al. (2012), en la que se estudiaron 10 pacientes con alergia al piñón, mediada por IgE, atendidos en un hospital de Madrid, observándose que el 80 % de las reacciones fueron sistémicas graves.

En la encuesta realizada por la AESAN, a través de la SEAIC, el 28 % de los especialistas indicó que, según su opinión, sólo eran necesarios entre 1-10 mg para que el paciente sufriera algún síntoma; un 13,2 % indicó que con una ingesta menor de 1 mg y otro 13,2 % con una ingesta de 10-100 mg, aunque que el 38 % de los especialistas encuestados dijo que no tenían datos suficientes. Un tercio de los especialistas encuestados manifestó que los síntomas más frecuentes relacionados con la alergia a piñones eran reacciones anafilácticas, mientras que otra tercera parte indicó que los más frecuentes eran síntomas cutáneos (urticaria, angioedema).

En conclusión, la alergia a piñones no parece ser una alergia alimentaria muy frecuente en España (según los datos de la encuesta, menos del 1 % de la población con alergia alimentaria), aunque sí está relacionada con alta probabilidad en el desarrollo de anafilaxia (75-80 % de los pacientes), en bajas concentraciones (<10 mg, según la mayoría de los especialistas encuestados, e incluso <1 mg, según el 13 % de los ellos).

Aproximadamente un 61 % de los médicos alergólogos que contestaron la encuesta de la AESAN/SEAIC opinó que los piñones deberían ser incluidos en la lista de sustancias o productos que provocan alergias o intolerancias, de declaración obligatoria en la Unión Europea.

## 7. Cuestionario sobre alergias alimentarias en España

Teniendo en cuenta los trabajos que se están llevando a cabo por el *Codex Alimentarius*, y en previsión de una posible revisión de la lista del anexo II del Reglamento (UE) N° 1169/2011 (UE, 2011), para poder sustentar la inclusión de determinados alérgenos que no estén incluidos actualmente en dicho anexo, pero que pueden tener relevancia en España, se requiere disponer de información actualizada sobre la prevalencia, gravedad y potencia de la alergias provocadas por alimentos como las frutas de la familia de las rosáceas, las leguminosas, los kiwis y los piñones.

Además de los datos publicados en revistas científicas sobre las alergias producidas por estos alimentos en España, se elaboró, en colaboración con la SEAIC, un cuestionario con preguntas relacionadas con la prevalencia, potencia y gravedad de algunas alergias alimentarias, especialmente las ocasionadas tras la ingesta de piñones, rosáceas, kiwis y leguminosas y se difundió, a través de la SEAIC, entre médicos especialistas en Alergología Clínica, con el objetivo de conocer su opinión sobre esas alergias y poder, así, fundamentar el abordaje de la revisión del listado de alérgenos de declaración obligatoria en la Unión Europea.

Se realizaron preguntas acerca de la percepción de los especialistas encuestados sobre la frecuencia de diagnóstico de dichas alergias, en base a su experiencia clínica, así como sobre la proporción de pacientes alérgicos a los mencionados alimentos. También se plantearon preguntas sobre el nivel de gravedad (leve, moderada, grave [anafilaxia]) o los síntomas que presentan los pacientes tras sufrir reacciones alérgicas a dichos alimentos y se solicitó que señalaran aquellos alimentos, dentro de un listado, que, según su opinión, consideraban que producen las reacciones alérgicas más graves en su centro sanitario, así como preguntas sobre la correlación entre las

pruebas IgE específicas y la gravedad de las reacciones clínicas tras la ingesta y sobre la cantidad de pacientes que han requerido hospitalización o atención por los servicios de urgencia debido a la alergia a rosáceas, leguminosas, kiwi o piñones, en el último año. Además, se preguntó si realizaban la PEOC a los pacientes para confirmar el diagnóstico de alergia alimentaria. En cuanto a las cuestiones relativas a la potencia de estos grupos de alimentos para provocar reacciones alérgicas, se preguntó sobre la cantidad mínima necesaria para inducir síntomas en los pacientes; sobre si consideraban que la exposición repetida a trazas pudiera aumentar la sensibilización en pacientes alérgicos; sobre la cantidad de pacientes que, a lo largo de un año, refieren haber sufrido reacción anafiláctica y sobre el consumo accidental de dichos alimentos y sus consecuencias.

### 7.1 Respuestas sobre los aspectos generales del cuestionario

En la encuesta participaron 120 médicos especialistas en Alergología Clínica de todas las comunidades autónomas españolas, pero, de ellos, fueron 80 los que respondieron, tanto a las preguntas generales (años de experiencia; centro sanitario; comunidad autónoma) como a las preguntas específicas sobre el registro de las alergias alimentarias en sus centros de trabajo y sobre su percepción de la prevalencia, potencia y gravedad de las alergias a piñones, rosáceas, kiwi y leguminosas. Por ello, los resultados mostrados se refieren a estos 80 médicos especialistas en Alergología Clínica.

Referente a las preguntas generales, el 45 % de los especialistas manifestó tener más de 20 años de experiencia en Alergología Clínica; el 87,5 % indicó que trabaja en un centro hospitalario y el resto, en consulta médica privada (7,5 %), en centros de especialidades (2,5 %) y en centros médicos de mutuas y seguros de salud (7,5 %). En cuanto al tipo de centro sanitario, el 87,5 % de quienes respondieron señaló que trabaja en centros públicos y el 12,5 % en centros privados.

De los 80 participantes que contestaron a las preguntas específicas, el 62,5 % indicó que su labor asistencial abarca a pacientes de todas las edades; el 30 % solo población adulta y el 7,5 %, población infantil. A la pregunta sobre si las alergias alimentarias se registran de manera estructurada en la historia clínica electrónica del centro sanitario en el que trabajan, el 21,4 % respondió que sí y con códigos estandarizados; el 37,9 % indicó que sí, aunque sin una codificación estandarizada; el 29,1 %, que se registran solo como notas clínicas y el 10,7 %, que no se registran sistemáticamente (el 1 % restante respondió que no tenía datos suficientes). El 38,8 % de los especialistas indicó que la información sobre alergias alimentarias para estudios científicos o con fines estadísticos se extrae mediante revisión manual de las historias clínicas de los pacientes; el 26 % indicó que se hace a través de bases de datos estructuradas; el 20,4 % respondió que no se extrae información con ese propósito y el 14,6 % que no tenía datos suficientes. A la pregunta sobre cómo los encuestados iban a extraer la información acerca de las alergias alimentarias para cumplimentar el cuestionario, únicamente el 31 % indicó que lo haría a través de bases de datos estructuradas o mediante revisión de las historias clínicas. Aproximadamente, el 60 % de los especialistas considera que los registros actuales de alergias alimentarias en las historias clínicas electrónicas no son lo suficientemente detallados para estudios científicos y que faltan detalles clave sobre reacciones alérgicas y pruebas diagnósticas.

Por último, cabe destacar que, ante la pregunta sobre si consideraban que las rosáceas, las leguminosas, el kiwi y los piñones deberían ser incluidos en la lista de sustancias o productos, que provocan alergias o intolerancias, de declaración obligatoria en la Unión Europea, un elevado porcentaje de los especialistas respondió que sí (95,3 %, 93,8 %, 85,9 % y 60,9 %, respectivamente).

El resto de las respuestas a las preguntas específicas sobre prevalencia, potencia y gravedad de las alergias a piñones, rosáceas, kiwi y leguminosas se encuentran recogidas en los apartados anteriores, así como en las tablas del Anexo I de este documento.

## Conclusiones del Comité Científico

La prevalencia de alergia alimentaria en España puede llegar hasta el 7,4 %, siendo la alergia a rosáceas una de las más frecuentes entre los pacientes que sufren alergia alimentaria, mayoritariamente a melocotón y a manzana. La alergia a frutas de la familia *Rosaceae* representa aproximadamente el 23,6 % de las reacciones alérgicas alimentarias diagnosticadas, especialmente en pacientes mayores de 5 años. En cuanto a la gravedad de las reacciones alérgicas tras la ingesta de rosáceas, estas se relacionan con una alta frecuencia de anafilaxia, afectando, aproximadamente, a un 45 % de las personas que la sufren. Debido a la frecuencia de síntomas graves, no se dispone de datos suficientes sobre la cantidad mínima de consumo necesaria para inducir síntomas, y se ha visto que es muy dependiente de las características de cada persona. Sin embargo, la percepción es que personas monosensibilizadas son capaces de sufrir reacciones alérgicas muy graves tras el contacto con la piel del melocotón o de la manzana, donde principalmente se encuentra el alérgeno.

La alergia a las legumbres (sin tener en cuenta el cacahuete ni la soja) afecta, aproximadamente, a un 7 % de la población española alérgica a alimentos, y concretamente, a un 6,9 % de la población adulta y a un 5,3 % de la población infantil, siendo la lenteja la legumbre más implicada, en ambos grupos de población. En cuanto a la frecuencia de aparición de síntomas graves (anafilaxia), se estima en un porcentaje aproximado del 25 %, en el caso de los adultos. Y sobre la potencia, no se dispone de datos para poder determinar la cantidad mínima de alérgeno que induce síntomas.

En cuanto a la alergia al kiwi, en población infantil, en los países europeos la prevalencia de alergia al kiwi oscila entre el 0 y el 1,06 %, siendo España el país con mayor prevalencia (1,06 %); en población adulta europea la prevalencia global es de entre el 0 y el 1,34 %, con una prevalencia del 0,64 % en España. La alergia al kiwi se asocia con síntomas graves gastrointestinales (15-35 % de los pacientes con alergia a kiwi) y anafilaxia (1-5 % de los pacientes con este tipo de alergia, según las apreciaciones de los especialistas participantes en la encuesta). Sin embargo, no se dispone de datos que indiquen la cantidad mínima de ingesta para sufrir síntomas (potencia), aunque las personas que están sensibilizadas indican no poder consumir una pieza de fruta completa antes de sentir algún síntoma.

Por otro lado, en relación con la alergia a piñones, el Comité Científico concluye que no se trata de una alergia alimentaria muy frecuente en España (según los datos de la encuesta, menos del 1 % de la población con alergia alimentaria), aunque sí se ha visto que está relacionada con una alta probabilidad en el desarrollo de anafilaxia (gravedad: 75-80 % de los pacientes) a bajas concentraciones del alimento (potencia: <10 mg de alimento, según la mayoría de los especialistas encuestados, e incluso <1 mg, según el 13 % de los ellos).

Para concluir, el Comité Científico, basándose en los datos de prevalencia y gravedad publicados y en la percepción de los médicos especialistas encuestados, comparte la opinión de estos con respecto a que existe una base suficiente para proponer la inclusión, por este orden, de las rosáceas, leguminosas, kiwi y piñones, en la lista de sustancias o productos que provocan alergias o intolerancias, de declaración obligatoria en la Unión Europea.

## Agradecimientos

El Comité Científico agradece a la Sociedad Española de Alergología e Inmunología Clínica (SEAIC) su contribución a este informe, al aportar información relacionada con la gravedad, la potencia y la prevalencia de determinadas alergias alimentarias, en España.

## Referencias

- Añó, M.A., Maselli, J.P., Sanz, M.L. y Fernández-Benítez, M. (2002). Allergy to pine nut. *Allergologia et Immunopathologia*, 30 (2), pp: 104-108.
- Arksey, H. y O'Malley, L. (2005). Scoping studies: towards a methodological framework. *International Journal of Social Research Methodology*, 8 (1), pp: 19-32.
- Armentia, A., Lombardero, M., Blanco, C., Fernández, S., Fernández, A. y Sánchez-Monge, R. (2006). Allergic hypersensitivity to the lentil pest *Bruchus lentis*. *Allergy*, 61, pp: 1112-1116.
- Asero, R. y Pravettoni, V. (2013). Anaphylaxis to plant-foods and pollen allergens in patients with lipid transfer protein syndrome. *Current Opinion in Allergy and Clinical Immunology*, 13 (4), pp: 379-85.
- Asero, R., Pravettoni, V., Scala, E. y Villalta, D. (2022). Lipid transfer protein allergy: A review of current controversies *Clinical and Experimental Allergy*, 52, pp: 222-230.
- Barbarroja-Escudero, J., Antolin-Amerigo, D., Sanchez-Gonzalez, M.J., Rodriguez-Rodriguez, M., Ledesma-Fernandez, A. y Alvarez-Mon, M. (2014). Pine nut anaphylaxis: a proteomic study. *Allergology International*, 63 (1), pp: 125-126.
- Betancor, D., Gomez-Lopez, A., Villalobos-Vilda, C., Nuñez-Borque, E., Fernández-Bravo, S., De Las Heras Gozalo, M., Pastor-Vargas, C., Esteban, V. y Cuesta-Herranz, J. (2021). LTP Allergy Follow-Up Study: Development of Allergy to New Plant Foods 10 Years Later. *Nutrients*, 13 (7): 2165, pp: 1-11.
- Beyer, A.V., Gall, H. y Peter, R.U. (1998). Anaphylaxis to pine nuts. *Allergy*, 53 (12), pp: 1227-1228.
- Burney, P.G., Potts, J., Kummeling, I., Mills, E.N., Clausen, M., Dubakiene, R., Barreales, L., Fernandez-Perez, C., Fernandez-Rivas, M., Le, T.M., Knulst, A.C., Kowalski, M.L., Lidholm, J., Ballmer-Weber, B.K., Braun-Fahlander, C., Mustakov, T., Kralimarkova, T., Popov, T., Sakellariou, A., Papadopoulos, N.G., Versteeg, S.A., Zuidmeer, L., Akkerdaas, J.H., Hoffmann-Sommergruber y K., van Ree, R. (2014). The prevalence and distribution of food sensitization in European adults. *Allergy*, 69 (3), pp: 365-371.
- Cabanillas, B., Cheng, H., Grimm, C.C., Hurlburt, B.K., Rodríguez, J., Crespo, J.F. y Maleki, S.J. (2012). Pine nut allergy: clinical features and major allergens characterization. *Molecular Nutrition and Food Research*, 56 (12), pp: 1884-1893.
- Cabanillas, B. y Novak, N. (2015). Allergic Reactions to Pine Nut: A Review. *Journal of Investigational Allergology and Clinical Immunology*, 25 (5), pp: 329-333.
- Cañas, J.A., Pérez-Sánchez, N., Lopera-Doblas, L., Palomares, F., Molina, A., Bartra, J., Torres, M.J., Gómez, F. y Mayorga, C. (2022). Basophil Activation Test Utility as a Diagnostic Tool in LTP Allergy. *International Journal of Molecular Sciences*, 23 (9): 4979, pp: 1-16.
- Costa, J., y Mafra, I. (2022). Rosaceae food allergy: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 63 (25), pp: 7423-7460.

- D'Aiuto, V., Mormile, I., Granata, F., Napolitano, F., Lamagna, L., Della Casa, F., de Paulis, A. y Rossi, F.W. (2024). Worldwide Heterogeneity of Food Allergy: Focus on Peach Allergy in Southern Italy. *Journal of Clinical Medicine*, 13 (11): 3259, pp: 1-19.
- De las Marinas, D., Vila, L. y Sanz, M.L. (1998). Allergy to pine nuts. *Allergy*, 53 (2), pp: 220-222.
- FAO (1985). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. General standard for the labelling of pre-packaged foods CXS 1-1985. Disponible en: [https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/fr/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B1-1985%252FCXS\\_001e.pdf](https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/fr/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B1-1985%252FCXS_001e.pdf) [acceso: 22-09-25].
- FAO/OMS (2022). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura/Organización Mundial de la Salud. Risk assessment of food allergens: part 1: review and validation of *Codex alimentarius* priority allergen list through risk assessment: meeting report. Disponible en: <https://www.who.int/publications/item/9789240042391> [acceso: 22-09-25].
- FAO/OMS (2024). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura/Organización Mundial de la Salud. *Codex Alimentarius*: Una normativa dinámica. Alimentación, Nutrición y Agricultura - Inocuidad y comercio de los alimentos. Disponible en: <https://www.fao.org/4/v9723t/v9723t02.htm#:~:text=El%20inicio%20del%20programa%20Codex,para%20elaborar%20normas%20alimentarias%20de> [acceso: 22-09-25].
- Fernández-Rivas, M. (2009). Food allergy in Alergológica-2005. *Journal of Investigational Allergology and Clinical Immunology*, 19 (2), pp: 37-44.
- Fine, A.J. Hypersensitivity reaction to kiwi fruit (Chinese gooseberry, *Actinidia chinensis*) (1981). *The Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 68 (3), pp: 235-237.
- Gall, H., Kalveram, K.J., Forck, G. y Sterry, W. (1994). Kiwi fruit allergy: a new birch pollen-associated food allergy. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 94 (1), pp: 70-76.
- García-Menaya, J.M., Gonzalo-Garijo, M.A., Moneo, I., Fernández, B., García-González, F. y Moreno, F. (2000). A 17-kDa allergen detected in pine nuts. *Allergy*, 55 (3), pp: 291-293.
- Gawrońska-Ukleja, E., Różalska, A., Ukleja-Sokołowska, N., Zbikowska-Gotz, M. y Bartuzi, Z. (2013). Anaphylaxis after accidental ingestion of kiwi fruit. *Postępy Dermatologii i Alergologii (Advances in Dermatology and Allergology)*, 30 (3), pp: 192-194.
- González-Mancebo, E., González-de-Olano, D., Trujillo, M.J., Santos, S., Gandolfo-Cano, M., Meléndez, A., Juárez, R., Morales, P., Calso, A., Mazuela, O. y Zapatero, A. (2011). Prevalence of sensitization to lipid transfer proteins and profilins in a population of 430 patients in the south of Madrid. *Journal of Investigational Allergology and Clinical Immunology*, 21 (4), pp: 278-282.
- Grabenhenrich, L., Trendelenburg, V., Bellach, J., Yürek, S., Reich, A., Fiandor, A., Rivero, D., Sigurdardottir, S., Clausen, M., Papadopoulos, N.G., Xepapadaki, P., Sprickelman, A.B., Dontje, B., Roberts, G., Grimshaw, K., Kowalski, M.L., Kurowski, M., Dubakienė, R., Rudzeviciene, O., Fernández-Rivas, M., Couch, P., Versteeg, S.A., van Ree R, Mills C, Keil T y Beyer K. (2020). Frequency of food allergy in school-aged children in eight European countries-The EuroPrevall-iFAAM birth cohort. *Allergy*, 75 (9), pp: 2294-2308.
- Haktanir Abul, M., Dereci, S., Hacisalihoglu, S. y Orhan, F. (2017). Is kiwifruit allergy a matter in kiwifruit-cultivating regions? A population-based study. *Pediatric Allergy and Immunology*, 28 (1), pp: 38-43.
- Ibáñez, M.D., Lombardero, M., San Ireneo, M.M. y Muñoz, M.C. (2003). Anaphylaxis induced by pine nuts in two young girls. *Pediatric Allergy and Immunology*, 14 (4), pp: 317-319.
- Jorge, A., Soares, E., Sarinho, E., Lorente, F., Gama, J. y Taborda-Barata, L. (2017). Prevalence and clinical features of adverse food reactions in Portuguese children. *Allergy, Asthma, and Clinical Immunology*, 6, pp: 13-40.
- Koepke, J.W., Williams, P.B., Osa, S.R., Dolen, W.K y Selner, J.C. (1990). Anaphylaxis to piñon nuts. *Annals of allergy*, 65 (6), pp: 473-476.
- Le, T.M., Bublin, M., Breiteneder, H., Fernández-Rivas, M., Asero, R., Ballmer-Weber, B., Barreales, L., Bures, P., Belohlavkova, S., de Blay, F., Clausen, M., Dubakienė, R., Gislason, D., van Hoffen, E., Jedrzejczak-Cze-

- chowicz, M., Kowalski, M.L., Kralimarkova, T., Lidholm, J., DeWitt, A.M., Mills, C.E., Papadopoulos, N.G., Popov, T., Purohit, A., van Ree, R., Seneviratne, S., Sinaniotis, A., Summers, C., Vázquez-Cortés, S., Vieths, S., Vogel, L., Hoffmann-Sommergruber, K. y Knulst, A.C. (2013). Kiwifruit allergy across Europe: clinical manifestation and IgE recognition patterns to kiwifruit allergens. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 131 (1), pp: 164-171.
- Lyons, S.A., Burney, P.G.J., Ballmer-Weber, B.K., Fernandez-Rivas, M., Barreales, L., Clausen, M., Dubakiene, R., Fernandez-Perez, C., Fritsche, P., Jedrzejczak-Czechowicz, M., Kowalski, M.L., Kralimarkova, T., Kummeling, I., Mustakov, T.B., Lebens, A.F.M., van Os-Medendorp, H., Papadopoulos, N.G., Popov, T.A., Sakellariou, A., Welsing, P.M.J., Potts, J., Mills, E.N.C., van Ree, R., Knulst, A.C. y Le, T.M. (2019). Food Allergy in Adults: Substantial Variation in Prevalence and Causative Foods Across Europe. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 7 (6), pp: 1920-1928.
- Lyons, S.A., Clausen, M., Knulst, A.C., Ballmer-Weber, B.K., Fernandez-Rivas, M., Barreales, L., Bieli, C., Dubakiene, R., Fernandez-Perez, C., Jedrzejczak-Czechowicz, M., Kowalski, M.L., Kralimarkova, T., Kummeling, I., Mustakov, T.B., Papadopoulos, N.G., Popov, T.A., Xepapadaki, P., Welsing, P.M.J., Potts, J., Mills, E.N.C., van Ree, R., Burney, P.G.J. y Le, T.M. (2020). Prevalence of Food Sensitization and Food Allergy in Children Across Europe. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 8 (8), pp: 2736-2746.
- Martínez San Ireneo, M., Ibáñez, M.D., Sánchez, J.J., Carnés, J. y Fernández-Caldas, E. (2008). Clinical features of legume allergy in children from a Mediterranean area. *Annals of Allergy, Asthma and Immunology*, 101, pp: 179-184.
- Mastrorilli, C., Chiera, F., Arasi, S., Giannetti, A., Caimmi, D., Dinardo, G., Gracci, S., Pecoraro, L., Miraglia Del Giudice, M., Bernardini, R. y Diagnostic Commission of the Italian Society of Pediatric Allergy and Immunology (SIAIP). (2024). IgE-Mediated Legume Allergy: A Pediatric Perspective. *Journal of Personalized Medicine*, 14 (9): 898, pp: 1-22.
- Missaoui, K., Gonzalez-Klein, Z., Pazos-Castro, D., Hernandez-Ramirez, G., Garrido-Arandia, M., Brini, F., Diaz-Perales, A. y Tome-Amat, J. (2022). Plant non-specific lipid transfer proteins: An overview. *Plant Physiology and Biochemistry*, 171, pp: 115-127.
- Moneret-Vautrin, D.A., Blain, H., Kanny, G. y Bloch, Y. (1998). Anaphylaxis to walnuts and pine nuts induced by ACE (case report). *Allergy*, 53 (12), pp: 1233-1234.
- Nergiz, C. y Dönmez, I. (2004) Chemical Composition and Nutritive Value of Pinus pinea L. Seeds. *Food Chemistry*, 86, pp: 365-368.
- Ouzzani, M., Hammady, H., Fedorowicz, Z. y Elmagarmid, A. (2016). Rayyan - a web and mobile app for systematic reviews. *Systematic Reviews*, 5: 210, pp: 1-10.
- Peters, R.L., Koplin, J.J., Gurrin, L.C., Dharmage, S.C., Wake, M., Ponsonby, A.-L., Tang, M.L.K., Lowe, A.J., Matheson, M., Dwyer, T. y Allen, K.J. (2017). The prevalence of food allergy and other allergic diseases in early childhood in a population-based study: HealthNuts age 4-year follow-up. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 140 (1), pp: 145-153.
- Peters, R.L., Krawiec, M., Koplin, J.J. y Santos, A.F. (2021). Update on food allergy. *Pediatric Allergy and Immunology*, 32 (4), pp: 647-657.
- Rancé, F., Grandmottet, X. y Grandjean, H. (2005). Prevalence and main characteristics of schoolchildren diagnosed with food allergies in France. *Clinical and Experimental Allergy*, 35 (2), pp: 167-172.
- Reese, I., Schäfer, C., Ballmer-Weber, B., Beyer, K., Dölle-Bierke, S., van Dullemen, S., Jappe, U., Müller, S., Schnadt, S., Treudler, R. y Worm, M. (2023). Vegan diets from an allergy point of view - Position paper of the DGAKI working group on food allergy. Vegan diets from an allergy point of view - Position paper of the DGAKI working group on food allergy. *Allergologie Select*, 7, pp: 57-83.
- Rentzos, G., Johanson, L., Goksor, E., Telemo, E., Lundback, B. y Ekerljung, L. (2019). Prevalence of food hypersensitivity in relation to IgE sensitisation to common food allergens among the general adult population in West Sweden. *Clinical and Translational Allergy*, 9 (22), pp: 1-10.

- Rossi, C.M., Lenti, M.V., Merli, S., Licari, A., Marseglia, G.L. y Di Sabatino, A. (2023). Immunotherapy with Pru p 3 for food allergy to peach and non-specific lipid transfer protein: a systematic review. *Clinical and Molecular Allergy*, 21 (3), pp: 1-9.
- Roux, N., Hogendijk, S. y Hauser, C. (1998). Severe anaphylaxis to pine nuts. *Allergy*, 53 (2), pp: 213-214.
- Scala, E., Abeni, D., Villella, V., Villalta, D., Cecchi, L., Pravettoni, V., Giani, M., Caprini, E. y Asero, R. (2023). Clinical severity of LTP syndrome is associated with an expanded IgE repertoire, FDEIA, FDHIH, and LTP mono reactivity. *European Annals of Allergy and Clinical Immunology*, 57 (3), pp: 128-139.
- Scala, E., Abeni, D., Villella, V., Villalta, D., Cecchi, L., Pravettoni, V., Giani, M., Caprini, E. y Asero, R. (2025). Clinical severity of LTP syndrome is associated with an expanded IgE repertoire, FDEIA, FDHIH, and LTP mono reactivity. *European Annals of Allergy and Clinical Immunology*, 57 (3), pp: 128-139.
- Scheurer, S., van Ree, R. y Vieths, S. (2021). The Role of Lipid Transfer Proteins as Food and Pollen Allergens Outside the Mediterranean Area. *Current Allergy and Asthma Reports*, 21 (2): 7, pp: 1-13.
- Somoza, M.L., Blanca-López, N., Perez Alzate, D., Garcimartin, M.L., Ruano, F.J., Antón-Laiseca, A. y Canto, G. (2015). Allergy to Legumes in Adults: Descriptive Features. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 135 (2), AB254 (abstract-AAAA annual meeting).
- Strinnholm, A., Winberg, A., West, C., Hedman, L. y Ronmark, E. (2014). Food hypersensitivity is common in Swedish schoolchildren, especially oral reactions to fruit and gastrointestinal reactions to milk. *Acta Paediatrica*, 103 (12), pp: 1290-1296.
- Tricco, A.C., Lillie, E., Zarin, W., O'Brien, K.K., Colquhoun, H., Levac, D., Moher, D., Peters, M.D.J., Horsley, T., Weeks, L., Hempel, S., Akl, E.A., Chang, C., McGowan, J., Stewart, L., Hartling, L., Aldcroft, A., Wilson, M.G., Garritty, C., Lewin, S., Godfrey, C.M., Macdonald, M.T., Langlois, E.V., Soares-Weiser, K., Moriarty, J., Clifford, T., Tunçalp, Ö. y Straus, S.E. (2018). PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): Checklist and Explanation. *Annals of Internal Medicine*, 169 (7), pp: 467-473.
- UE (2011). Reglamento (UE) N° 1169/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2011, sobre la información alimentaria facilitada al consumidor. DO L 304 de 22 de noviembre de 2011, pp: 18-63.
- UE (2024). Reglamento Delegado (UE) 2024/2512 de la Comisión, de 17 de abril de 2024, por el que se modifica el anexo II del Reglamento (UE) N° 1169/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre la información alimentaria facilitada al consumidor, por lo que respecta al ácido behénico procedente de semillas de mostaza para su uso en la fabricación de determinados emulgentes. DO L 2512 de 25 de septiembre de 2024, pp: 1-2.
- Van de Scheur, M.R. y Bruynzeel, D.P. (2004). Acute anaphylaxis after pine nut skin testing. *Annals of Allergy, Asthma and Immunology*, 92 (1), pp: 93.
- Vergeer, L., Vanderlee, L., White, C.M., Rynard, V.L. y Hammond, D. (2020). Vegetarianism and other eating practices among youth and young adults in major Canadian cities. *Public Health Nutrition*, 23 (4), pp: 609-619.
- Verma, A.K., Kumar, S., Das, M. y Dwivedi, P.D. (2013). A comprehensive review of legume allergy. *Clinical Reviews in Allergy and Immunology*, 45 (1), pp: 30-46.

## Anexo I. Preguntas y respuestas sobre la prevalencia, potencia y gravedad de las alergias a rosáceas, leguminosas, kiwi y piñones

### 1. Alergia a rosáceas

**Tabla 1.** Preguntas y respuestas sobre la prevalencia, gravedad y potencia de la alergia a rosáceas

| Pregunta                                                                                                                                              | Opciones de respuesta                                                 | Porcentaje de respuestas (%) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| ¿Qué proporción de pacientes tiene alergia a ROSÁCEAS?                                                                                                | Menos del 1% (menos de 1 caso por cada 100 pacientes)                 | 0,0                          |
|                                                                                                                                                       | 1-5 % (1 a 5 casos por cada 100 pacientes)                            | 7,0                          |
|                                                                                                                                                       | 5-10 % (5 a 10 casos por cada 100 pacientes)                          | 25,4                         |
|                                                                                                                                                       | 10-20 % (10 a 20 casos por cada 100 pacientes)                        | 32,4                         |
|                                                                                                                                                       | Más del 20 % (más de 20 casos por cada 100 pacientes)                 | 28,2                         |
|                                                                                                                                                       | No tengo datos suficientes                                            | 7,0                          |
| En su comunidad autónoma, ¿considera que la prevalencia de la alergia a ROSÁCEAS es mayor que la comunicada en estudios nacionales o internacionales? | Sí, es significativamente mayor                                       | 22,5                         |
|                                                                                                                                                       | Sí, es ligeramente mayor                                              | 11,3                         |
|                                                                                                                                                       | Es similar a la comunicada                                            | 39,4                         |
|                                                                                                                                                       | Es menor                                                              | 5,6                          |
|                                                                                                                                                       | No tengo datos suficientes para valorar                               | 21,1                         |
| ¿Ha observado un aumento de la prevalencia de la alergia a ROSÁCEAS en los últimos 5 años?                                                            | Sí, de forma notable                                                  | 45,1                         |
|                                                                                                                                                       | Sí, de forma leve                                                     | 29,6                         |
|                                                                                                                                                       | No, se mantiene estable                                               | 25,4                         |
|                                                                                                                                                       | No, ha disminuido                                                     | 0,0                          |
| ¿Suele realizar la Prueba de Exposición Oral Controlada (PEOC) para confirmar el diagnóstico de la alergia alimentaria a ROSÁCEAS?                    | Sí, siempre                                                           | 2,8                          |
|                                                                                                                                                       | Sí, en la mayoría de los casos                                        | 21,1                         |
|                                                                                                                                                       | Solo en casos específicos                                             | 67,6                         |
|                                                                                                                                                       | No, nunca                                                             | 8,5                          |
| Según su experiencia, ¿qué cantidad mínima de ROSÁCEAS es necesaria para inducir síntomas en el paciente?                                             | Contacto directo con trazas                                           | 4,2                          |
|                                                                                                                                                       | Ingesta de <1 mg (ej. una pequeña partícula)                          | 7,0                          |
|                                                                                                                                                       | Ingesta de 1-10 mg (ej. una miga de pan o trozo diminuto de alimento) | 21,1                         |
|                                                                                                                                                       | Ingesta de 10-100 mg (ej. un bocado pequeño)                          | 35,2                         |
|                                                                                                                                                       | Ingesta de más de 100 mg (ej. una ración parcial)                     | 14,1                         |
|                                                                                                                                                       | Ingesta de una ración completa o más                                  | 5,6                          |
| ¿Considera que la exposición repetida a trazas de ROSÁCEAS puede aumentar la sensibilización en pacientes alérgicos?                                  | No tengo datos suficientes                                            | 12,7                         |
|                                                                                                                                                       | Sí, en la mayoría de los casos                                        | 7,0                          |
|                                                                                                                                                       | Sí, pero depende del paciente                                         | 26,8                         |
|                                                                                                                                                       | No, no parece afectar a la sensibilización                            | 23,9                         |
|                                                                                                                                                       | No tengo datos suficientes                                            | 42,3                         |

**Tabla 1.** Preguntas y respuestas sobre la prevalencia, gravedad y potencia de la alergia a rosáceas

| Pregunta                                                                                                                                        | Opciones de respuesta                                  | Porcentaje de respuestas (%) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------|
| ¿Cuántos pacientes refieren haber sufrido una anafilaxia en los últimos 12 meses tras la ingesta de ROSÁCEAS?                                   | Ninguno                                                | 1,4                          |
|                                                                                                                                                 | 1-5 pacientes                                          | 19,7                         |
|                                                                                                                                                 | 6-10 pacientes                                         | 25,4                         |
|                                                                                                                                                 | 11-20 pacientes                                        | 19,7                         |
|                                                                                                                                                 | Más de 20 pacientes                                    | 26,8                         |
|                                                                                                                                                 | No tengo datos suficientes                             | 7,0                          |
| ¿Qué síntomas son los más frecuentes relacionados con la alergia a ROSÁCEAS?                                                                    | Síntomas cutáneos (urticaria, angioedema)              | 73,2                         |
|                                                                                                                                                 | Síntomas respiratorios (rinitis, asma)                 | 0,0                          |
|                                                                                                                                                 | Síntomas digestivos (náuseas, vómitos, diarrea)        | 1,4                          |
|                                                                                                                                                 | Anafilaxia                                             | 25,4                         |
|                                                                                                                                                 | No tengo datos suficientes                             | 0,0                          |
| En los últimos 12 meses, ¿cuántos pacientes refieren haber consumido accidentalmente ROSÁCEAS y haber sufrido síntomas?                         | Ninguno                                                | 9,9                          |
|                                                                                                                                                 | 1-5                                                    | 40,9                         |
|                                                                                                                                                 | 6-10                                                   | 9,9                          |
|                                                                                                                                                 | Más de 10                                              | 26,8                         |
|                                                                                                                                                 | No tengo datos suficientes                             | 12,7                         |
| ¿Las pruebas de IgE específicas han mostrado correlación con la gravedad de la reacción clínica tras la ingesta de ROSÁCEAS, en su experiencia? | Sí, a mayor IgE específica, mayor gravedad             | 4,2                          |
|                                                                                                                                                 | Sí, pero con algunas excepciones                       | 39,4                         |
|                                                                                                                                                 | No, la correlación no es clara                         | 49,3                         |
|                                                                                                                                                 | No tengo datos suficientes                             | 7,0                          |
| ¿Cuál es la tasa de reacciones anafilácticas a ROSÁCEAS en su experiencia clínica?                                                              | Menos del 1 % (menos de 1 caso por cada 100 pacientes) | 2,8                          |
|                                                                                                                                                 | 1-5 % (1 a 5 casos por cada 100 pacientes)             | 31,0                         |
|                                                                                                                                                 | 5-10 % (5 a 10 casos por cada 100 pacientes)           | 23,9                         |
|                                                                                                                                                 | 10-20 % (10 a 20 casos por cada 100 pacientes)         | 19,7                         |
|                                                                                                                                                 | Más del 20 % (más de 20 casos por cada 100 pacientes)  | 14,1                         |
|                                                                                                                                                 | No tengo datos suficientes                             | 8,5                          |
| ¿Cuántos pacientes con alergia a ROSÁCEAS han sido hospitalizados en su centro en los últimos 12 meses?                                         | Ninguno                                                | 53,5                         |
|                                                                                                                                                 | 1-5 pacientes                                          | 9,9                          |
|                                                                                                                                                 | 6-10 pacientes                                         | 0,0                          |
|                                                                                                                                                 | 11-20 pacientes                                        | 4,2                          |
|                                                                                                                                                 | Más de 20 pacientes                                    | 1,4                          |
|                                                                                                                                                 | No tengo datos suficientes                             | 31,0                         |

**Tabla 1.** Preguntas y respuestas sobre la prevalencia, gravedad y potencia de la alergia a rosáceas

| Pregunta                                                                                                                                                                        | Opciones de respuesta      | Porcentaje de respuestas (%) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| En su experiencia, ¿qué porcentaje de pacientes con alergia a ROSÁCEAS ha requerido atención en urgencias debido a una reacción grave en los últimos 12 meses?                  | Menos del 1 %              | 9,9                          |
|                                                                                                                                                                                 | 1-5 %                      | 35,2                         |
|                                                                                                                                                                                 | 5-10 %                     | 16,9                         |
|                                                                                                                                                                                 | Más del 10 %               | 18,3                         |
|                                                                                                                                                                                 | No tengo datos suficientes | 19,7                         |
| En su opinión, ¿deberían las ROSÁCEAS ser incluidas en la lista de sustancias o productos que provocan alergias o intolerancias de declaración obligatoria en la Unión Europea? | Sí                         | 95,3                         |
|                                                                                                                                                                                 | No                         | 3,1                          |
|                                                                                                                                                                                 | No tengo opinión           | 1,6                          |

## 2. Alergia a leguminosas

**Tabla 2.** Preguntas y respuestas sobre la prevalencia, gravedad y potencia de la alergia a leguminosas

| Pregunta                                                                                                                                                 | Opciones de respuesta                                  | Porcentaje de respuestas (%) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------|
| ¿Qué proporción de pacientes tiene alergia a LEGUMINOSAS?                                                                                                | Menos del 1 % (menos de 1 caso por cada 100 pacientes) | 31,3                         |
|                                                                                                                                                          | 1-5 % (1 a 5 casos por cada 100 pacientes)             | 29,9                         |
|                                                                                                                                                          | 5-10 % (5 a 10 casos por cada 100 pacientes)           | 20,9                         |
|                                                                                                                                                          | 10-20 % (10 a 20 casos por cada 100 pacientes)         | 10,5                         |
|                                                                                                                                                          | Más del 20 % (más de 20 casos por cada 100 pacientes)  | 0,0                          |
|                                                                                                                                                          | No tengo datos suficientes                             | 7,5                          |
| En su comunidad autónoma, ¿considera que la prevalencia de la alergia a LEGUMINOSAS es mayor que la comunicada en estudios nacionales o internacionales? | Sí, es significativamente mayor                        | 4,5                          |
|                                                                                                                                                          | Sí, es ligeramente mayor                               | 7,5                          |
|                                                                                                                                                          | Es similar a la comunicada                             | 50,8                         |
|                                                                                                                                                          | Es menor                                               | 7,5                          |
|                                                                                                                                                          | No tengo datos suficientes para valorar                | 29,9                         |
| ¿Ha observado un aumento de la prevalencia de la alergia a LEGUMINOSAS en los últimos 5 años?                                                            | Sí, de forma notable                                   | 6,0                          |
|                                                                                                                                                          | Sí, de forma leve                                      | 22,4                         |
|                                                                                                                                                          | No, se mantiene estable                                | 70,2                         |
|                                                                                                                                                          | No, ha disminuido                                      | 1,5                          |
| ¿Suele realizar la Prueba de Exposición Oral Controlada (PEOC) para confirmar el diagnóstico de la alergia alimentaria a LEGUMINOSAS?                    | Sí, siempre                                            | 1,5                          |
|                                                                                                                                                          | Sí, en la mayoría de los casos                         | 40,3                         |
|                                                                                                                                                          | Solo en casos específicos                              | 47,8                         |
|                                                                                                                                                          | No, nunca                                              | 10,5                         |

**Tabla 2.** Preguntas y respuestas sobre la prevalencia, gravedad y potencia de la alergia a leguminosas

| Pregunta                                                                                                                                           | Opciones de respuesta                                                 | Porcentaje de respuestas (%) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Según su experiencia, ¿qué cantidad mínima de LEGUMINOSAS es necesaria para inducir síntomas en el paciente?                                       | Contacto directo con trazas                                           | 4,5                          |
|                                                                                                                                                    | Ingesta de <1 mg (ej. una pequeña partícula)                          | 10,5                         |
|                                                                                                                                                    | Ingesta de 1-10 mg (ej. una miga de pan o trozo diminuto de alimento) | 25,4                         |
|                                                                                                                                                    | Ingesta de 10-100 mg (ej. un bocado pequeño)                          | 29,9                         |
|                                                                                                                                                    | Ingesta de más de 100 mg (ej. una ración parcial)                     | 14,9                         |
|                                                                                                                                                    | Ingesta de una ración completa o más                                  | 1,5                          |
|                                                                                                                                                    | No tengo datos suficientes                                            | 13,4                         |
| ¿Considera que la exposición repetida a trazas de LEGUMINOSAS puede aumentar la sensibilización en pacientes alérgicos?                            | Sí, en la mayoría de los casos                                        | 7,5                          |
|                                                                                                                                                    | Sí, pero depende del paciente                                         | 26,9                         |
|                                                                                                                                                    | No, no parece afectar a la sensibilización                            | 23,9                         |
|                                                                                                                                                    | No tengo datos suficientes                                            | 41,8                         |
| ¿Cuántos pacientes refieren haber sufrido una anafilaxia en los últimos 12 meses tras la ingesta de LEGUMINOSAS?                                   | Ninguno                                                               | 16,4                         |
|                                                                                                                                                    | 1-5 pacientes                                                         | 50,8                         |
|                                                                                                                                                    | 6-10 pacientes                                                        | 10,5                         |
|                                                                                                                                                    | 11-20 pacientes                                                       | 3,0                          |
|                                                                                                                                                    | Más de 20 pacientes                                                   | 1,5                          |
|                                                                                                                                                    | No tengo datos suficientes                                            | 17,9                         |
| ¿Qué síntomas son los más frecuentes relacionados con la alergia a LEGUMINOSAS?                                                                    | Síntomas cutáneos (urticaria, angioedema)                             | 49,3                         |
|                                                                                                                                                    | Síntomas respiratorios (rinitis, asma)                                | 4,5                          |
|                                                                                                                                                    | Síntomas digestivos (náuseas, vómitos, diarrea)                       | 25,4                         |
|                                                                                                                                                    | Anafilaxia                                                            | 14,9                         |
|                                                                                                                                                    | No tengo datos suficientes                                            | 6,0                          |
| En los últimos 12 meses, ¿cuántos pacientes refieren haber consumido accidentalmente LEGUMINOSAS y haber sufrido síntomas?                         | Ninguno                                                               | 22,4                         |
|                                                                                                                                                    | 1-5                                                                   | 41,8                         |
|                                                                                                                                                    | 6-10                                                                  | 10,5                         |
|                                                                                                                                                    | Más de 10                                                             | 3,0                          |
|                                                                                                                                                    | No tengo datos suficientes                                            | 22,4                         |
| ¿Las pruebas de IgE específicas han mostrado correlación con la gravedad de la reacción clínica tras la ingesta de LEGUMINOSAS, en su experiencia? | Sí, a mayor IgE específica, mayor gravedad                            | 17,9                         |
|                                                                                                                                                    | Sí, pero con algunas excepciones                                      | 32,8                         |
|                                                                                                                                                    | No, la correlación no es clara                                        | 34,3                         |
|                                                                                                                                                    | No tengo datos suficientes                                            | 14,9                         |

**Tabla 2.** Preguntas y respuestas sobre la prevalencia, gravedad y potencia de la alergia a leguminosas

| Pregunta                                                                                                                                                                           | Opciones de respuesta                                  | Porcentaje de respuestas (%) |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------|
| ¿Cuál es la tasa de reacciones anafilácticas a LEGUMINOSAS en su experiencia clínica?                                                                                              | Menos del 1 % (menos de 1 caso por cada 100 pacientes) | 29,9                         |
|                                                                                                                                                                                    | 1-5 % (1 a 5 casos por cada 100 pacientes)             | 28,4                         |
|                                                                                                                                                                                    | 5-10 % (5 a 10 casos por cada 100 pacientes)           | 11,9                         |
|                                                                                                                                                                                    | 10-20 % (10 a 20 casos por cada 100 pacientes)         | 6,0                          |
|                                                                                                                                                                                    | Más del 20 % (más de 20 casos por cada 100 pacientes)  | 1,5                          |
|                                                                                                                                                                                    | No tengo datos suficientes                             | 22,4                         |
| ¿Cuántos pacientes con alergia a LEGUMINOSAS han sido hospitalizados en su centro en los últimos 12 meses?                                                                         | Ninguno                                                | 61,2                         |
|                                                                                                                                                                                    | 1-5 pacientes                                          | 9,0                          |
|                                                                                                                                                                                    | 6-10 pacientes                                         | 1,5                          |
|                                                                                                                                                                                    | 11-20 pacientes                                        | 1,5                          |
|                                                                                                                                                                                    | Más de 20 pacientes                                    | 0,0                          |
|                                                                                                                                                                                    | No tengo datos suficientes                             | 26,9                         |
| En su experiencia, ¿qué porcentaje de pacientes con alergia a LEGUMINOSAS ha requerido atención en urgencias debido a una reacción grave en los últimos 12 meses?                  | Menos del 1 %                                          | 29,9                         |
|                                                                                                                                                                                    | 1-5 %                                                  | 26,9                         |
|                                                                                                                                                                                    | 5-10 %                                                 | 7,5                          |
|                                                                                                                                                                                    | Más del 10 %                                           | 0,0                          |
|                                                                                                                                                                                    | No tengo datos suficientes                             | 35,8                         |
| En su opinión, ¿deberían las LEGUMINOSAS ser incluidas en la lista de sustancias o productos que provocan alergias o intolerancias de declaración obligatoria en la Unión Europea? | Sí                                                     | 93,8                         |
|                                                                                                                                                                                    | No                                                     | 1,6                          |
|                                                                                                                                                                                    | No tengo opinión                                       | 4,7                          |

### 3. Alergia al kiwi

**Tabla 3.** Preguntas y respuestas sobre la prevalencia, gravedad y potencia de la alergia a kiwi

| Pregunta                                           | Opciones de respuesta                                  | Porcentaje de respuestas (%) |
|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------|
| ¿Qué proporción de pacientes tiene alergia a KIWI? | Menos del 1 % (menos de 1 caso por cada 100 pacientes) | 16,4                         |
|                                                    | 1-5 % (1 a 5 casos por cada 100 pacientes)             | 46,3                         |
|                                                    | 5-10 % (5 a 10 casos por cada 100 pacientes)           | 20,9                         |
|                                                    | 10-20 % (10 a 20 casos por cada 100 pacientes)         | 9,0                          |
|                                                    | Más del 20 % (más de 20 casos por cada 100 pacientes)  | 3,0                          |
|                                                    | No tengo datos suficientes                             | 4,5                          |

**Tabla 3.** Preguntas y respuestas sobre la prevalencia, gravedad y potencia de la alergia a kiwi

| Pregunta                                                                                                                                          | Opciones de respuesta                                                 | Porcentaje de respuestas (%) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| En su comunidad autónoma, ¿considera que la prevalencia de la alergia a KIWI es mayor que la comunicada en estudios nacionales o internacionales? | Sí, es significativamente mayor                                       | 6,0                          |
|                                                                                                                                                   | Sí, es ligeramente mayor                                              | 13,4                         |
|                                                                                                                                                   | Es similar a la comunicada                                            | 55,2                         |
|                                                                                                                                                   | Es menor                                                              | 1,5                          |
|                                                                                                                                                   | No tengo datos suficientes para valorar                               | 23,9                         |
| ¿Ha observado un aumento de la prevalencia de la alergia a KIWI en los últimos 5 años?                                                            | Sí, de forma notable                                                  | 13,4                         |
|                                                                                                                                                   | Sí, de forma leve                                                     | 31,3                         |
|                                                                                                                                                   | No, se mantiene estable                                               | 52,2                         |
|                                                                                                                                                   | No, ha disminuido                                                     | 3,0                          |
| ¿Suele realizar la Prueba de Exposición Oral Controlada (PEOC) para confirmar el diagnóstico de la alergia alimentaria a KIWI?                    | Sí, siempre                                                           | 3,0                          |
|                                                                                                                                                   | Sí, en la mayoría de los casos                                        | 22,4                         |
|                                                                                                                                                   | Solo en casos específicos                                             | 59,7                         |
|                                                                                                                                                   | No, nunca                                                             | 14,9                         |
| Según su experiencia, ¿qué cantidad mínima de KIWI es necesaria para inducir síntomas en el paciente?                                             | Contacto directo con trazas                                           | 7,5                          |
|                                                                                                                                                   | Ingesta de <1 mg (ej. una pequeña partícula)                          | 17,9                         |
|                                                                                                                                                   | Ingesta de 1-10 mg (ej. una miga de pan o trozo diminuto de alimento) | 34,3                         |
|                                                                                                                                                   | Ingesta de 10-100 mg (ej. un bocado pequeño)                          | 25,4                         |
|                                                                                                                                                   | Ingesta de más de 100 mg (ej. una ración parcial)                     | 9,0                          |
|                                                                                                                                                   | Ingesta de una ración completa o más                                  | 1,5                          |
| ¿Considera que la exposición repetida a trazas de KIWI puede aumentar la sensibilización en pacientes alérgicos?                                  | No tengo datos suficientes                                            | 4,5                          |
|                                                                                                                                                   | Sí, en la mayoría de los casos                                        | 11,9                         |
|                                                                                                                                                   | Sí, pero depende del paciente                                         | 25,4                         |
|                                                                                                                                                   | No, no parece afectar a la sensibilización                            | 17,9                         |
|                                                                                                                                                   | No tengo datos suficientes                                            | 44,8                         |
| ¿Cuántos pacientes refieren haber sufrido una anafilaxia en los últimos 12 meses tras la ingesta de KIWI?                                         | Ninguno                                                               | 11,9                         |
|                                                                                                                                                   | 1-5 pacientes                                                         | 53,7                         |
|                                                                                                                                                   | 6-10 pacientes                                                        | 14,9                         |
|                                                                                                                                                   | 11-20 pacientes                                                       | 7,5                          |
|                                                                                                                                                   | Más de 20 pacientes                                                   | 1,5                          |
|                                                                                                                                                   | No tengo datos suficientes                                            | 10,5                         |
| ¿Qué síntomas son los más frecuentes relacionados con la alergia a KIWI?                                                                          | Síntomas cutáneos (urticaria, angioedema)                             | 70,2                         |
|                                                                                                                                                   | Síntomas respiratorios (rinitis, asma)                                | 3,0                          |
|                                                                                                                                                   | Síntomas digestivos (náuseas, vómitos, diarrea)                       | 0,0                          |
|                                                                                                                                                   | Anafilaxia                                                            | 23,9                         |
|                                                                                                                                                   | No tengo datos suficientes                                            | 3,0                          |

**Tabla 3.** Preguntas y respuestas sobre la prevalencia, gravedad y potencia de la alergia a kiwi

| Pregunta                                                                                                                                                      | Opciones de respuesta                                  | Porcentaje de respuestas (%) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------|
| En los últimos 12 meses, ¿cuántos pacientes refieren haber consumido accidentalmente KIWI y haber sufrido síntomas?                                           | Ninguno                                                | 26,9                         |
|                                                                                                                                                               | 1-5                                                    | 32,8                         |
|                                                                                                                                                               | 6-10                                                   | 7,5                          |
|                                                                                                                                                               | Más de 10                                              | 7,5                          |
|                                                                                                                                                               | No tengo datos suficientes                             | 25,4                         |
| ¿Las pruebas de IgE específicas han mostrado correlación con la gravedad de la reacción clínica tras la ingesta de KIWI, en su experiencia?                   | Sí, a mayor IgE específica, mayor gravedad             | 11,9                         |
|                                                                                                                                                               | Sí, pero con algunas excepciones                       | 35,8                         |
|                                                                                                                                                               | No, la correlación no es clara                         | 35,8                         |
|                                                                                                                                                               | No tengo datos suficientes                             | 16,4                         |
| ¿Cuál es la tasa de reacciones anafilácticas a KIWI en su experiencia clínica?                                                                                | Menos del 1 % (menos de 1 caso por cada 100 pacientes) | 25,4                         |
|                                                                                                                                                               | 1-5 % (1 a 5 casos por cada 100 pacientes)             | 32,8                         |
|                                                                                                                                                               | 5-10 % (5 a 10 casos por cada 100 pacientes)           | 13,4                         |
|                                                                                                                                                               | 10-20 % (10 a 20 casos por cada 100 pacientes)         | 9,0                          |
|                                                                                                                                                               | Más del 20 % (más de 20 casos por cada 100 pacientes)  | 4,5                          |
|                                                                                                                                                               | No tengo datos suficientes                             | 14,9                         |
| ¿Cuántos pacientes con alergia a KIWI han sido hospitalizados en su centro en los últimos 12 meses?                                                           | Ninguno                                                | 62,7                         |
|                                                                                                                                                               | 1-5 pacientes                                          | 4,5                          |
|                                                                                                                                                               | 6-10 pacientes                                         | 3,0                          |
|                                                                                                                                                               | 11-20 pacientes                                        | 0,0                          |
|                                                                                                                                                               | Más de 20 pacientes                                    | 0,0                          |
|                                                                                                                                                               | No tengo datos suficientes                             | 29,9                         |
| En su experiencia, ¿qué porcentaje de pacientes con alergia a KIWI ha requerido atención en urgencias debido a una reacción grave en los últimos 12 meses?    | Menos del 1 %                                          | 37,3                         |
|                                                                                                                                                               | 1-5 %                                                  | 22,4                         |
|                                                                                                                                                               | 5-10 %                                                 | 6,0                          |
|                                                                                                                                                               | Más del 10 %                                           | 1,5                          |
|                                                                                                                                                               | No tengo datos suficientes                             | 32,8                         |
| En su opinión, ¿debería el KIWI ser incluido en la lista de sustancias o productos que provocan alergias o intolerancias de declaración obligatoria en la UE? | Sí                                                     | 85,9                         |
|                                                                                                                                                               | No                                                     | 7,8                          |
|                                                                                                                                                               | No tengo opinión                                       | 6,3                          |

## 4. Alergia a piñones

**Tabla 4.** Preguntas y respuestas sobre la prevalencia, gravedad y potencia de la alergia a piñones

| Pregunta                                                                                                                                             | Opciones de respuesta                                                 | Porcentaje de respuestas (%) |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| ¿Qué proporción de pacientes tiene alergia a PIÑONES?                                                                                                | Menos del 1 % (menos de 1 caso por cada 100 pacientes)                | 67,7                         |
|                                                                                                                                                      | 1-5 % (1 a 5 casos por cada 100 pacientes)                            | 11,8                         |
|                                                                                                                                                      | 5-10 % (5 a 10 casos por cada 100 pacientes)                          | 1,5                          |
|                                                                                                                                                      | 10-20 % (10 a 20 casos por cada 100 pacientes)                        | 1,5                          |
|                                                                                                                                                      | Más del 20 % (más de 20 casos por cada 100 pacientes)                 | 0,0                          |
|                                                                                                                                                      | No tengo datos suficientes                                            | 17,7                         |
| En su comunidad autónoma, ¿considera que la prevalencia de la alergia a PIÑONES es mayor que la comunicada en estudios nacionales o internacionales? | Sí, es significativamente mayor                                       | 1,5                          |
|                                                                                                                                                      | Sí, es ligeramente mayor                                              | 2,9                          |
|                                                                                                                                                      | Es similar a la comunicada                                            | 20,6                         |
|                                                                                                                                                      | Es menor                                                              | 17,7                         |
|                                                                                                                                                      | No tengo datos suficientes para valorar                               | 57,4                         |
| ¿Ha observado un aumento de la prevalencia de la alergia a PIÑONES en los últimos 5 años?                                                            | Sí, de forma notable                                                  | 2,9                          |
|                                                                                                                                                      | Sí, de forma leve                                                     | 17,7                         |
|                                                                                                                                                      | No, se mantiene estable                                               | 69,1                         |
|                                                                                                                                                      | No, ha disminuido                                                     | 10,3                         |
| ¿Suele realizar la Prueba de Exposición Oral Controlada (PEOC) para confirmar el diagnóstico de la alergia alimentaria a PIÑONES?                    | Sí, siempre                                                           | 1,5                          |
|                                                                                                                                                      | Sí, en la mayoría de los casos                                        | 26,5                         |
|                                                                                                                                                      | Solo en casos específicos                                             | 47,1                         |
|                                                                                                                                                      | No, nunca                                                             | 25,0                         |
| Según su experiencia, ¿qué cantidad mínima de PIÑONES es necesaria para inducir síntomas en el paciente?                                             | Contacto directo con trazas                                           | 4,4                          |
|                                                                                                                                                      | Ingesta de <1 mg (ej. una pequeña partícula)                          | 13,2                         |
|                                                                                                                                                      | Ingesta de 1-10 mg (ej. una miga de pan o trozo diminuto de alimento) | 27,9                         |
|                                                                                                                                                      | Ingesta de 10-100 mg (ej. un bocado pequeño)                          | 13,2                         |
|                                                                                                                                                      | Ingesta de más de 100 mg (ej. una ración parcial)                     | 1,5                          |
|                                                                                                                                                      | Ingesta de una ración completa o más                                  | 1,5                          |
| ¿Considera que la exposición repetida a trazas de PIÑONES puede aumentar la sensibilización en pacientes alérgicos?                                  | No tengo datos suficientes                                            | 38,2                         |
|                                                                                                                                                      | Sí, en la mayoría de los casos                                        | 5,9                          |
|                                                                                                                                                      | Sí, pero depende del paciente                                         | 20,6                         |
|                                                                                                                                                      | No, no parece afectar a la sensibilización                            | 16,2                         |
|                                                                                                                                                      | No tengo datos suficientes                                            | 57,4                         |

**Tabla 4.** Preguntas y respuestas sobre la prevalencia, gravedad y potencia de la alergia a piñones

| Pregunta                                                                                                                                       | Opciones de respuesta                                  | Porcentaje de respuestas (%) |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------|
| ¿Cuántos pacientes refieren haber sufrido una anafilaxia en los últimos 12 meses tras la ingesta de PIÑONES?                                   | Ninguno                                                | 45,6                         |
|                                                                                                                                                | 1-5 pacientes                                          | 32,4                         |
|                                                                                                                                                | 6-10 pacientes                                         | 1,5                          |
|                                                                                                                                                | 11-20 pacientes                                        | 0,0                          |
|                                                                                                                                                | Más de 20 pacientes                                    | 0,0                          |
|                                                                                                                                                | No tengo datos suficientes                             | 20,6                         |
| ¿Qué síntomas son los más frecuentes relacionados con la alergia a PIÑONES?                                                                    | Síntomas cutáneos (urticaria, angioedema)              | 33,8                         |
|                                                                                                                                                | Síntomas respiratorios (rinitis, asma)                 | 1,5                          |
|                                                                                                                                                | Síntomas digestivos (náuseas, vómitos, diarrea)        | 2,9                          |
|                                                                                                                                                | Anafilaxia                                             | 33,8                         |
|                                                                                                                                                | No tengo datos suficientes                             | 27,9                         |
| En los últimos 12 meses, ¿cuántos pacientes refieren haber consumido accidentalmente PIÑONES y haber sufrido síntomas?                         | Ninguno                                                | 36,8                         |
|                                                                                                                                                | 1-5                                                    | 22,1                         |
|                                                                                                                                                | 6-10                                                   | 4,4                          |
|                                                                                                                                                | Más de 10                                              | 0,0                          |
|                                                                                                                                                | No tengo datos suficientes                             | 36,8                         |
| ¿Las pruebas de IgE específicas han mostrado correlación con la gravedad de la reacción clínica tras la ingesta de PIÑONES, en su experiencia? | Sí, a mayor IgE específica, mayor gravedad             | 13,2                         |
|                                                                                                                                                | Sí, pero con algunas excepciones                       | 20,6                         |
|                                                                                                                                                | No, la correlación no es clara                         | 30,9                         |
|                                                                                                                                                | No tengo datos suficientes                             | 35,3                         |
| ¿Cuál es la tasa de reacciones anafilácticas a PIÑONES en su experiencia clínica?                                                              | Menos del 1 % (menos de 1 caso por cada 100 pacientes) | 42,7                         |
|                                                                                                                                                | 1-5 % (1 a 5 casos por cada 100 pacientes)             | 10,3                         |
|                                                                                                                                                | 5-10 % (5 a 10 casos por cada 100 pacientes)           | 4,4                          |
|                                                                                                                                                | 10-20 % (10 a 20 casos por cada 100 pacientes)         | 0,0                          |
|                                                                                                                                                | Más del 20 % (más de 20 casos por cada 100 pacientes)  | 4,4                          |
|                                                                                                                                                | No tengo datos suficientes                             | 38,2                         |
| ¿Cuántos pacientes con alergia a PIÑONES han sido hospitalizados en su centro en los últimos 12 meses?                                         | Ninguno                                                | 61,8                         |
|                                                                                                                                                | 1-5 pacientes                                          | 5,9                          |
|                                                                                                                                                | 6-10 pacientes                                         | 0,0                          |
|                                                                                                                                                | 11-20 pacientes                                        | 0,0                          |
|                                                                                                                                                | Más de 20 pacientes                                    | 0,0                          |
|                                                                                                                                                | No tengo datos suficientes                             | 32,4                         |

**Tabla 4.** Preguntas y respuestas sobre la prevalencia, gravedad y potencia de la alergia a piñones

| Pregunta                                                                                                                                                            | Opciones de respuesta      | Porcentaje de respuestas (%) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| En su experiencia, ¿qué porcentaje de pacientes con alergia a PIÑONES ha requerido atención en urgencias debido a una reacción grave en los últimos 12 meses?       | Menos del 1%               | 48,5                         |
|                                                                                                                                                                     | 1-5 %                      | 7,4                          |
|                                                                                                                                                                     | 5-10 %                     | 1,5                          |
|                                                                                                                                                                     | Más del 10 %               | 0,0                          |
|                                                                                                                                                                     | No tengo datos suficientes | 42,7                         |
| En su opinión, ¿deberían los PIÑONES ser incluidos en la lista de sustancias o productos que provocan alergias o intolerancias de declaración obligatoria en la UE? | Sí                         | 60,9                         |
|                                                                                                                                                                     | No                         | 20,3                         |
|                                                                                                                                                                     | No tengo opinión           | 18,8                         |

# Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) sobre las condiciones de mantenimiento de los alimentos elaborados con huevo u ovoproductos en los establecimientos minoristas

Número de referencia: AESAN-2025-005

Informe aprobado por el Comité Científico en su sesión plenaria de 11 de diciembre de 2025

## Grupo de trabajo

**Antonio Valero Díaz (Coordinador), María Dolores Rodrigo Aliaga (Coordinadora), Rosa María Capita González, Baltasar Mayo Pérez, Azucena del Carmen Mora Gutiérrez, Fernando Pérez Rodríguez\* y Paula Arrabal Durán (AESAN)**

## Comité Científico

|                                                                   |                                                                                |                                                                                   |                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Concepción María Aguilera García</b><br>Universidad de Granada | <b>María Pilar Guallar Castillón</b><br>Universidad Autónoma de Madrid         | <b>Azucena del Carmen Mora Gutiérrez</b><br>Universidad de Santiago de Compostela | <b>María Dolores Rodrigo Aliaga</b><br>Consejo Superior de Investigaciones Científicas |
| <b>Houda Berrada Ramdani</b><br>Universitat de València           | <b>Ángel Gil Izquierdo</b><br>Consejo Superior de Investigaciones Científicas  | <b>Gema Nieto Martínez</b><br>Universidad de Murcia                               | <b>María de Cortes Sánchez Mata</b><br>Universidad Complutense de Madrid               |
| <b>Irene Bretón Lesmes</b><br>Hospital Gregorio Marañón de Madrid | <b>Ángel José Gutiérrez Fernández</b><br>Universidad de La Laguna              | <b>Silvia Pichardo Sánchez</b><br>Universidad de Sevilla                          | <b>Gloria Sánchez Moragas</b><br>Consejo Superior de Investigaciones Científicas       |
| <b>Rosa María Capita González</b><br>Universidad de León          | <b>Isabel Hernando Hernando</b><br>Universitat Politècnica de València         | <b>María del Carmen Recio Iglesias</b><br>Universitat de València                 | <b>Antonio Valero Díaz</b><br>Universidad de Córdoba                                   |
| <b>Araceli Díaz Perales</b><br>Universidad Politécnica de Madrid  | <b>Baltasar Mayo Pérez</b><br>Consejo Superior de Investigaciones Científicas  | <b>Ana María Rivas Velasco</b><br>Universidad de Granada                          | <b>María Roser Vila Casanovas</b><br>Universitat de Barcelona                          |
| <b>Secretario técnico</b><br>Vicente Calderón Pascual             | <b>*Colaborador externo:</b> Fernando Pérez Rodríguez (Universidad de Córdoba) |                                                                                   |                                                                                        |

**Gestión técnica del informe AESAN:** Paula Arrabal Durán

## Resumen

En el Real Decreto 1021/2022, por el que se regulan determinados requisitos en materia de higiene de la producción y comercialización de los productos alimenticios en establecimientos de comercio al por menor, se establece que, en los establecimientos de comercio al por menor, los alimentos elaborados con huevo crudo sometidos a tratamiento térmico donde se alcance una temperatura igual o superior a 70 °C durante 2 segundos en el centro del producto o cualquier otra combinación de condiciones de tiempo y temperatura equivalente y que no sean estables a temperatura ambiente,

así como aquellos alimentos elaborados con ovoproductos que se van a consumir sin sufrir tratamiento térmico, deben ser conservados a una temperatura igual o inferior a 8 °C y ser consumidos en un máximo de 24 horas a partir de su elaboración. Por otro lado, en los establecimientos minoristas de nuestro país no está permitido el uso de huevo crudo para elaboraciones que no vayan a someterse a tratamiento térmico.

En este contexto, se ha solicitado al Comité Científico de la Agencia de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) que evalúe la seguridad del mantenimiento de los alimentos elaborados con huevo crudo y sometidos a un tratamiento térmico, así como de aquellos alimentos que no se someten a tratamiento térmico elaborados con ovoproductos pasteurizados a las temperaturas de mantenimiento de las comidas preparadas (en particular, a 4 °C si su vida útil es superior a 24 horas, considerando que el Real Decreto 1021/2022 ya permite el mantenimiento a una temperatura igual o inferior a 8 °C durante un máximo de 24 horas). Por otro lado, se ha solicitado evaluar el riesgo de infección alimentaria, en el ámbito de la restauración, por consumo de huevo crudo contaminado tanto interna como externamente con *S. Enteritidis* y *S. Typhimurium*.

El Comité Científico de la AESAN, a través de la aplicación de modelos predictivos, concluye que las condiciones de almacenamiento en refrigeración estipuladas en el Real Decreto 1086/2020 para comidas preparadas (4 °C si su vida útil es superior a 24 horas y 8 °C si su vida útil es inferior a 24 horas) son suficientemente seguras con respecto al riesgo de proliferación de *Salmonella* spp. en alimentos elaborados con huevo crudo y sometidos a tratamiento térmico, así como en aquellos no sometidos a tratamiento térmico elaborados con ovoproductos pasteurizados, siempre que se garantice la calidad microbiológica de partida, así como unas buenas prácticas de higiene y manipulación.

Por otro lado, aunque la prevalencia de *S. Enteritidis* y *S. Typhimurium* en las explotaciones de gallinas ponedoras es actualmente baja, el riesgo asociado al consumo de elaboraciones con huevo crudo puede considerarse bajo pero no desdéniable. En el contexto de la restauración, la conjunción de una prevalencia reducida pero persistente, junto con la alta capacidad de diseminación del patógeno y la gravedad de los casos asociados, obliga a mantener un enfoque de gestión preventiva basado en la aplicación estricta de buenas prácticas de higiene, la refrigeración continua y el uso preferente de ovoproductos pasteurizados.

## Palabras clave

Huevo, ovoproductos, establecimientos minoristas, conservación, refrigeración, *Salmonella*.

## Report of the Scientific Committee of the Spanish Agency for Food Safety and Nutrition (AESAN) on the conservation conditions of foods made with eggs or egg products in retail establishments

## Abstract

Royal Decree 1021/2022, which regulates certain hygiene requirements for the production and marketing of foodstuffs in retail establishments, establishes that, in retail establishments, food made with raw egg subjected to heat treatment where a temperature equal to or greater than 70 °C is

reached for 2 seconds in the centre of the product or any other combination of time and equivalent temperature conditions and which are not stable at room temperature, as well as foodstuffs made with egg products to be consumed without undergoing heat treatment, must be stored at a temperature equal to or lower than 8 °C and must be consumed within a maximum of 24 hours following their preparation. Also, in our country's retail establishments, the use of raw eggs for foodstuffs that are not going to be subjected to heat treatment is not allowed.

Against this background, the Scientific Committee of the Agency for Food Safety and Nutrition (AESAN) has been requested to evaluate the safety of conservation of foodstuffs made with raw eggs and subjected to a heat treatment, as well as those foods that are not subjected to a heat treatment made with pasteurized egg products at storage temperatures of prepared meals (in particular, at 4 °C if their shelf life is greater than 24 hours, considering that Royal Decree 1021/2022 already allows storage at a temperature equal to or lower than 8 °C for a maximum of 24 hours). Furthermore, it has been requested to evaluate the risk of foodborne infection, in the field of catering, due to the consumption of raw eggs contaminated both internally and externally with *S. Enteritidis* and *S. Typhimurium*.

The AESAN Scientific Committee, through the application of predictive models, concludes that the refrigeration conservation conditions stipulated in Royal Decree 1086/2020 for prepared foods (4 °C if their shelf life is more than 24 hours and 8 °C if their shelf life is less than 24 hours) are sufficiently safe with respect to the risk of proliferation of *Salmonella* spp. in foods made with raw eggs and subjected to heat treatment, as well as in those not subjected to heat treatment made with pasteurized egg products, provided that the starting microbiological quality is guaranteed, as well as good hygiene and handling practices.

Moreover, although the prevalence of *S. Enteritidis* and *S. Typhimurium* in operations involving laying hens is currently low, the risk associated with the consumption of raw egg preparations can be considered low but not negligible. In the context of catering, the combination of a reduced but persistent prevalence, together with the high capacity to spread the pathogen and the severity of the associated cases, makes it necessary to maintain a preventive management approach based on the strict application of good hygiene practices, continuous refrigeration and the preferential use of pasteurised egg products.

## Key words

Egg, egg products, retail establishments, conservation, refrigeration, *Salmonella*.

## Cita sugerida

Comité Científico AESAN. (Grupo de Trabajo) Valero, A., Rodrigo, M.D., Capita, R.M., Mayo, B., Mora, A.C., Pérez, F. y Arrabal, P. Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) sobre las condiciones de mantenimiento de los alimentos elaborados con huevo u ovoproductos en los establecimientos minoristas. *Revista del Comité Científico de la AESAN*, 2025, 42, pp: 79-140.

## 1. Introducción

Antes de la publicación del Real Decreto 1021/2022 (BOE, 2022), por el que se regulan determinados requisitos en materia de higiene de la producción y comercialización de los productos alimenticios en establecimientos de comercio al por menor, los requisitos para los alimentos de consumo inmediato elaborados con huevo en establecimientos minoristas estaban recogidos en el Real Decreto 1254/1991 (BOE, 1991), por el que se dictan normas para la preparación y conservación de la mayonesa de elaboración propia y otros alimentos de consumo inmediato en los que figure el huevo como ingrediente. Esta norma, ya derogada, establecía que cuando los alimentos no fueran sometidos a un tratamiento térmico de al menos 75 °C en su parte central, el huevo debía sustituirse por ovoproductos. Además, también fijaba la temperatura y tiempo máximo de conservación de los alimentos de consumo inmediato con huevo u ovoproductos como ingrediente (8 °C, máximo 24 horas). Sin embargo, en la práctica se encuentran en los establecimientos minoristas alimentos elaborados con huevo crudo que no alcanzan los 75 °C (huevos fritos con la yema sin cuajar, tortillas sin cuajar, etc.).

Teniendo en cuenta la situación anterior, durante la fase de redacción del Real Decreto 1021/2022 (BOE, 2022), se hizo una consulta al Comité Científico de la Agencia de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN), que elaboró el Informe del Comité Científico de la AESAN sobre las combinaciones tiempo-temperatura necesarias para el cocinado seguro de los alimentos y las temperaturas adecuadas para el mantenimiento en caliente y recalentamiento de las comidas preparadas (AESAN, 2021). En este informe, se establecieron las siguientes conclusiones en relación con los alimentos elaborados con huevo:

- La combinación tiempo-temperatura adecuada para el cocinado seguro de los alimentos elaborados con huevo es 70 °C durante 2 segundos (o tratamiento equivalente). Dicha temperatura interna es la necesaria para no requerir el uso de ovoproductos pasteurizados, con posterior mantenimiento a 8 °C durante un máximo de 24 horas.
- En relación con distintas preparaciones como huevo frito o tortillas poco cuajadas, el cocinado se debe realizar de forma que en el centro del producto se alcancen 63 °C durante 20 segundos (o tratamiento equivalente), siempre que se sirvan para su consumo inmediato.

Sin embargo, no se solicitó al Comité Científico su opinión sobre las condiciones de conservación de los alimentos con huevo/ovoproductos como ingrediente, por lo que se mantuvieron las condiciones recogidas en la normativa anterior.

Las conclusiones de este informe se introdujeron en el artículo 9 del Real Decreto 1021/2022 (BOE, 2022):

«Artículo 9. Requisitos específicos para los alimentos elaborados con huevo.

1. Los establecimientos de comercio al por menor podrán usar huevo crudo para elaborar alimentos que:

- a) Se sometan a un tratamiento térmico donde se alcance una temperatura igual o superior a 70 °C durante 2 segundos en el centro del producto o cualquier otra combinación de condiciones de tiempo y temperatura con la que se obtenga un efecto equivalente.

- b) Se sometan a un tratamiento térmico donde se alcance una temperatura de 63 °C durante 20 segundos en el centro del producto y se sirvan para su consumo inmediato, como huevos fritos, tortillas u otras preparaciones.
2. Para elaborar productos que se van a consumir sin sufrir un tratamiento térmico que cumpla las condiciones del apartado 1, se deberá sustituir el huevo crudo por ovoproductos procedentes de establecimientos autorizados.
3. Los alimentos elaborados conforme a lo establecido en los apartados 1.a), que no sean estables a temperatura ambiente, y conforme al apartado 2, se conservarán a una temperatura igual o inferior a 8 °C y se consumirán en un máximo de 24 horas a partir de su elaboración. Se deberá registrar la fecha y hora de elaboración.»

Sin embargo, la aplicación de este artículo limita el mantenimiento a una temperatura igual o inferior a 8 °C durante un máximo de 24 horas, no permitiendo mantener ciertos alimentos a las temperaturas de conservación de las comidas preparadas, recogidas en el artículo 30 del Real Decreto 1086/2020 (BOE, 2020) por el que se regulan y flexibilizan determinadas condiciones de aplicación de las disposiciones de la Unión Europea en materia de higiene de la producción y comercialización de los productos alimenticios y se regulan actividades excluidas de su ámbito de aplicación. Estas temperaturas de mantenimiento de comidas preparadas son:

- En caliente: superior o igual a 63 °C.
- En refrigeración: igual o inferior a:
  - 4 °C si su vida útil es superior a 24 horas.
  - 8 °C si su vida útil es inferior a 24 horas.
- En congelación: igual o inferior a -18 °C.

Por otro lado, en los establecimientos minoristas de nuestro país, según lo establecido en el artículo 9 del Real Decreto 1021/2022, no está permitido el uso de huevo crudo para elaboraciones que no vayan a someterse a tratamiento térmico. Sin embargo, al revisar la legislación aplicable a los establecimientos minoristas en otros Estados miembros, se observa que algunos de ellos, como por ejemplo Estonia, Francia, Austria, Portugal, Rumanía o Eslovenia, no imponen restricciones para el uso de huevo crudo en este tipo de elaboraciones. Otros Estados miembros lo permiten siempre que se cumplan una serie de requisitos, pero ninguno aplica restricciones tan estrictas como España.

Teniendo en cuenta la prevalencia de *Salmonella* y los objetivos de reducción tanto en España como en el resto de los Estados miembros, así como las medidas de control que se aplican en nuestro país y en otros Estados miembros, se considera oportuno evaluar la posibilidad de revisar la normativa nacional con el objetivo de valorar si es posible flexibilizar estos requisitos en base a una evaluación del riesgo.

Considerando que en el momento actual se está trabajando en una modificación del Real Decreto 1021/2022 (BOE, 2022) para mejorar su aplicación, se requiere una evaluación del riesgo que proporcione una base científica sólida para la modificación de la norma en relación con los aspectos anteriormente expuestos.

Por tanto, se solicita al Comité Científico de la AESAN un informe en el que se evalúen los siguientes puntos:

- La seguridad del mantenimiento de alimentos elaborados con huevo crudo (tortilla, revuelto, flan, etc.) y sometidos a un tratamiento térmico donde se alcance una temperatura igual o superior a 70 °C durante 2 segundos en el centro del producto, o tratamiento equivalente, a las temperaturas de mantenimiento de las comidas preparadas (en particular, a 4 °C si su vida útil es superior a 24 horas, considerando que el Real Decreto 1021/2022 (BOE, 2022) ya permite el mantenimiento a una temperatura igual o inferior a 8 °C durante un máximo de 24 horas).
- La seguridad del mantenimiento de alimentos que no se someten a tratamiento térmico elaborados con ovoproductos pasteurizados (tiramisú, mayonesa, etc.) a las temperaturas de mantenimiento de las comidas preparadas (en particular, a 4 °C si su vida útil es superior a 24 horas, considerando que el Real Decreto 1021/2022 (BOE, 2022) ya permite el mantenimiento a una temperatura igual o inferior a 8 °C durante un máximo de 24 horas).
- Teniendo en cuenta la prevalencia actual de *Salmonella* Enteritidis y *Salmonella* Typhimurium en manadas de gallinas ponedoras, y considerando que se estableciera el requisito de mantener el huevo en refrigeración hasta el momento de su cascado para su uso en elaboraciones destinadas a ser consumidas de inmediato y en el mismo lugar, evaluar el riesgo de infección alimentaria, en el ámbito de la restauración, por consumo de huevo crudo contaminado internamente con *S. Enteritidis* y *S. Typhimurium*. ¿Cuál sería dicho riesgo si el huevo estuviera contaminado externamente?

## 2. Antecedentes

### 2.1 Normativa aplicable a comidas preparadas elaboradas en establecimientos de restauración: caso particular del huevo

El artículo 9 del Real Decreto 1021/2022 (BOE, 2022) regula requisitos específicos en materia de higiene de la producción y comercialización de huevo en establecimientos de comercio al por menor. En él se establece que:

1. Los establecimientos de comercio al por menor podrán usar huevo crudo para elaborar alimentos que:
  - a) Se sometan a un tratamiento térmico donde se alcance una temperatura igual o superior a 70 °C durante 2 segundos en el centro del producto o cualquier otra combinación de condiciones de tiempo y temperatura con la que se obtenga un efecto equivalente.
  - b) Se sometan a un tratamiento térmico donde se alcance una temperatura de 63 °C durante 20 segundos en el centro del producto y se sirvan para su consumo inmediato, como huevos fritos, tortillas u otras preparaciones.
2. Para elaborar productos que se van a consumir sin sufrir un tratamiento térmico que cumpla las condiciones del apartado 1, se deberá sustituir el huevo crudo por ovoproductos procedentes de establecimientos autorizados.
3. Los alimentos elaborados conforme a lo establecido en los apartados 1.a), que no sean estables a temperatura ambiente, y conforme al apartado 2, se conservarán a una temperatura

igual o inferior a 8 °C y se consumirán en un máximo de 24 horas a partir de su elaboración. Se deberá registrar la fecha y hora de elaboración.

Por otro lado, el artículo 30 del Real Decreto 1086/2020 regula las temperaturas de mantenimiento de comidas preparadas (en general), estableciendo los siguientes límites:

- En caliente: temperatura superior o igual a 63 °C.
- En refrigeración: temperatura igual o inferior a 4 °C, si su vida útil es superior a 24 horas, o a 8 °C, si su vida útil es inferior a 24 horas.
- En congelación: igual o inferior a -18 °C.

Por tanto, a la vista de ambas normativas, surge la duda de si un alimento elaborado con huevo podría mantenerse en caliente ( $\geq 63$  °C) o conservarse durante más de 24 horas a  $\leq 4$  °C, dado que el Real Decreto 1021/2022 (BOE, 2022) establece un límite más restrictivo (24 horas y  $\leq 8$  °C) para los productos con huevo crudo u ovoproductos utilizados según sus condiciones específicas.

## 2.2 Alertas y brotes relacionados con la presencia de *Salmonella* spp. en huevos y ovoproductos

A nivel mundial, *Salmonella* spp. se reconoce como una de las principales causas de enfermedades transmitidas por alimentos. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), las infecciones por *Salmonella* no tifoidea representan una carga sanitaria significativa en todos los continentes, afectando tanto a países desarrollados como en desarrollo. Se estima que cada año se producen entre 200 y 1000 millones de casos de infección por *Salmonella*, que resultan en aproximadamente 93 millones de casos de gastroenteritis y alrededor de 155 000 muertes, de las cuales cerca del 85 % están vinculadas al consumo de alimentos contaminados (He et al., 2023) (Lamichhane et al., 2024).

Los alimentos de origen animal, especialmente huevos, carne de ave, carne de cerdo y productos lácteos, continúan siendo los principales vehículos de transmisión, aunque también se han implicado frutas, verduras y productos procesados. La OMS y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), a través de la iniciativa *Global Foodborne Infections Network* (GFN), destacan que las medidas de control a lo largo de la cadena alimentaria, junto con la vigilancia epidemiológica, son esenciales para reducir la incidencia mundial de salmonelosis.

En el contexto de la Unión Europea, la salmonelosis constituye la segunda infección gastrointestinal de transmisión alimentaria más frecuente en humanos, tras la campilobacteriosis. Según el informe conjunto de la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) y el Centro Europeo para la Prevención y Control de Enfermedades (ECDC) (EFSA/ECDC, 2024), en 2023 se notificaron 77 486 casos confirmados de salmonelosis humana en la Unión Europea, lo que representa un incremento del 16,9 % respecto al año 2022. De estos, 9210 casos (11,88 %) fueron atribuidos a un origen alimentario, con 1726 hospitalizaciones (18,7 %) y 16 defunciones (0,17 %) registradas.

En cuanto a los brotes de origen alimentario, durante 2023 se detectaron 1115 brotes en la Unión Europea, de los cuales 252 se produjeron en España (EFSA/ECDC, 2024). La mayoría de ellos se

asociaron al consumo de huevos y ovoproductos contaminados, seguidos por carnes de ave y productos cárnicos elaborados.

En cuanto a las alertas, según la base de datos *Rapid Alert System for Food and Feed* (RASFF, 2025), entre mayo de 2020 y marzo 2025 se han notificado 63 alertas por *Salmonella* en huevo y ovoproductos en países europeos. De ellas, 17 se dieron en ovoproductos (huevo líquido pasteurizado, huevo en polvo, clara de huevo, yema de huevo en polvo) y, el resto, en huevo crudo.

Es importante señalar que las diferencias entre países en la incidencia y notificación de casos deben interpretarse con precaución, ya que pueden deberse a variaciones en los sistemas de vigilancia, definición de casos, métodos de muestreo y gestión de alertas sanitarias. Estas divergencias metodológicas subrayan la necesidad de armonizar los sistemas de control y comunicación de riesgos alimentarios a nivel europeo e internacional.

### 3. *Salmonella* spp.

#### 3.1 Taxonomía de *Salmonella* spp. Etiología y síntomas de la salmonelosis

Las salmonelas son bacterias Gram-negativas, con forma de bacilo, móviles, anaerobias facultativas y no esporuladas que pertenecen a la familia *Enterobacteriaceae* (Billah y Rahman, 2024). El género *Salmonella* está constituido por dos especies: *Salmonella enterica* y *Salmonella bongori*. A su vez, *S. enterica* se divide en seis subespecies: *enterica* (I), *salamae* (II), *arizona* (IIIa), *diarizonae* (IIIb), *houtenae* (IV), e *indica* (VI) (Sivanandy et al., 2025), e incluye un total de 2659 serotipos. De ellas, *S. enterica* subespecie *enterica* causa el 99 % de las infecciones humanas y de animales de sangre caliente, e incluye aproximadamente 1586 serotipos (Park et al., 2009) (Issenhuth-Jeanjean et al., 2014). El método de referencia estándar actual para determinar los serotipos de *Salmonella* es el esquema White-Kauffmann-Le Minor (anteriormente Kauffmann-White), que se basa en el uso de antisueros específicos que, mediante reacciones de aglutinación, permiten identificar diferentes antígenos: O (somáticos: parte de los lipopolisacáridos de la membrana externa), H (flagelares: proteínas de los flagelos) y Vi (capsulares: polisacáridos de la cápsula). La mayoría de las cepas de *Salmonella* son difásicas y codifican dos genes de antígeno H, fase 1 (H1) y fase 2 (H2), que se expresan alternativamente dentro de una sola célula, pero se expresan simultáneamente en una población. El serogrupo incluye cepas de *Salmonella* que comparten el mismo antígeno somático, mientras que el serotipo comprende cepas que comparten también los antígenos flagelares. El antígeno Vi, que confiere mayor virulencia a las cepas que lo poseen, puede estar presente solo en tres serovares de *Salmonella*: *S. Typhi*, *S. Paratyphi C* y *S. Dublin* (Moore et al., 2019) (Napoleoni et al., 2024).

Los serotipos de *Salmonella* se pueden clasificar en tifoideos y no tifoideos según su capacidad para desarrollar patologías específicas en los seres humanos. Los serotipos tifoideos son capaces de infectar y colonizar solo un rango muy reducido de hospedadores, e incluyen *S. enterica* serotipo Typhi, *S. enterica* serotipo Paratyphi A, B o C y *S. enterica* serotipo Sendai, que solo presentan como reservorios a primates superiores y a humanos, a los que están altamente adaptados (Johnson et al., 2018) (Ferrari et al., 2019) (Lamichhane et al., 2024).

Otros serotipos especializados se asocian con enfermedades sistémicas en otras especies animales, como *S. enterica* serotipo Gallinarum y *S. enterica* serotipo Pullorum, con especificidad de

hospedador para las aves (Shivaprasad, 2000). Por el contrario, los serotipos generalistas, incluyendo *S. Enteritidis* y *S. Typhimurium* (los dos serotipos más frecuentemente implicados en casos de salmonelosis), pueden desencadenar infecciones tanto en humanos como en animales (Xu et al., 2021).

### 3.1.1 Salmonelosis

#### 3.1.1.1 Importancia

Según la OMS, *Salmonella* spp. se encuentra entre los 31 patógenos con mayor capacidad para desencadenar enfermedades intestinales o sistémicas en humanos entre los agentes diarreicos o invasivos (virus, bacterias, protozoos, helmintos y sustancias químicas) y es la tercera causa principal de muerte entre las enfermedades transmitidas por alimentos (OMS, 2015). Este patógeno es el segundo agente causal principal de las enfermedades transmitidas por alimentos en la Unión Europea y Estados Unidos, precedido por *Campylobacter* spp. y norovirus, respectivamente (Ferrari et al., 2019).

#### 3.1.1.2 Cuadro clínico

*Salmonella* es altamente patógena y puede causar enfermedades potencialmente mortales debido a su capacidad de penetrar, multiplicarse y sobrevivir en las células humanas (Hansen-Wester et al., 2002) (Dieterich et al., 2018). Hay tres manifestaciones clínicas de la salmonelosis: gastroenteritis, septicemia y fiebres entéricas (tifoidea y paratifoidea) (Crump et al., 2015).

Los serotipos tifoideos son responsables de infecciones inespecíficas diseminadas, con síntomas que incluyen fiebre (39-40 °C), dolor de cabeza, diarrea o estreñimiento, pérdida de apetito o bradicardia (Lamichhane et al., 2024), así como síntomas neurológicos, leucopenia, septicemia y trastornos inmunológicos (Billah y Rahman, 2024). Concretamente, las infecciones por *S. Typhi* y *S. Sendai* se asocian con fiebre alta, diarrea, vómitos y cefalea, pudiendo ocurrir, en casos extremos, la muerte. Las infecciones por *S. Paratyphi* A, B o C presentan síntomas más leves, como diarrea, cólicos, fiebre y vómitos, pudiendo provocar septicemia en ocasiones.

Por otro lado, los serotipos no tifoideos son responsables de gastroenteritis de gravedad variable o, raramente, bacteriemia (Andino y Hanning, 2015). Si bien los síntomas de las salmonelosis no tifoideas suelen ser leves, su severidad depende del serotipo implicado y del estado inmunológico del hospedador. En comparación con individuos adultos sanos, los niños y los ancianos con sistemas inmunitarios débiles son especialmente susceptibles a padecer la infección (Kurtz et al., 2017). Los principales síntomas de las salmonelosis no tifoideas incluyen fiebre, dolor abdominal y diarrea. Se trata de un proceso habitualmente autolimitado, que se resuelve en pocos días sin necesidad de tratamiento, con recuperación completa de los pacientes. Sin embargo, aproximadamente el 5 % de las personas (principalmente en niños menores de 5 años, personas inmunocomprometidas y personas de edad avanzada) puede desarrollar bacteriemia o infecciones invasivas graves (por ejemplo, meningitis) que pueden poner en peligro la vida (Watler et al., 2024).

### 3.1.1.3 Epidemiología

Los serotipos tifoideos son altamente específicos de hospedador y se transmiten de persona a persona vía fecal-oral (a través del consumo de agua o alimentos contaminados). Dado que estos serotipos no tienen a los animales como reservorios, excepto los primates superiores, su presencia indica contaminación por una higiene inadecuada durante la manipulación de alimentos y agua (Newell et al., 2010).

Por lo que respecta a los serotipos no tifoideos, responsables de gastroenteritis, el reservorio más común es el tracto intestinal de una amplia gama de animales domésticos y silvestres, así como diversas matrices alimentarias, que pueden servir como vehículos de transmisión de *Salmonella* spp. a los humanos a través de la contaminación fecal. *Salmonella* está presente principalmente en los alimentos de origen animal, si bien el microorganismo puede estar también presente en vegetales o productos de origen acuático, tanto por contaminación durante la producción como por contaminación cruzada durante el procesado (Carstens et al., 2019).

La transferencia ocurre con frecuencia cuando estos microorganismos se introducen en las áreas de preparación de alimentos, con la consiguiente proliferación en los alimentos debido a temperaturas de almacenamiento inadecuadas, cocinado insuficiente o contaminación cruzada, así como por contacto directo con animales y seres humanos infectados.

### 3.2 Prevalencia de *Salmonella* spp. en huevos y ovoproductos

Existen dos posibles vías de contaminación del contenido de huevos intactos por *Salmonella*. En la transmisión horizontal, la bacteria penetra a través de la cáscara; en la transmisión vertical (vía transovárica), el contenido del huevo se contamina directamente como resultado de la infección por *Salmonella* de los órganos reproductivos, antes de que los huevos queden cubiertos por los componentes de la cáscara (Howard et al., 2012). Aún no está claro cuál es la vía más importante de la contaminación del contenido del huevo por *Salmonella*, si bien se ha indicado que, para *S. Enteritidis*, la vía de contaminación transovárica parece ser más relevante que la penetración a través de la cáscara (Cardoso et al., 2021).

El porcentaje de huevos que a nivel de granja están contaminados internamente con *Salmonella* es variable, pero, en general, bajo (3 %) (EFSA, 2007). Algunos de los escasos datos disponibles en España informan de prevalencias menores. Perales y Audicana (1989) observaron una prevalencia del 1,3 % en huevos asociados a brotes de salmonelosis, mientras que en huevos no asociados a brotes la prevalencia fue del 0,6 %. En un informe previo de AESAN (2007), se indica que la frecuencia de huevos contaminados externamente con *Salmonella* en los puestos de venta puede ser, en ocasiones, considerablemente superior (entre un 5 y un 24 % de los huevos analizados en un estudio en la Comunidad Autónoma de Madrid entre los años 2003 y 2005 (Porrero et al., 2006)).

Los niveles de *Salmonella* en el contenido de huevos intactos son generalmente menores a 10 UFC/huevo, aunque también se han encontrado huevos que contienen más de  $10^5$  UFC/g (Humphrey, 1994). La clara es más frecuentemente positiva a *Salmonella* que la yema (Humphrey, 1994), lo que sugiere que el oviducto es el sitio de colonización (Cardoso et al., 2021). Existe consenso en que el crecimiento en la clara de huevo, debido a sus compuestos antimicrobianos, es limitado, incluso

a temperatura ambiente (Kang et al., 2006). El estudio mostró que la albúmina del huevo tiene una fuerte capacidad inhibidora sobre *Salmonella*, limitando su crecimiento gracias, en buena parte, a la restricción de hierro y otras barreras antimicrobianas. Por el contrario, la yema ofrece mejores condiciones para crecimiento, multiplicación y supervivencia. En la yema, el almacenamiento a temperatura ambiente puede resultar en una alta concentración de *Salmonella* en un tiempo relativamente corto; por ejemplo, se han obtenido tiempos de generación de 3,5 horas y 35 minutos para *Salmonella* en yemas de huevo incubadas a 15,5 °C y 37 °C, respectivamente (Bradshaw et al., 1990).

Los datos sobre la prevalencia de *Salmonella* en huevos de consumo son escasos y variables, lo que refleja diferencias, por ejemplo, en la prevalencia en animales destinados a la producción de alimentos, así como en la calidad y la cobertura de los sistemas de vigilancia (esquema, contexto, estrategia o unidad de muestreo y tamaño de la muestra). A pesar de la variabilidad observada, se reconoce generalmente que la prevalencia de *Salmonella* en huevos de consumo es baja en la mayoría de los países desarrollados (Cardoso et al., 2021). Así, es necesario analizar un gran número de huevos para detectar *Salmonella* y obtener una medición precisa del porcentaje de contaminación (Carrique-Mas y Davies, 2008). Ebel y Schlosser (2000) estimaron que uno de cada 20 000 huevos producidos anualmente en Estados Unidos es positivo a *Salmonella* (0,005 %). En Europa, según datos de la EFSA/ECDC (2019), aproximadamente el 0,37 % de los huevos de consumo analizados (n= 6252) estaban contaminados con *Salmonella* (n= 23). Cabe destacar que estos resultados fueron comunicados únicamente por 13 Estados miembros de la Unión Europea, y que solo Bulgaria, República Checa, Italia, Polonia, Portugal, Eslovaquia, España y Rumanía notificaron la presencia de huevos contaminados (EFSA/ECDC, 2019). En la Tabla 1 se muestran datos de prevalencia, niveles y serotipos detectados en huevos de consumo procedentes de aves con diferentes sistemas de alojamiento.

**Tabla 1.** Porcentaje de muestras contaminadas con *Salmonella* y serotipos encontrados en diferentes tipos de huevos y áreas geográficas

| Área geográfica / fecha del estudio           | Tipo de huevos / prevalencia / niveles / serotipos detectados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Referencia           |
|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Corea / septiembre a diciembre de 1998        | Huevos (135 docenas) de 17 marcas procedentes de establecimientos de venta al público / 0 %                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Chang (2000)         |
| Japón / primavera y otoño de 2003             | Muestras de huevo líquido (134 de 4 plantas de procesamiento; 200 g cada una) antes de la pasteurización / 72 %-100 % (dependiendo de la planta de procesamiento) / desde <1 UFC/g hasta $2,4 \times 10^2$ UFC/g / 25 serotipos detectados (predomina <i>S. Enteritidis</i> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                      |
| Nueva Zelanda / julio de 2005 a junio de 2006 | Huevos de gallinas camperas (166 unidades -entre 6 y 18 huevos- procedentes de establecimientos de venta) / 0 % cáscara y 0 % contenido                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Wilson (2007)        |
|                                               | Huevos de gallinas criadas en suelo (98 unidades -entre 6 y 18 huevos- procedentes de establecimientos de venta) / 0 % cáscara y 0 % contenido                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                      |
|                                               | Huevos de gallinas criadas en jaula (250 unidades -entre 6 y 18 huevos- procedentes de establecimientos de venta) / 3,6 % cáscara (9/250) y 0 % contenido / 8 muestras con <5 NMP / huevo y una muestra con 44 NMP / huevo / <i>S. Infantis</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                      |
| Inglaterra / marzo de 2005 a julio de 2006    | Huevos de establecimientos de venta al público procedentes de explotaciones de producción intensiva de diferentes países europeos / 1744 muestras (una cada 6 huevos) / 9,0 % (157/1744; prevalencia total); 8,4 % (147/1744; cáscara); 0,6 % (10/1744; cáscara y contenido) / prevalencias por países de origen: 25 % (Polonia), 13,3 % (España), 0,6 % (Francia) y 0 % (Bélgica, Alemania, Portugal, Irlanda y Holanda) / <i>S. Enteritidis</i> , <i>S. Mbandaka</i> , <i>S. Rissen</i> , <i>S. Braenderup</i> , <i>S. Infantis</i> , <i>S. Panama</i> , y <i>S. Weltevreden</i> | Little et al. (2007) |
| India / abril de 2006 a julio de 2007         | Huevos procedentes de explotaciones avícolas / 3,84 % (10/260; 2 en cáscara, 7 en yema, 1 en cáscara y yema) / <i>S. Typhimurium</i> , <i>S. Africana</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Singh et al. (2010)  |
|                                               | Huevos de establecimientos de venta al por mayor: 4 % (6/150; 3 en cáscara y 3 en yema) / <i>S. Typhimurium</i> ,                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                      |
|                                               | Huevos de establecimientos minoristas: 7,4 % (11/150; 7 en cáscara, 2 en yema, 2 en cáscara y yema) / <i>S. Lagos</i> , <i>S. Rough</i> , <i>S. II</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                      |
| Japón / agosto de 2007 a enero de 2008        | Huevos (2030 muestras; 10 huevos por muestra) de 220 establecimientos de venta al público / 0,25 % (5/2030) cáscaras y 0 % (0/2030) / <i>S. Enteritidis</i> , <i>S. Derby</i> , <i>S. Livingstone</i> , <i>S. Cerro</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Sasaki et al. (2011) |

| Tabla 1. Porcentaje de muestras contaminadas con <i>Salmonella</i> y serotipos encontrados en diferentes tipos de huevos y áreas geográficas |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                        |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--|
| Área geográfica / fecha del estudio                                                                                                          | Tipo de huevos / prevalencia / niveles / serotipos detectados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Referencia             |  |
| Estados Unidos / marzo 2012 a febrero 2013                                                                                                   | Muestras (1953) de huevo líquido antes de la pasteurización tomadas en 48 establecimientos autorizados (726 en contenido completo, 573 en claras, 544 en yemas) / 34,1 % (huevo completo); 8,3 % (claras); 26,1 % (yemas) / <i>S. Heidelberg</i> , <i>S. Braenderup</i> , <i>S. Enteritidis</i> , <i>S. Kentucky</i> y <i>S. Enteritidis</i>                                                                                                                                                                                                                                 | USDA/FSIS (2013)       |  |
| Bangladesh / julio a diciembre 2013                                                                                                          | Huevos de mercados locales / 120 cáscaras y 120 contenidos / 45,8 % (55/120; cáscara); 13,3 % (16/120; contenido)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Mahmud et al. (2016)   |  |
| China / agosto a octubre de 2013 y marzo a noviembre de 2014                                                                                 | Huevos (814) de diferentes procedencias: 304 huevos de explotaciones de gallinas criadas en jaula y 510 huevos de 18 establecimientos de venta al público / 5,6 % (46/814; mezcla de cáscara y contenido), 6,6 % (20/304) en explotaciones y 5,1 % (26/510) en establecimientos de venta / <i>S. Typhimurium</i> , <i>S. Indiana</i> , <i>S. Thompson</i> , <i>S. Enteritidis</i> , <i>S. Norwich</i> , <i>S. Virchow</i> , <i>S. Derby</i> , <i>S. Senftenberg</i> , <i>S. Infantis</i> , <i>S. Albany</i> , <i>S. Blockley</i> , <i>S. Mbandaka</i> , <i>S. Braenderup</i> | Li et al. (2020a)      |  |
| Egipto / 2014                                                                                                                                | Huevos (200) de gallinas camperas / 0 % (cáscara) y 0 % (contenido)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Eid et al. (2015)      |  |
| China / enero-diciembre de 2016                                                                                                              | Huevos de diversas procedencias / 5548 muestras (cada una, al menos 10 huevos del mismo lote) / 0,5 % (27/5548; prevalencia total); 0,3 % (19/5548; cáscara); 0,2 % (9/5548; contenido); <i>S. Enteritidis</i> , <i>S. Typhimurium</i> , <i>S. Bonn</i> , <i>S. Choleraesuis</i> , <i>S. Infantis</i> , <i>S. Lomita</i> , <i>S. Narashino</i> , <i>S. Rissen</i> , <i>S. Stanley</i> , <i>S. Tarshyne</i> , <i>S. Typhi</i> , <i>S. Virchow</i>                                                                                                                             | Li et al. (2020b)      |  |
| Egipto / marzo a julio de 2017                                                                                                               | Huevos caseros/de corral (50) / 6,0 % (3/50; cáscara); 6,0 % (3/50; contenido) / <i>S. Typhimurium</i> , <i>S. Enteritidis</i> , <i>S. Kentucky</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Elmonir et al. (2023)  |  |
|                                                                                                                                              | Huevos de producción intensiva (200) / 2,5 % (5/200; cáscara); 2,5 % (5/200; contenido) / <i>S. Typhimurium</i> , <i>S. Enteritidis</i> , <i>S. Kentucky</i> , <i>S. Infantis</i> , <i>S. Molade</i> , <i>S. Tamale</i> , <i>S. Labadi</i> , <i>S. Papuana</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                        |  |
| Australia / octubre de 2017 a junio de 2018                                                                                                  | Huevos de gallinas camperas / cada muestra es un envase de 12 huevos / 6,4 % (6/93; prevalencia total); 2,1 % (2/93; cáscara); 3,2 % (3/93; contenido); 1,1 % (1/93; cáscara y contenido) / <i>S. Typhimurium</i> , <i>S. Infantis</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Sodagari et al. (2019) |  |
|                                                                                                                                              | Huevos de gallinas criadas en suelo / cada muestra es un envase de 12 huevos / 17,9 % (7/39; prevalencia total); 5,1 % (2/39; cáscara); 5,1 % (2/39; contenido); 7,7 % (3/39; cáscara y contenido) / <i>S. Typhimurium</i> , <i>S. Infantis</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                        |  |
|                                                                                                                                              | Huevos de gallinas criadas en jaula / cada muestra es un envase de 12 huevos / 14,7 % (10/68; prevalencia total); 7,3 % (5/68; cáscara); 1,4 % (1/68; contenido); 5,9 % (4/68; cáscara y contenido) / <i>S. Typhimurium</i> , <i>S. Infantis</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                        |  |

| Tabla 1. Porcentaje de muestras contaminadas con <i>Salmonella</i> y serotipos encontrados en diferentes tipos de huevos y áreas geográficas |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Área geográfica / fecha del estudio                                                                                                          | Tipo de huevos / prevalencia / niveles / serotipos detectados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Referencia              |
| Portugal y Rumanía / diciembre de 2017 a agosto de 2018                                                                                      | Huevos (200) de 56 explotaciones de Portugal / 202 huevos de 94 explotaciones de Rumanía / 0 % (0/200) en Portugal; 3 % (6/200) en Rumanía: 1 en cáscara y contenido, 3 en contenido y 2 en cáscara) / <i>S. Typhimurium</i> y <i>S. Enteritidis</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Ferreira et al. (2020)  |
| España                                                                                                                                       | Huevos adquiridos en mercados de Valencia / 5 explotaciones de producción ecológica (16 huevos); 5 explotaciones de gallinas camperas (10 huevos); 5 explotaciones de gallinas criadas en jaula (34 huevos) / 2,9 % (1/34; cáscara y contenido) en huevos de gallinas criadas en jaula                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Fenollar et al. (2019)  |
| Egipto                                                                                                                                       | Un total de 1050 huevos: 70 muestras de 5 huevos (350 huevos) de cada tipo de aves: gallinas calvas, gallinas y patas; 90 muestras de productos basados en huevos (incluyendo 30 muestras de mayonesa, 30 de crema pastelera y 30 de natillas) / gallinas calvas: 5,72 % (4/70)-8,58 % (6/70) en cáscara (según el medio de cultivo empleado) y 1,43 % (1/70) en contenido; gallinas: 1,43 % (1/70) en cáscara y en contenido; patas: 1,43 % (1/70)-4,29 % (3/70) en cáscara (según el medio de cultivo) y 1,43 % (1/70)-2,86 % (2/70) en contenido (según el medio de cultivo); productos basados en huevo: 0 % (0/30; mayonesa), 3,33 % (1/30)-6,66 % (2/30; crema pastelera, según el medio de cultivo empleado); 0 % (0/30; natillas) / <i>S. Typhimurium</i> , <i>S. Enteritidis</i> , <i>S. Anatum</i> , <i>S. Infantis</i> , <i>S. Kentucky</i> , <i>S. Shubra</i> | El-Prince et al. (2019) |
| Ghana / octubre de 2019 a agosto de 2020                                                                                                     | Huevos (2304; 384 muestras de 6 huevos) procedentes de 30 establecimientos de venta al público (sin especificar método de cría) / 5,47 % (21/384; cáscara o contenido); 1,43 % (5/384; cáscara y contenido); 4,95 % (19/384; cáscara); 1,82 % (7/384; contenido) / <i>S. Ajiloba</i> , <i>S. Chester</i> , <i>S. Hader</i> , <i>S. Enteritidis</i> , <i>S. I 14:b:-</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Archer et al. (2023)    |
| Corea / 2022                                                                                                                                 | Huevos de establecimientos de clasificación y envasado (E) analizados tras el lavado; se analizaron 16 800 huevos de 60 E (280 de cada E) en grupos de 20 huevos; 840 muestras / establecimientos: 18,3 % (11/60; cáscara); 20,0 % (12/60; contenido); muestras: 2,3% (19/840) en cáscara y en contenido / <i>S. Infantis</i> , <i>S. Enteritidis</i> , <i>S. Agona</i> , <i>S. Newport</i> , <i>S. Bareilly</i> , <i>S. Montevideo</i> , <i>S. Senftenberg</i> , <i>S. Derby</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Jung y Lee (2024)       |
| Chile / mayo de 2022 a enero de 2023                                                                                                         | Huevos (426 muestras; cada muestra 6 huevos; 2556 huevos analizados): 240 de gallinas criadas en jaula y 186 de sistemas de cría alternativos (sin jaulas) / 0 % (0/24) en gallinas criadas en jaula y 1,1 % (2/186) en gallinas procedentes de sistemas alternativos / <i>S. Enteritidis</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Solis et al. (2023)     |
| China                                                                                                                                        | Huevos de explotaciones (138) y de centros de clasificación (138); 100 ovoproductos / 2,2 % (3/138) en explotaciones; 0,7 % (1/138) en centros de clasificación; ovoproductos / 34,0 % (34/100) en ovoproductos / <i>S. Enteritidis</i> , <i>S. Infantis</i> , <i>S. Mbandaka</i> , <i>S. Thompson</i> , <i>S. Corvallis</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Meng et al. (2025)      |

### 3.3 Factores que afectan a la supervivencia de *Salmonella* spp. en huevos y ovoproductos durante el almacenamiento

En relación con la vida útil, determinadas características intrínsecas (como el pH, la actividad de agua o la composición nutricional) y extrínsecas (como la temperatura de almacenamiento, la atmósfera de envasado o los tratamientos tecnológicos aplicados), pueden actuar como barreras que limitan la supervivencia y el crecimiento de los microorganismos a lo largo del periodo de conservación del alimento. La aplicación de una combinación cuidadosamente seleccionada y controlada de estos factores permite retardar o inhibir el desarrollo microbiano, contribuyendo de manera decisiva al mantenimiento de la seguridad y la calidad del producto durante toda su vida útil.

#### 3.3.1 Reducción de la prevalencia y/o niveles de *Salmonella* spp. en alimentos

En la industria alimentaria se han utilizado diversos métodos físicos, químicos y biológicos para reducir o eliminar *Salmonella* de los alimentos. La irradiación, puede provocar cambios de color (Kusmider et al., 2002), ablandamiento de los tejidos (Indiarto et al., 2023) o causar la formación de olores desagradables (Chen et al., 2023). Algunos desinfectantes químicos, como el cloro y el hipoclorito, pueden reaccionar con las proteínas y formar agentes carcinógenos (Hawkins y Davies, 2001). Es frecuente también la adición de ácidos orgánicos y fitoquímicos (Bajagai et al., 2020) (Nielsen y Knøchel, 2020). Las temperaturas elevadas no son adecuadas para alimentos crudos refrigerados como los huevos. El uso de tecnologías novedosas en lugar de tratamientos térmicos tiene algunas ventajas, especialmente cuando se trata de proteger la naturaleza sensible al calor del huevo sin pérdida de sus propiedades sensoriales y nutricionales (Afraz et al., 2020). En este sentido, para inactivar los microorganismos y preservar al mismo tiempo la calidad de los productos frescos a base de huevo se han utilizado los campos eléctricos pulsados (Liu et al., 2019), el procesado con alta presión (Naderi et al., 2017), los ultrasonidos (Yüceer y Caner, 2020), las microondas (Li et al., 2018), la radiofrecuencia (Yang et al., 2019), la luz ultravioleta (Holck et al., 2018) o el plasma frío (Abdoli et al., 2024).

#### 3.3.2 Probióticos y prebióticos

Entre las alternativas antimicrobianas para reducir la prevalencia de la contaminación y el posterior desarrollo de *Salmonella* en alimentos tenemos la utilización de prebióticos y probióticos. Los prebióticos, compuestos no digeribles que sustentan el crecimiento de las poblaciones microbianas intestinales saludables, provocan una reducción del pH intestinal, cambian la composición y la actividad de la microbiota y previenen la colonización por patógenos entéricos, incluyendo a *Salmonella* (Donalson et al., 2007). Por su parte, la suplementación con probióticos, microorganismos vivos que promueven la salud intestinal, previene también la colonización del tracto gastrointestinal por los patógenos a través de la exclusión competitiva, la producción de péptidos antimicrobianos (bacteriocinas), la estimulación de la producción de moco de las células caliciformes, la activación del sistema inmunológico, la reducción de la producción de metabolitos tóxicos (amoníaco) y la mejora de la función barrera de la mucosa intestinal (Feye et al., 2016).

### 3.3.3 Eliminación de *Salmonella* spp. en huevo y alimentos derivados

La industria avícola necesita contar con sistemas de desinfección efectivos y económicos para garantizar que los consumidores tengan huevos y ovoproductos de fácil acceso y seguros. La primera necesidad es contar con una gestión ambiental eficaz de los sistemas de alojamiento de las aves ponedoras, hecho que resulta esencial para minimizar las oportunidades de introducción, transmisión y persistencia de *Salmonella* en huevo (EFSA/ECDC, 2022). En la granja, el método más habitual de descontaminación de los huevos es el lavado. Sin embargo, este procedimiento está prohibido en la Unión Europea, porque puede dañar la capa exterior (cutícula) y aumentar el riesgo de contaminación. También está prohibida la descontaminación mediante rayos gamma o haces de electrones (Muñoz et al., 2015) (UE, 2023).

### 3.3.4 Temperatura

La temperatura es uno de los factores ambientales que más influye en el crecimiento bacteriano. La mejor manera, por tanto, de prevenir la multiplicación de *Salmonella* y otros patógenos es el control estricto de la refrigeración de los huevos con posterioridad a la recogida (Syamly et al., 2023) (Baek et al., 2024). *Salmonella* es capaz de crecer en un amplio rango de temperaturas: entre 5 y 47 °C, con una temperatura óptima entre 35 y 42 °C (D'Aoust, 1989). En huevo, la temperatura mínima de crecimiento de *Salmonella* Enteritidis es de alrededor de 6-8 °C (Kim et al., 2018) (Kang et al., 2021), siendo un poco más alta en la clara que en la yema o en huevo líquido entero (Guillén et al., 2024). Esta temperatura mínima, sin embargo, parece depender de la dosis inicial del patógeno (Guillén et al., 2024).

### 3.3.5 Acidificación de los alimentos

Las salsas a base de huevo crudo, como la mayonesa y el alioli, se identifican con frecuencia como fuentes de *Salmonella* durante los brotes transmitidos por alimentos. Para inhibir el desarrollo de este patógeno en productos a base de huevo crudo se recomienda la utilización de ácidos orgánicos como los componentes del jugo de limón o el vinagre. Como se ha demostrado repetidamente, la adición de ácidos contribuye a reducir el desarrollo de *Salmonella* en mayonesa, en diversos aliños y en la mousse de limón (Keerthirathne et al., 2016) (Nielsen y Knøchel, 2020). Lo que es común a todas estas indicaciones sobre el empleo de ácidos para reducir los niveles o inhibir su crecimiento *Salmonella* es que el pH del preparado final debe ser 4,1-4,2 o inferior. *Salmonella*, sin embargo, puede desarrollar tolerancia a la acidez y sobrevivir en estas condiciones (Lock y Board, 1995) (Li et al., 2025). La adaptación depende de la temperatura y es mayor a temperatura ambiente que en refrigeración. En general, los productos acidificados pueden mantenerse a temperatura ambiente por un periodo máximo de 72 horas (Lock y Board, 1995) (Keerthirathne et al., 2019) (McWhorter et al., 2020) (Nielsen y Knøchel, 2020) (Government of South Australia, 2022).

### 3.3.6 Otros aditivos

#### 3.3.6.1 Lisozima

La lisozima presente en la clara de huevo es una enzima con una gran actividad hidrolítica sobre la pared celular de las bacterias Gram-positivas (Alabdeh et al., 2011) (Legros et al., 2021), y puede tener también una cierta actividad contra bacterias Gram-negativas (Baron et al., 2016). La actividad

más conocida de la lisozima es la degradación del enlace glucosídico (1,4- $\beta$ ) entre los residuos de N-acetilglucosamina y ácido N-acetilmurámico del peptidoglicano. La pérdida de la pared conduce, en último término, a la ruptura de la membrana y a la muerte celular.

### 3.3.6.2 Proteínas y péptidos antimicrobianos

En el huevo, además de la lisozima, hay una gran variedad de proteínas y péptidos con actividad antimicrobiana como la ovotransferrina, los inhibidores de proteasas y proteínas que se unen a vitaminas (Alabdeh et al., 2011) (Legros et al., 2021). La ovotransferrina es una proteína de la clara de huevo que pertenece a la familia de la transferrina y, al igual que esta, presenta una actividad quelante de hierro (Legros et al., 2021), nutriente esencial para casi todas las especies bacterianas que infectan al hombre (Cassat y Skaar, 2013). La actividad antimicrobiana de la ovotransferrina contra *Salmonella* se conoce desde hace tiempo (Baron et al., 1997). Aunque es poco lo que se sabe de factores clave en el huevo como la alcalinidad, la alta viscosidad, la composición iónica, la posible acción sinérgica con otras proteínas, o el impacto del almacenamiento y las prácticas tecnológicas en la actividad de la ovotransferrina (Baron et al., 2020). La ovotransferrina es capaz también de causar alteraciones en la membrana plasmática, lo que proporciona un segundo mecanismo que limita el crecimiento bacteriano (Baron et al., 2020). La clara de huevo puede contener también péptidos con actividad antimicrobiana que pueden actuar de forma sinérgica en la protección contra patógenos (Cochet et al., 2021).

### 3.3.6.3 Otros compuestos

En los últimos años se ha propuesto la utilización de antimicrobianos naturales, como los aceites esenciales (Moosavy et al., 2008) (Laptev et al., 2021) (Osaili et al., 2021) o las bacteriocinas (Moosavi et al., 2008) (Hu et al., 2019) (Bermudez-Aguirre y Niemira, 2023), entre otros. De forma reciente, se ha comprobado también que la adición a niveles fisiológicos de otros nutrientes, como los aminoácidos arginina y cisteína, inhibe el crecimiento de *Salmonella* en clara de huevo (Ben-Porat et al., 2024). El mecanismo de acción podría involucrar la modificación del entorno químico, la interacción con la membrana externa bacteriana, o la modificación de la expresión génica, dando como resultado un estado poco apropiado para la supervivencia y desarrollo de *Salmonella* en huevo.

### 3.3.7 Empleo de bacteriófagos

Muchos estudios sugieren que los bacteriófagos líticos pueden ser efectivos en diversos procesos de la industria alimentaria para controlar patógenos alimentarios, incluyendo a *Salmonella* (Grant et al., 2017) (He et al., 2024) (Sun et al., 2024), siendo prometedores candidatos como agentes antibacterianos en el contexto de la conservación de alimentos frescos a temperaturas de refrigeración (Sun et al., 2024).

En productos que contienen huevo, la aplicación de fagos como medida adicional de control podría resultar especialmente útil en preparados listos para el consumo que no reciben tratamiento térmico suficiente para eliminar *Salmonella* spp. Esta estrategia se ve respaldada por recientes desarrollos regulatorios a nivel europeo. En junio de 2023, el Parlamento Europeo reconoció el potencial de los bacteriófagos en la lucha contra la resistencia antimicrobiana y solicitó a la Comisión

Europea que priorizara un marco regulatorio para su registro como aditivos alimentarios y como medicamentos veterinarios (PhageEU, 2025). Sin embargo, el estatus legal de su uso en la industria alimentaria está actualmente en revisión y se requieren evaluaciones específicas para validar su eficacia y estabilidad en estas matrices.

Una sentencia del Tribunal de Justicia de la Unión Europea en 2019 concluyó que la comercialización de fagos líticos en el mercado de la Unión está sujeta a la autorización previa de la Comisión tanto como aditivo como descontaminante para poder ser comercializado (Europa Press, 2019).

### 3.3.8 Atmósferas modificadas

El efecto de diferentes regímenes de envasado en atmósfera modificada sobre el crecimiento y la supervivencia de *Salmonella* spp. se ha estudiado en diversas matrices alimentarias (carne picada, lechuga fresca, filete de pollo y gambas) contaminadas de forma experimental con el patógeno, pero no en huevo o en ovoproductos (Sant'Ana et al., 2013) (Zhou et al., 2015) (Sukumaran et al., 2016) (Djordjević et al., 2018). La atmósfera modificada más simple es el vacío, seguida por aquellas en las que el aire se reemplaza total o parcialmente por otros gases (usualmente CO<sub>2</sub> o N<sub>2</sub>). En general, se observan diferencias significativas entre los recuentos de *Salmonella* en los distintos alimentos analizados envasados al aire, al vacío o los envasados en atmósferas modificadas. El mayor desarrollo de *Salmonella* se alcanza en el alimento al aire sin protección, seguido por los alimentos conservados al vacío. En un buen número de ensayos de desafío, *Salmonella* se inhibe más cuanto mayor es la concentración de CO<sub>2</sub> (Sant'Ana et al., 2013) (Djordjević et al., 2018). Sin embargo, otros trabajos reportan un buen crecimiento de *Salmonella* en presencia de 100 % de CO<sub>2</sub> o 100 N<sub>2</sub> (Nychas y Tassou, 1996) (Horev et al., 2012). Las distintas metodologías pueden explicar una parte de las discrepancias entre estudios, pero, seguramente, diferencias entre las cepas pueden contribuir a variabilidad entre los resultados. Para una mejor protección, las atmósferas modificadas se pueden combinar con otros agentes antimicrobianos como los ácidos orgánicos (Pelyuntha y Vongkamjan, 2023), aceites esenciales (Zhou et al., 2013) (Nair et al., 2015) u otros compuestos (Michaelsen et al., 2006).

### 3.3.9 Curado de la yema de huevo

El curado es un proceso que se ha utilizado tradicionalmente para deshidratar alimentos como carnes, pescados y verduras. La deshidratación inhibe la multiplicación microbiana y previene las reacciones oxidativas de lípidos y proteínas que propician sabores extraños a los alimentos (Pittia y Antonello, 2015). De forma reciente, los chefs están aplicando la curación a las yemas de huevo mediante una mezcla de sal y azúcar y un calentamiento posterior. Los solutos difunden gradualmente en la yema y, como resultado, esta se solidifica desde el exterior hacia el interior. Las yemas curadas añaden profundidad y complejidad de sabor a una amplia gama de alimentos: ensaladas, sopas, pastas e incluso carnes (Adamant, 2019) (Pryles, 2020). La evolución de *Salmonella* a través del curado se ha evaluado de forma reciente en yemas contaminadas (Machado et al., 2020). Estos autores inocularon las yemas con el patógeno (8,4 log UFC/g), se cubrieron con una mezcla de azúcar y se almacenaron a 4,5 °C durante 2, 24, 72 y 144 horas. Posteriormente se trataron térmicamente a 62 °C durante 30 min en baño de agua o a 80 °C en horno durante 3 horas. Con el tratamiento de curación

y térmico más suave (2 horas; 62 °C durante 30 minutos), las poblaciones de *Salmonella* se redujeron en 5,6 log UFC/g (Machado et al., 2020).

#### 4. Modelos de microbiología predictiva disponibles para *Salmonella* spp. en huevo y ovoproductos

Con objeto de evaluar el riesgo que supone la proliferación de *Salmonella* en comidas preparadas a base de huevo y ovoproductos, los modelos de microbiología predictiva constituyen una herramienta clave para la estimación del comportamiento del patógeno en distintas condiciones de almacenamiento.

En la literatura existen modelos predictivos aplicables para la evaluación del crecimiento de distintos serotipos de *Salmonella* en huevo y ovoproductos, tanto crudos como pasteurizados. En la Tabla 2, se muestra un resumen de las principales publicaciones donde se desarrollan modelos predictivos de crecimiento, teniendo en cuenta como principal factor en todas ellas la temperatura de almacenamiento. Dichos modelos permiten estimar los principales parámetros de crecimiento, esto es, tasa máxima de crecimiento ( $\mu_{\max}$ , log UFC/g/h), fase de latencia ( $\lambda$ , horas), o densidad máxima de población ( $y_{\max}$ , log UFC/g). La mayor parte de estudios publicados basados en modelos predictivos contemplan como factor fundamental la temperatura de almacenamiento.

**Tabla 2.** Resumen de los principales modelos de microbiología predictiva para la estimación del crecimiento de *Salmonella* spp. en huevos y ovoproductos

| Matriz alimentaria                           | Serotipos                                                                                                                                         | Factores                 | Modelos                                         | Referencia                |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------|
| Clara de huevo (cruda y pasteurizada)        | <i>S. Enteritidis</i><br><i>S. Typhimurium</i><br><i>S. Montevideo</i><br><i>S. Kentucky</i> (cóctel 6 cepas)                                     | T <sup>a</sup> (5-37 °C) | Baranyi<br>Davey<br>Raíz cuadrada               | Kang et al. (2021)        |
| Huevo líquido no pasteurizado (clara y yema) | <i>S. Enteritidis</i><br><i>S. Typhimurium</i><br><i>S. Gallinarum</i> (cóctel 5 cepas)                                                           | T (5-40 °C)              | Baranyi<br>Davey<br>Raíz cuadrada               | Kim et al. (2018)         |
| Yema de huevo no pasteurizada                | <i>S. Enteritidis</i> (cóctel 5 cepas)                                                                                                            | T (7-43 °C)              | Baranyi<br>Raíz cuadrada modificado             | Gumudavelli et al. (2007) |
| Huevos revueltos                             | <i>S. Blockley</i><br><i>S. Enteritidis</i> PT 4<br><i>S. Enteritidis</i> PT 13<br><i>S. Heidelberg</i><br><i>S. Typhimurium</i> (cóctel 5 cepas) | T (10-47 °C)             | Baranyi<br>Raíz cuadrada                        | Li et al. (2017)          |
| Huevo líquido no pasteurizado (clara y yema) | <i>S. Blockley</i><br><i>S. Enteritidis</i> PT 4<br><i>S. Enteritidis</i> PT 13<br><i>S. Heidelberg</i><br><i>S. Typhimurium</i> (cóctel 5 cepas) | T (5-47 °C)              | Baranyi<br>Raíz cuadrada extendido              | Singh et al. (2011)       |
| Huevo líquido no pasteurizado (clara y yema) | <i>S. Enteritidis</i><br><i>S. Typhimurium</i><br><i>S. Montevideo</i><br><i>S. Kentucky</i> (cóctel 6 cepas)                                     | T (5-37 °C)              | Baranyi<br>Polinomial<br>Davey<br>Raíz cuadrada | Park et al. (2020)        |

**Tabla 2.** Resumen de los principales modelos de microbiología predictiva para la estimación del crecimiento de *Salmonella* spp. en huevos y ovoproductos

| Matriz alimentaria                                     | Serotipos                              | Factores    | Modelos                                  | Referencia                          |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------|------------------------------------------|-------------------------------------|
| Huevo líquido (pasteurizado y no pasteurizado)         | <i>S. Enteritidis</i> (cóctel 4 cepas) | T (8-36 °C) | Logístico<br>modificado<br>Raíz cuadrada | Sakha y Fujikawa (2013)             |
| Huevo entero, albúmina, yema (10 % sucrosa y 10 % sal) | <i>S. Typhimurium</i> (cóctel 2 cepas) | T (4-42 °C) | Baranyi                                  | Musgrove et al. (2009) <sup>b</sup> |

<sup>a</sup> Temperatura. <sup>b</sup> Modelo implementado en Combase (2025).

En líneas generales, en el caso del huevo crudo, la yema favorece el crecimiento de *Salmonella* spp., mientras que la clara de huevo muestra un efecto bacteriostático, probablemente debido a su alto contenido en lisozima y pH alcalino. Además, el crecimiento del patógeno se observa a temperaturas iguales o superiores a 10 °C. A este respecto, Park et al. (2020) desarrollaron un modelo en condiciones no isotermas para yema de huevo cruda obteniendo valores de  $\mu_{max} = 0,034 \log \text{ UFC/ml/h}$  a 10 °C, aumentando con la temperatura de almacenamiento hasta alcanzar valores de 1000 log UFC/ml/h a 37 °C. En el contexto de ovoproductos líquidos no pasteurizados, como huevo entero, yema y clara líquidas, se desarrollaron modelos primarios y secundarios siendo el crecimiento evidente en yema y huevo entero a temperaturas >10 °C, pero ausente en clara (Kim et al., 2018). En estos casos, se utilizó la función primaria de Baranyi, mientras que, como modelos secundarios, se utilizaron ecuaciones de Davey y/o modelos cuadráticos.

Asimismo, se ha modelado el crecimiento de *Salmonella* usando modelos cuadráticos y de Davey, con resultados que muestran una mayor proliferación en condiciones de abuso térmico entre 20 y 30 °C en productos pasteurizados comparados con los crudos, destacando la importancia de las condiciones de almacenamiento post-pasteurización (Kang et al., 2021). Por otro lado, el modelo dinámico desarrollado por Singh et al. (2011) para huevo líquido entero ajustado a pH 7,8 y sometido a perfiles sinusoidales de temperatura mostró predicciones precisas bajo condiciones no isotérmicas (RMSE 0,23-0,28 log CFU/ml), subrayando su utilidad para evaluar riesgos en escenarios de fallos de refrigeración.

En huevos crudos, se ha observado que la fase de latencia es más prolongada y la tasa específica máxima de crecimiento es más baja en comparación con productos pasteurizados, especialmente cuando el inóculo inicial es bajo (Guillén et al., 2021). Esto se debe en parte a la actividad de proteínas antimicrobianas como la ovotransferrina, que secuestra el hierro necesario para el crecimiento bacteriano, limitando la capacidad de adaptación al medio de *Salmonella*. En contraste, el tratamiento térmico aplicado en la pasteurización inactiva parcialmente estas proteínas, lo que aumenta la biodisponibilidad del hierro y permite una mayor tasa de crecimiento incluso a partir de concentraciones iniciales bajas (Guillén y Cebrián, 2022). Además, se ha evidenciado que, en huevo entero líquido sin pasteurizar, la temperatura mínima de crecimiento de *S. Enteritidis* varía entre 7,2 y 7,9 °C, mientras que en productos pasteurizados estas temperaturas pueden disminuir debido al efecto del tratamiento térmico en la matriz (Guillén et al., 2024).

En cuanto al efecto de la adición de sal o azúcar en la formulación de ovoproductos (por ejemplo, yemas de repostería o estabilizadas), se ha demostrado que afecta de forma significativa a la actividad de agua y osmolaridad del medio. Diversos estudios han demostrado que, aunque tanto la sal como el azúcar tienden a inhibir el crecimiento bacteriano al reducir la disponibilidad de agua libre, su efecto puede ser insuficiente para impedir por completo la proliferación de *Salmonella* bajo ciertas condiciones. Palumbo et al. (1995) analizaron el comportamiento de *Salmonella* spp. en yemas líquidas con diferentes concentraciones de sal (10 % y 20 %) y azúcar (5 % y 10 %) a temperaturas entre 61,1 y 66,7 °C. Encontraron que, a pesar del incremento de la resistencia térmica inducida por estos solutos, el crecimiento previo a la pasteurización seguía siendo posible en condiciones de abuso de temperatura, especialmente si la inoculación era alta y la refrigeración deficiente. Un informe de evaluación de riesgos realizado por el FSIS (*Food Safety Inspection Service*) (Latimer et al., 2008) reveló que las yemas pasteurizadas con 10 % de azúcar no mostraban asociación con casos de salmonelosis en modelos poblacionales, sugiriendo que, tras una pasteurización efectiva, la posibilidad de crecimiento es nula o insignificante. No obstante, en formulaciones con sal al 10 %, aunque el riesgo era muy bajo (11 casos anuales estimados en los Estados Unidos), se mantenía la posibilidad de crecimiento si las condiciones de refrigeración no se cumplían estrictamente. Esto se atribuye al hecho de que la sal, si bien reduce la actividad de agua, también puede conferir protección osmótica a las bacterias, aumentando su resistencia al estrés térmico y osmótico.

Sin embargo, los resultados pueden diferir según el serotipo de *Salmonella* evaluado o las condiciones ambientales de la propia matriz alimentaria. Musgrove et al. (2009) evaluaron el comportamiento de *S. Typhimurium* DT104 multirresistente en cuatro productos de huevo líquido: huevo entero, albúmina, yemas azucaradas, y yemas saladas incubados entre 4 y 42 °C durante 384 horas. Los autores observaron un crecimiento elevado ( $10^8$ - $10^9$  UFC/ml) en huevo entero y yema azucarada (10 % azúcar) a temperaturas  $\geq 10$  °C, alcanzando la densidad máxima a temperaturas de entre 37 y 42 °C. Sin embargo, en albúmina no se observó crecimiento por encima de 1 log UFC/ml, al igual que en yemas saladas (10 % NaCl), donde se observaron reducciones de hasta 3 log UFC/ml debido a la reducción de la actividad de agua.

Por tanto, se deduce que temperaturas de almacenamiento de huevo y ovoproductos por encima de 10 °C serían compatibles con el crecimiento de *Salmonella* en aquellas matrices que toleren el crecimiento del patógeno. Según la información publicada, las condiciones de mantenimiento de comidas preparadas a base de huevo y ovoproductos consideradas en el Real Decreto 1021/2022 (BOE, 2022) no permitirían la proliferación de *Salmonella*.

#### **4.1 Metodología llevada a cabo para la implementación de modelos de microbiología predictiva para la validación de las condiciones de almacenamiento de huevos y ovoproductos**

A pesar de la existencia de modelos predictivos validados en la literatura científica, una limitación común es que estos modelos tienden a estar desarrollados para condiciones muy específicas (tipo de matriz, temperatura fija, formulaciones concretas, etc.), lo que dificulta su aplicación generalizada en entornos reales con variabilidad operacional. Esta alta especificidad limita su utilidad prác-

tica para la evaluación del riesgo en diferentes escenarios de restauración y comercio minorista. Por este motivo, se ha considerado más apropiado validar un modelo previamente desarrollado y aplicable a *Salmonella* en matrices con huevo, que permita su uso de forma general en múltiples situaciones. Este enfoque busca garantizar una base científica robusta, pero también operativa, para apoyar decisiones regulatorias más flexibles y adaptadas a la realidad del sector.

Por ello, en el presente informe se ha procedido a calibrar y validar un modelo único publicado para *Salmonella* que pueda ser utilizado en todos los escenarios planteados en el presente informe. De esta forma, se facilita una comparación más fiable de los resultados obtenidos ya que las condiciones utilizadas para el desarrollo de los distintos modelos publicados pueden diferir ampliamente, lo que podría originar errores en la interpretación de las estimaciones.

#### 4.1.1 Aplicación de un modelo de probabilidad

Para estudiar la probabilidad de crecimiento del patógeno bajo las diferentes condiciones de los productos objeto del estudio se seleccionó el modelo de Pin et al. (2011), cuya expresión matemática es la representada en Ecuación 1.

$$\text{Logit}(p) = b_0 + b_1 \cdot (T - T_{\min}) + b_2 \cdot (\text{pH} - \text{pH}_{\min}) + b_3 \cdot (a_w - a_{w\min}) \quad \text{Ecuación 1}$$

con  $b_0$ ,  $b_1$ ,  $b_2$  y  $b_3$  siendo los coeficientes obtenidos por regresión y  $T_{\min}$ ,  $\text{pH}_{\min}$  y  $a_{w\min}$ , parámetros con interpretación biológica también obtenidos por regresión, y cuyos valores fueron 3,01, 3,35 y 0,92, respectivamente. Los otros coeficientes se incluyen en Tabla 3.

**Tabla 3.** Valores de los parámetros de regresión utilizados en la Ecuación 1 para estimar la probabilidad de crecimiento de cada patógeno

| Parámetro | Valor |
|-----------|-------|
| $b_0$     | -2,3  |
| $b_1$     | 2,27  |
| $b_2$     | 2,19  |
| $b_3$     | 1,83  |

El modelo fue desarrollado en caldo, pero validado para diferentes tipos de productos, y particularmente productos cárnicos. De entre todos ellos no se incluyen estudios de ovoproductos. No obstante, debido a que el modelo tiene como base observaciones realizadas en medio de cultivo, se consideran, las estimaciones, conservadoras. En otras palabras, en alimento, o matriz sólida, la probabilidad sería notablemente menor a la observada en medio acuoso o caldo. Por ello, se propone como una aproximación inicial segura en la valoración del posible crecimiento del patógeno en las condiciones bajo estudio. De acuerdo a los estándares habituales para patógenos para determinar un crecimiento poco probable o asumible, los valores de probabilidad deben situarse por debajo de 0,01 (<1 %). Así, por tanto, este fue el umbral utilizado para determinar en qué condiciones *Salmonella* podrían resultar en un posible crecimiento del patógeno.

#### 4.1.2 Validación y calibración de un modelo de crecimiento para *Salmonella* en ovoproductos

Con el objetivo de considerar, en las predicciones, las diferentes tipologías y características de los de ovoproductos, se llevó a cabo un proceso de validación y calibración de un modelo existente, aplicando para ello valores de cinéticas del patógeno obtenidas de la base de datos ComBase (Baranyi y Tamplin, 2004). El modelo predictivo utilizado correspondió al modelo desarrollado por Pin et al. (2011) para el crecimiento de *Salmonella*. Este modelo se basa en la ecuación propuesta por Presser et al. (1997), que describe el cuadrado de la tasa específica máxima de crecimiento ( $\mu_{\max}^2$ ) en función de la temperatura (T), la actividad de agua ( $a_w$ ) y el pH. La inclusión de estas variables en el modelo permitiría describir el crecimiento de *Salmonella* en productos con diferentes características fisicoquímicas (Ecuación 2).

$$\mu_{\max} = [b \cdot f \cdot (T - T_{\min}) \cdot \sqrt{(a_w - a_{w\min})} \cdot \sqrt{(1 - 10^{-(\text{pH}_{\min} - \text{pH}))})]^2 \quad \text{Ecuación 2}$$

donde:

$\mu_{\max}$ : tasa específica máxima de crecimiento (1/h)

b: factor empírico de escala

f: factor de calibración (adimensional)

T: temperatura (°C)

$T_{\min}$ : temperatura mínima para el crecimiento (°C)

$a_w$ : actividad de agua

$a_{w\min}$ : actividad de agua mínima para el crecimiento

pH: pH ambiental

$\text{pH}_{\min}$ : pH mínimo para el crecimiento

Los valores de los parámetros originales propuestos por Pin et al. (2011), derivados de datos en caldo, fueron:

$$b = 0,209$$

$$T_{\min} = 4,27 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$a_{w\min} = 0,947$$

$$\text{pH}_{\min} = 3,69$$

Este modelo permite predecir tanto el crecimiento como la inactivación de *Salmonella* bajo condiciones dinámicas de temperatura, pH y  $a_w$ , lo que resulta fundamental para reflejar las variaciones reales a las que están sometidos estos productos a lo largo de su vida útil. Además, una de sus principales ventajas radica en que ha sido construido a partir de un amplio conjunto de datos experimentales y empleando diversas cepas y serotipos de *Salmonella*, lo cual ha motivado su selección.

#### 4.1.3 Validación con datos de ovoproductos

El modelo fue validado utilizando datos experimentales de crecimiento de *Salmonella* en ovoproductos, extraídos de la base de datos ComBase (2025). Se seleccionaron los datos correspondientes a temperaturas  $\leq 25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Para la recopilación de registros, se introdujeron los siguientes términos de búsqueda: organismo (*Salmonella*); categoría (huevos y ovoproductos); rango de temperatura (0-50 °C). En total se recopilaron 413 registros para las matrices seleccionadas, clasificándolas en productos pasteurizados o no pasteurizados. Para cada registro, se ha recogido el valor de temperatura, pH,  $a_w$ , serotipos, y en su caso, condiciones de humedad, azúcares y % de NaCl. Posteriormente, se ajustó el modelo primario de Baranyi a los datos de crecimiento para cada registro, obteniéndose el valor de tasa máxima de crecimiento ( $\mu_{max}$ , log UFC/g).

Finalmente, los datos de  $\mu_{max}$  se filtraron para eliminar aquellos registros anómalos o que no tuvieran una correlación proporcional con la temperatura de almacenamiento. Finalmente, para la validación del modelo, se utilizaron 232 datos de crecimiento de *Salmonella* (Anexo I).

Los tipos de productos para los que se obtuvieron tasas de crecimiento incluyeron huevo entero, o sus partes, crudo o tratado con calor, yema o albumada tratada con calor azucarada, postres como las natillas, y otros tipos de productos como quiche (Tabla 4). Dentro de las matrices recogidas, los productos más representativos los constituyen el huevo entero líquido y la yema de huevo. Aproximadamente el 56 % de los productos fueron sometidos a tratamiento térmico (pasteurización), lo que permite contrastar las diferencias en el comportamiento microbiano entre productos tratados y no tratados.

| <b>Tabla 4.</b> Tipologías de productos a base de huevo recopiladas en ComBase (2025) y su correspondencia con las categorías de comidas preparadas analizadas en el presente informe |                           |   |   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---|---|
| Tipologías                                                                                                                                                                            | Equivalencia <sup>a</sup> |   |   |
|                                                                                                                                                                                       | 1                         | 2 | 3 |
| Albúmina                                                                                                                                                                              | x                         | x | x |
| Cáscara de huevo                                                                                                                                                                      | x                         |   | x |
| Clara de huevo pasteurizada <sup>b</sup>                                                                                                                                              |                           | x |   |
| Comida a base de huevo <sup>b</sup>                                                                                                                                                   | x                         |   |   |
| Huevo al vapor                                                                                                                                                                        |                           | x |   |
| Huevo entero (superficie de albúmina) <sup>b</sup>                                                                                                                                    | x                         |   | x |
| Huevo entero (superficie de la yema)                                                                                                                                                  | x                         |   | x |
| Huevo entero en polvo <sup>b</sup>                                                                                                                                                    |                           | x |   |
| Huevo entero líquido                                                                                                                                                                  | x                         | x | x |
| Huevo revuelto                                                                                                                                                                        | x                         | x |   |
| Natillas                                                                                                                                                                              |                           | x |   |
| Quiche                                                                                                                                                                                | x                         |   |   |
| Yema azucarada                                                                                                                                                                        |                           | x |   |
| Yema de huevo                                                                                                                                                                         | x                         |   | x |
| Yema líquida con sal <sup>b</sup>                                                                                                                                                     | x                         | x | x |

<sup>a</sup> 1: Comidas preparadas a base de huevo crudo sometidas a un tratamiento de 70 °C durante 2 minutos o equivalente. 2: Comidas preparadas a base de ovoproductos pasteurizados. 3: Comidas preparadas a base de huevo crudo para consumo inmediato. <sup>b</sup> Tipologías para las que no se han encontrado datos de crecimiento de *Salmonella* en ComBase (2025).

Se realizaron diferentes agrupaciones, separando ovoproductos con tratamiento térmico y sin tratamiento (huevo crudo), y excluyendo, del primer grupo, los ovoproductos azucarados (natillas, albúmina azucarada, etc.), que se analizaron separadamente. Los datos cubrieron un amplio rango de condiciones para  $a_w$  y pH, aunque también incluyeron otros factores, como contenido de sal o azúcar (Tabla 5). En cuanto a las condiciones ambientales, los datos contemplan un rango de condiciones de temperatura de entre 7,9 y 45 °C, abarcando desde condiciones de refrigeración hasta escenarios de abuso térmico. El pH registrado oscila entre 6,0 y 9,0; mientras que los valores de  $a_w$  solo se reflejaron para un total de 83 registros, oscilando en torno a 0,98.

Los valores de  $\mu_{\max}$  se situaron entre 0,0019 y 1,02 log UFC/g/h, dependiendo fundamentalmente de las condiciones de temperatura de almacenamiento. Finalmente, cabe destacar que los datos incluyen una variedad de serotipos de *Salmonella*, principalmente *S. Enteritidis* y *S. Typhimurium*.

**Tabla 5.** Rango y promedio de los factores de producto y temperatura extraídos de la base de datos ComBase (2025) utilizados en la validación y calibración del modelo de Pin et al. (2011)

| Factor                      | Mínimo | Máximo | Promedio |
|-----------------------------|--------|--------|----------|
| Actividad de agua ( $a_w$ ) | 0,880  | 0,997  | 0,987    |
| pH                          | 6,0    | 9,0    | 7,1      |
| NaCl (%)                    | 0,3    | 3,0    | 1,2      |
| Azúcares (%)                | 9      | 10     | 9,8      |
| Temperatura (°C)            | 8      | 25     | 18       |

La validación se realizó empleando el factor de sesgo ( $B_f$ ) y el factor de exactitud ( $A_f$ ), según lo definido por Ross (1996).

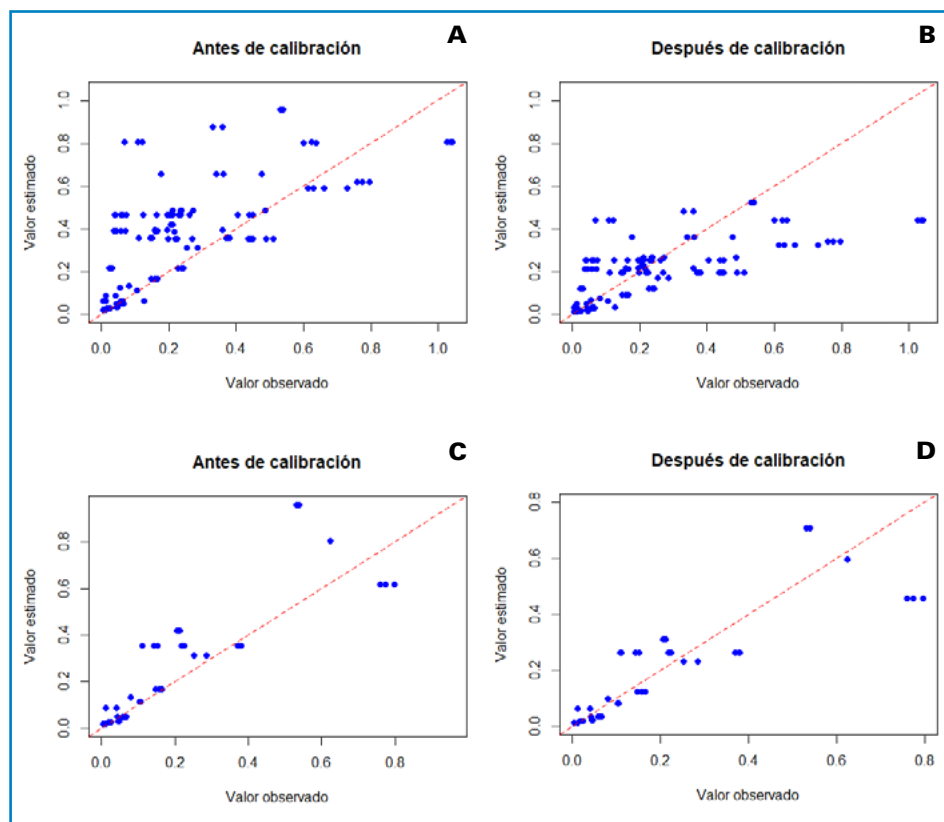
El modelo mostró una clara tendencia a sobreestimar las tasas de crecimiento observadas en ambos tipos de productos, como puede apreciarse en la Figura 1A y 1C. Los resultados para los índices de validación fueron  $B_f > 2$  y  $A_f > 2,5$ ; encontrándose fuera de los límites aceptables ( $1,0 \leq B_f \leq 1,25$ ;  $1,0 \leq A_f \leq 1,25$ ), lo que indica un bajo desempeño predictivo en este tipo de alimento.

Para mejorar la capacidad predictiva del modelo, se procedió a una etapa de calibración, utilizando como conjunto de calibración los mismos datos extraídos de ComBase (2025). La calibración se realizó mediante la aplicación de un factor de ajuste ( $f$ ) que minimizara el sesgo, ajustando directamente la ecuación original.

El factor de ajuste para ovoproductos tratados con calor y huevo crudo no varió, siendo iguales en ambos tipos de productos ( $f = 0,6895$ ). La aplicación de  $f$  en huevo crudo resultó en una mejora sustancial de su capacidad predictiva, con valores dentro de los rangos aceptables, esto es,  $B_f = 1,00$  y  $A_f = 1,52$ . En cambio, para ovoproductos sometidos a tratamiento térmico, el resultado fue menos satisfactorio, derivándose un  $A_f = 2,03$ . Por tanto, en este caso, considerando que  $f$  fue el mismo para ambos productos, se llevó a cabo una validación y calibración conjunta, donde se obtuvo  $A_f = 1,90$ .

La validación y calibración para ovoproductos azucarados resultó en una mejora de los índices de validación, con  $B_f = 1,00$  y  $A_f = 1,53$ , correspondiendo estos valores a la aplicación de  $f = 0,8611$  (Figura 1).

La calibración permitió adaptar el modelo de Pin et al. (2011), inicialmente formulado en condiciones de laboratorio, a condiciones reales en matrices alimentarias considerando dos tipos de productos ovoproductos, los no azucarados, que incluyen los tratados con calor o crudos, y los azucarados, tratados térmicamente. Por tanto, para estimar el crecimiento de *Salmonella*, se seleccionó el factor de ajuste adecuado según la pertenencia del producto a uno de estas dos categorías.



**Figura 1.** Gráficas de validación de la tasa máxima específica de crecimiento de *Salmonella* en ovoproductos no azucarados (A y B) y azucarados (C y D), antes y después de su calibración. La línea punteada es la línea de equivalencia de las observaciones y predicciones, esto es, coincidencia perfecta, mientras que los puntos son la representación gráfica de los datos de validación obtenidos de la base de datos Combase (2025) y las predicciones correspondientes.

## 5. Vida útil: estimación del crecimiento de *Salmonella* en ovoproductos y escenarios de almacenamiento

En el contexto de la producción de alimentos, la vida útil se refiere al periodo de tiempo posterior a la fabricación del alimento en el que el producto se considera seguro para el consumo o sigue teniendo la calidad prevista por el fabricante. El establecimiento de dicha vida útil es una responsabilidad directa del operador alimentario que debe justificarla mediante datos y estudios pertinentes. En la actualidad se reconocen diferentes aproximaciones que, bien solas o combina-

das entre ellas, se utilizan para determinar la vida útil. Por un lado, los estudios de vida útil bajo condiciones de almacenamiento real son un enfoque muy aceptado porque refleja de manera directa el comportamiento del alimento en condiciones reales, aunque requieren tiempo y bastantes recursos. Otra vía son los ensayos de desafío o *challenge test*, en los que el alimento se inocula de manera deliberada con el microorganismo patógeno más relevante y se evalúa su comportamiento durante el almacenamiento. Estos ensayos permiten determinar si el alimento puede soportar la presencia de ciertos microorganismos patógenos sin que estos crezcan hasta niveles peligrosos durante su vida útil. Otra estrategia es basarse en datos históricos o bibliográficos que permitan al operador establecer inicialmente la vida útil, sin embargo, este método requiere de una validación real en el alimento. Y, por último, está la utilización de modelos predictivos, que permiten estimar el comportamiento microbiológico (crecimiento, supervivencia o inactivación) bajo diferentes condiciones de temperatura, pH, actividad de agua, etc. Estos modelos son útiles para estimar escenarios de vida útil, optimizar ensayos experimentales o validar cambios en formulaciones, siempre que se utilicen dentro de su rango de validez y se combinen con datos propios o bibliográficos relevantes.

En el presente informe se ha empleado la metodología descrita en el apartado anterior para *Salmonella* spp. para estimar la vida útil de diferentes tipos de comidas preparadas a base de huevo y ovoproductos. Para ello, se han establecido diferentes escenarios de almacenamiento y elegido como modelo diferentes alimentos que representan diferentes tipos de comidas preparadas a base de huevo y ovoproductos.

### 5.1 Características de los ovoproductos seleccionados y definición de los escenarios de almacenamiento

Los productos seleccionados se definieron en base a sus características fisicoquímicas más relevantes. Para ellos, se determinaron los valores promedio y máximos, basados en literatura científica. En algunos casos, cuando la información fue limitada o inexistente, el valor fue asumido utilizando el criterio de expertos (por ejemplo, pH de huevo curado). Estos datos se presentan en Tabla 6.

**Tabla 6.** Valores promedio y máximo de actividad de agua ( $a_w$ ) y pH para distintos tipos de ovoproductos, basado en datos recogidos de publicaciones científicas

| Producto                     | $a_{wmin}$ | $a_{wmax}$ | $a_w$<br>promedio | pH <sub>min</sub> | pH <sub>max</sub> | pH<br>promedio | Referencia                                                               |
|------------------------------|------------|------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Tiramisú                     | 0,91       | 0,99       | 0,97              | 5,5               | 6,5               | 6,1            | Lee et al. (2021)<br>Giacometti et al. (2022)<br>Franciosa et al. (1999) |
| Tortilla                     | 0,97       | 0,99       | 0,99              | 6,5               | 7,2               | 6,9            | Baños et al. (2012)<br>Valero et al. (2014)                              |
| Tartar a base de huevo crudo | 0,97       | 0,99       | 0,98              | 5,3               | 5,8               | 5,5            | Tirloni et al. (2024)                                                    |
| Huevo curado <sup>a</sup>    | 0,76       | 0,94       | 0,84              | 6,0               | 6,3               | 6,1            | Lopes et al. (2020)                                                      |

<sup>a</sup> pH asumido equivalente a la yema de huevo no procesada.

La evaluación del crecimiento, y de su extensión, se estudió utilizando diferentes escenarios de almacenamiento o vida útil, en concordancia con las cuestiones planteadas. En estas se variaciones en la temperatura de refrigeración y tiempo de almacenamiento, consideradas representativas. Los escenarios diseñados se muestran en Tabla 7. La concentración de partida de *Salmonella* asumida correspondió a 1 UFC/g, y la densidad de población máxima posible fue fijada a  $10^7$  UFC/g en todos los casos.

| Tabla 7. Escenarios de tiempo y temperatura utilizados en el estudio del crecimiento de <i>Salmonella</i> en ovoproductos |                           |                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|----------------|
| Escenario                                                                                                                 | Temperatura (°C)          | Tiempo (horas) |
| 1                                                                                                                         | 4                         | 0-72           |
| 2                                                                                                                         | 8                         | 24             |
| 3                                                                                                                         | 8 (con abuso 20, 3 horas) | 24             |
| 4                                                                                                                         | 8 (con abuso 12, 3 horas) | 24             |
| 5                                                                                                                         | 12                        | 24             |

Los escenarios evaluados reproducen las condiciones de almacenamiento establecidas en el Real Decreto 1021/2022 (BOE 2022), incorporando además situaciones de abuso térmico (por ejemplo, apertura prolongada de cámaras frigoríficas), con el fin de estimar el impacto potencial sobre el crecimiento de *Salmonella* spp. en comidas preparadas a base de huevo y ovoproductos.

5.2 Estimaciones del comportamiento de *Salmonella* spp. en las diferentes categorías de huevos y ovoproductos y escenarios de almacenamiento

Las estimaciones proporcionadas por el modelo de probabilidad para un almacenamiento a 4 y 8 °C se representan en la Tabla 8.

En todos los casos, la tortilla se identifica como la matriz con mayor riesgo de crecimiento de *Salmonella* spp., seguida del tiramisú y, en tercer lugar, del tartar elaborado con huevo crudo. En el caso del huevo curado, los bajos valores de  $a_w$  impiden que el modelo estime una probabilidad de crecimiento apreciable a ninguna de las dos temperaturas evaluadas, considerando los valores medios de pH y  $a_w$ . Únicamente un almacenamiento a 8 °C, combinado con valores extremos de ambos factores, podría implicar un riesgo de proliferación del patógeno en esta matriz.

| Tabla 8. Predicciones de la probabilidad de crecimiento (p) de <i>Salmonella</i> obtenidas por el modelo Pin et al. (2011) para combinaciones de pH y $a_w$ características de los ovoproductos objeto de estudio utilizando valores promedio y máximos de pH y $a_w$ |                               |                           |                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Producto                                                                                                                                                                                                                                                              | Temperatura (°C) <sup>a</sup> | p (medias de pH y $a_w$ ) | p (máximos de pH y $a_w$ ) |
| Tiramisú                                                                                                                                                                                                                                                              | 4                             | 0,0067                    | 0,0166 <sup>b</sup>        |
| Tortilla                                                                                                                                                                                                                                                              | 4                             | 0,0215                    | 0,0256                     |
| Tartar a base de huevo crudo                                                                                                                                                                                                                                          | 4                             | 0,0055                    | 0,0096                     |
| Huevo curado                                                                                                                                                                                                                                                          | 4                             | NA <sup>c</sup>           | 0,0014                     |
| Tiramisú                                                                                                                                                                                                                                                              | 8                             | 0,1280                    | 0,2680                     |

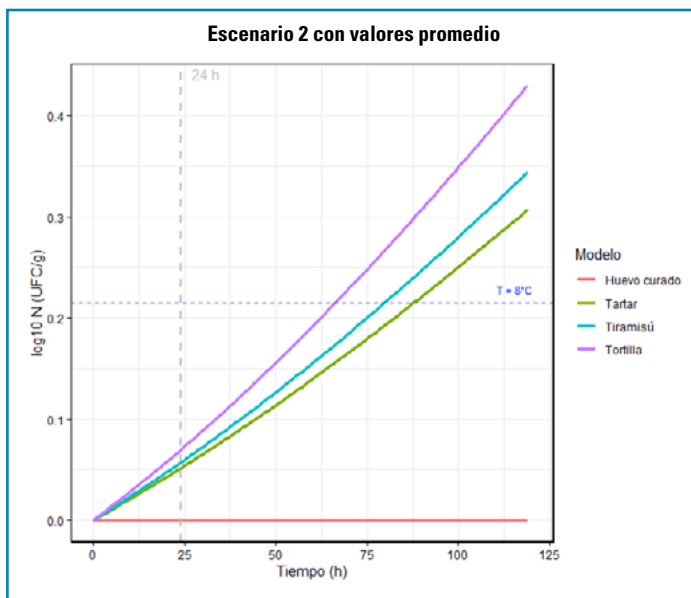
**Tabla 8.** Predicciones de la probabilidad de crecimiento (p) de *Salmonella* obtenidas por el modelo Pin et al. (2011) para combinaciones de pH y  $a_w$  características de los ovoproductos objeto de estudio utilizando valores promedio y máximos de pH y  $a_w$

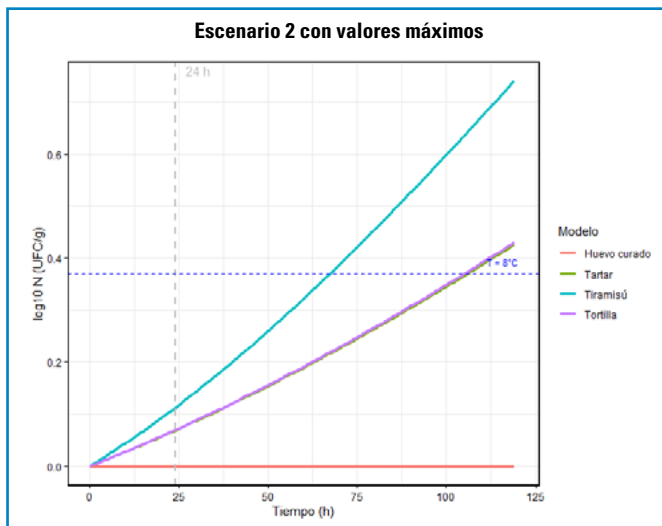
| Producto                     | Temperatura (°C) <sup>a</sup> | p<br>(medias de pH y $a_w$ ) | p<br>(máximos de pH y $a_w$ ) |
|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Tortilla                     | 8                             | <b>0,3223</b>                | <b>0,3623</b>                 |
| Tartar a base de huevo crudo | 8                             | <b>0,1068</b>                | <b>0,1743</b>                 |
| Huevo curado                 | 8                             | NA                           | <b>0,0310</b>                 |

<sup>a</sup> Las predicciones a la temperatura más baja se realizan, en lugar de a 4 °C, a 4,3 °C, que se encuentra dentro del dominio de aplicación del modelo de Pin et al. (2011), que define  $T_{min} = 4,27$ . <sup>b</sup> Los valores en negrita indica  $p > 0,01$ , asociándose a un posible crecimiento de *Salmonella* en las condiciones aplicadas. <sup>c</sup> NA: combinaciones fuera del rango biocinético de *Salmonella*.

En cuanto al crecimiento estimado de *Salmonella* spp., las predicciones del modelo para el escenario 2 (8 °C, 24 horas) se muestran en la Figura 2.

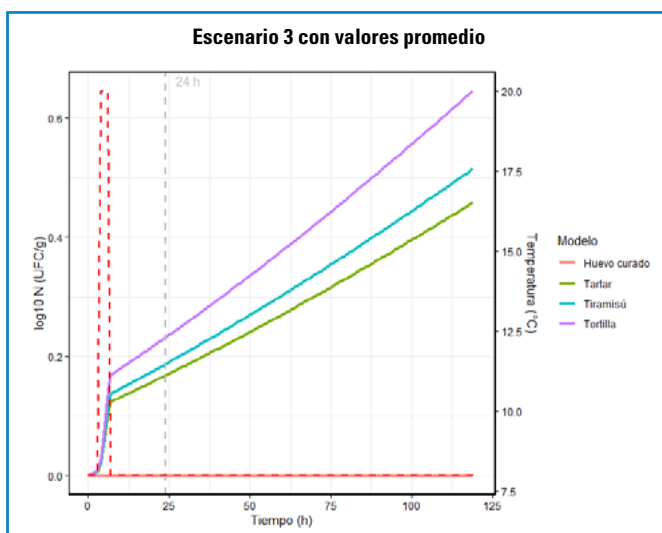
A partir de los valores promedio de pH y  $a_w$ , se observa que la tortilla, el tiramisú y el tartar fueron las categorías con mayor crecimiento previsto de *Salmonella* spp., aunque en todos los casos este incremento fue inferior a 0,1 log UFC/g. Las condiciones fisicoquímicas del huevo curado impidieron el desarrollo del patógeno en este escenario. No obstante, al considerar los valores máximos de pH y  $a_w$ , el modelo estimó para el tiramisú un crecimiento ligeramente superior, alcanzando aproximadamente 0,1 log UFC/g tras 24 horas de almacenamiento. La tortilla y el tartar presentaron estimaciones similares, con un incremento reducido, mientras que, de nuevo, en el huevo curado no se estimó crecimiento del microorganismo.

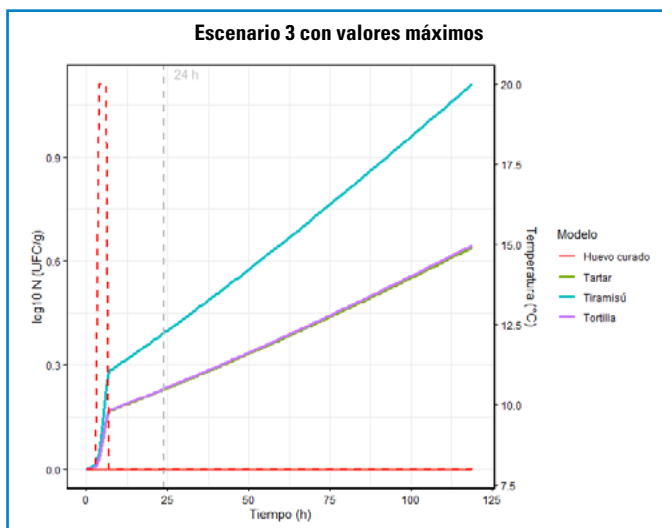




**Figura 2.** Estimaciones del crecimiento de *Salmonella* spp. en el escenario 2 (8 °C, 24 horas) proporcionadas por el modelo calibrado de Pin et al. (2011) para las categorías de huevo y ovoproductos seleccionadas utilizando valores promedio y máximos de pH y  $a_w$ .

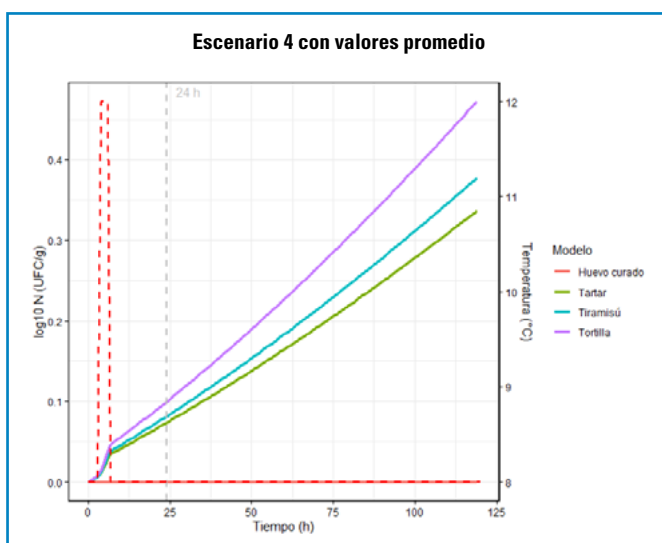
El escenario 3 contempla una situación de abuso térmico, consistente en un almacenamiento a 20 °C durante 3 horas (Figura 3). Con los valores promedio de pH y  $a_w$ , el modelo vuelve a estimar un mayor crecimiento de *Salmonella* spp. en la tortilla y el tiramisú, seguidos del tartar, con incrementos en torno a 0,2 log UFC/g a las 24 horas de almacenamiento. Al considerar los valores máximos de pH y  $a_w$  para cada categoría de alimento, las predicciones del modelo apuntan a un crecimiento cercano a 0,4 log UFC/g en el tiramisú, mientras que en el tartar y la tortilla las estimaciones son notablemente inferiores. En el caso del huevo curado, las predicciones no indican crecimiento del patógeno bajo estas condiciones.

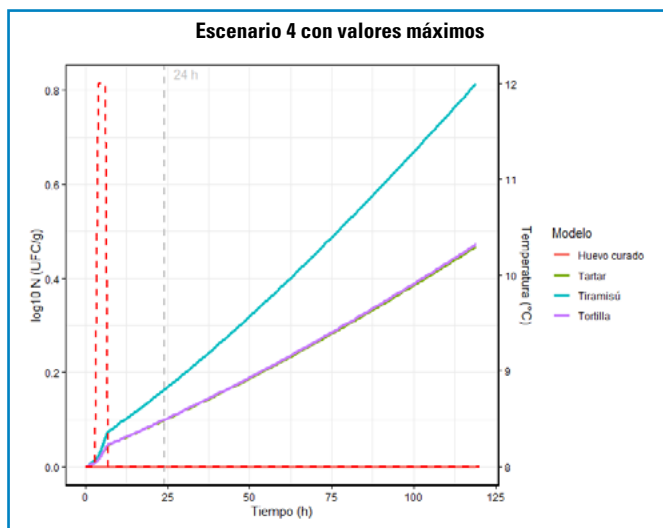




**Figura 3.** Estimaciones del crecimiento de *Salmonella* spp. en el escenario 3 (8 °C, 24 horas, con abuso a 20 °C durante 3 horas) proporcionadas por el modelo calibrado de Pin et al. (2011) para las categorías de huevo y ovoproductos seleccionadas utilizando valores promedio y máximos de pH y  $a_w$ .

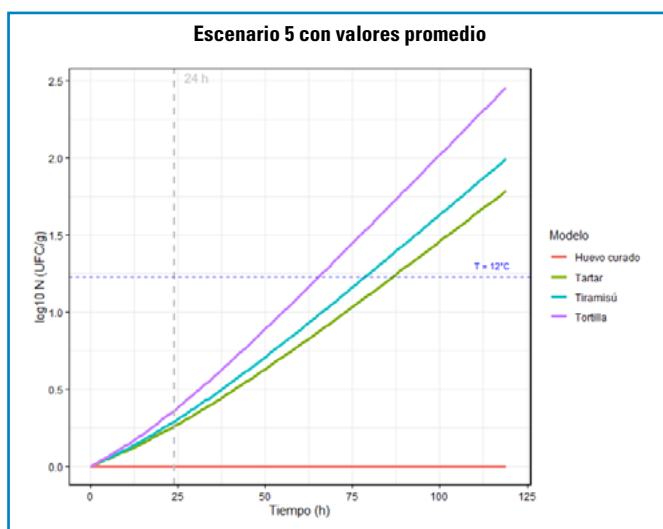
Para el escenario 4, se simuló el crecimiento de *Salmonella* spp. a 8 °C durante 24 horas, teniendo en cuenta un abuso de temperatura a 12 °C durante 3 horas (Figura 4). Las predicciones del modelo están en línea con las descritas para el escenario 3. Tomando en consideración los valores promedio de pH y  $a_w$ , de nuevo la tortilla se corresponde con la categoría de mayor riesgo, seguida del tiramisú y el tartar, aunque en las tres matrices, el crecimiento estimado fue igual o inferior a 0,1 log UFC/g. Sin embargo, el crecimiento prácticamente se duplica si se tienen en cuenta los valores máximos de pH y  $a_w$  para el caso del tiramisú. Nuevamente el huevo curado no presenta crecimiento del patógeno.





**Figura 4.** Estimaciones del crecimiento de *Salmonella* spp. en el escenario 3 (8 °C, 24 horas, con abuso a 12 °C durante 3 horas) proporcionadas por el modelo calibrado de Pin et al. (2011) para las categorías de huevo y ovoproductos seleccionadas utilizando valores promedio y máximos de pH y  $a_w$ .

Por último, el escenario 5 representó las condiciones de peor caso, con un almacenamiento a 12 °C durante 24 horas. Como se puede comprobar en la Figura 5, en el caso de la tortilla el incremento de *Salmonella* spp. a las 24 horas de almacenamiento estuvo cercano a 0,5 log UFC/g seguido del tiramisú y el tartar, con valores en torno a 0,3 log UFC/g. El modelo tampoco estimó crecimiento para el caso del huevo curado.



**Figura 5.** Estimaciones del crecimiento de *Salmonella* spp. en el escenario 5 (12 °C, 24 horas) proporcionadas por el modelo calibrado de Pin et al. (2011) para las categorías de huevo y ovoproductos seleccionadas utilizando valores promedio y máximos de pH y  $a_w$ .

Cuando el huevo se utiliza crudo o insuficientemente cocinado, su calidad microbiológica inicial condiciona de forma decisiva la estimación de la vida útil segura del producto final destinado al consumidor. En este sentido, la formulación de ingredientes puede inhibir o limitar el crecimiento de *Salmonella* spp. en estas matrices. McWhorter et al. (2020) evaluaron cómo distintos factores de formulación afectan la supervivencia de *S. Typhimurium* en salsas elaboradas con huevo crudo, como mayonesa y alioli. Se comprobó que la acidificación constituye un factor clave, ya que un  $\text{pH} \leq 4,2$  limita notablemente la viabilidad bacteriana, y con  $\text{pH} \leq 3,8$  se inhibe por completo el crecimiento en menos de 4 horas independientemente de la temperatura. Las salsas con huevo entero tienden a tener un pH más alto y permiten una supervivencia más prolongada que las elaboradas solo con yema. No hubo diferencias significativas entre vinagre y zumo de limón como agentes acidificantes. En salsas comerciales, las más ácidas ( $\text{pH}$  3,1-3,6) inhibieron completamente el patógeno, mientras que las de pH ligeramente superior mantuvieron *Salmonella* viable durante más tiempo, especialmente a 5 °C. Una salsa no acidificada ( $\text{pH}$  5,4) permitió su persistencia durante todo el experimento a 5 °C y 25 °C. El trabajo concluye que las salsas a base de huevo crudo deben acidificarse y mantenerse al menos 4 horas a temperatura ambiente antes de su consumo para reducir de forma drástica la forma cultivable de *Salmonella*, advirtiendo que el uso de huevo entero puede atenuar el efecto protector de la acidificación (McWhorter et al., 2020).

En relación con el almacenamiento del huevo y ovoproductos, el riesgo microbiológico dependerá de forma decisiva de las condiciones higiénicas y prácticas de manipulación durante la elaboración de las comidas preparadas, incluyéndose los tiempos y temperaturas de almacenamiento (EFSA, 2014).

Por tanto, garantizar la seguridad alimentaria comienza con la adquisición de ingredientes seguros, procedentes de proveedores fiables, y con su correcto almacenamiento. Diversas autoridades sanitarias internacionales como la EFSA, la FSANZ (*Food Standards Australia New Zealand*), la FDA (*Food and Drug Administration*), la FSAI (*Food Safety Authority of Ireland*) o el USDA-FSIS (*U.S. Department of Agriculture-Food Safety and Inspection Service*) coinciden en una serie de recomendaciones clave para minimizar el riesgo de *Salmonella* en productos elaborados con huevo crudo o ligeramente cocido:

1. Sustitución del huevo crudo: emplear alternativas más seguras en elaboraciones que no se cocinan, como ovoproductos pasteurizados o productos elaborados comercialmente (mayonesas, aliolis, salsas, etc.).
2. Controles estrictos si se utilizan huevos u ovoproductos crudos:
  - Recepción segura: utilizar únicamente huevos limpios, refrigerados, sin fisuras, con trazabilidad garantizada y dentro del periodo de consumo preferente.
  - Higiene en la manipulación: lavado de manos frecuente, uso de guantes, separación estricta entre productos crudos y cocinados, y desinfección de utensilios y superficies.
  - Control de tiempo y temperatura: conservar a  $\leq 5$  °C por un máximo de 24 horas o aplicar la «regla de las 2/4 horas» para productos mantenidos entre 5-60 °C.
3. Aplicación de tratamientos adicionales:
  - Acidificación: reducir el pH a  $\leq 4,2$  con ingredientes como limón o vinagre, midiendo y registrando el valor como medida de seguridad.

- Tratamiento térmico eficaz: aplicar procesos como la pasteurización para garantizar la eliminación de *Salmonella*.
4. Recomendaciones específicas para postres, batidos o salsas con huevo crudo:
- Emplear huevo pasteurizado en sus diferentes presentaciones (líquido, congelado, seco o con cáscara tratada).
  - Implementar controles adicionales, como la reducción de la  $a_w$ , para limitar la proliferación microbiana.

## 6. Valoración del riesgo para la salud pública derivado del consumo de comidas preparadas con huevo crudo

La valoración del riesgo asociado al consumo de elaboraciones que contienen huevo crudo en el ámbito de la restauración exige integrar la información sobre prevalencia de *S. enterica* en manadas ponedoras, los mecanismos de contaminación del huevo y los factores de exposición en las fases de almacenamiento y manipulación. Tal y como se ha señalado anteriormente, los huevos y ovoproductos continúan siendo uno de los principales vehículos de transmisión de *S. Enteritidis* y, en menor medida, *S. Typhimurium*, responsables de un elevado porcentaje de los brotes de salmonelosis asociados al consumo de alimentos de origen aviar en Europa (EFSA/ECDC, 2025).

La prevalencia de *Salmonella* en gallinas ponedoras en la Unión Europea se mantiene baja, en torno al 3-4 % para cualquier serotipo, con valores del 0,3-0,5 % para los serotipos diana (*S. Enteritidis*, *S. Typhimurium* y su variante monofásica) (EFSA, 2023) (MAPA, 2023). En España, el Programa Nacional de Control de *Salmonella* en Gallinas Ponedoras reportó una prevalencia del 0,37 % en 2023, lo que representa una reducción aproximada del 40 % respecto a 2015. A pesar de esta tendencia descendente, *S. Enteritidis* continúa siendo el serotipo predominante en las infecciones humanas asociadas al consumo de huevo, con una clara correlación entre la prevalencia en manadas y la incidencia en brotes alimentarios (Jones et al., 2022).

### 6.1 Contaminación interna

Tal y como se ha indicado en el apartado 3.2 del presente informe, la contaminación interna del huevo es un fenómeno de baja frecuencia, pero de alta relevancia epidemiológica. Se produce principalmente por la colonización del ovario y oviducto por *S. Enteritidis*, que puede integrarse en la albúmina y alcanzar la yema antes de la formación de la cáscara. Estudios de campo han detectado prevalencias de contaminación interna inferiores al 1 % en lotes infectados, y hasta el 3-4 % en condiciones experimentales de desafío (FAO/OMS, 2002) (Kovac et al., 2021).

El modelo cuantitativo de riesgo de EFSA (2014) estimó un aumento del riesgo relativo de enfermedad de 1,4 para comidas con huevo crudo (no cocinado) y 1,5 para comidas ligeramente cocinadas en caso de extender la fecha de consumo de 21 a 28 días. Por otro lado, el modelo de FAO/OMS (2002) situó el riesgo entre 0,2 y 4,5 casos por millón de raciones contaminadas, dependiendo de la prevalencia en origen y las condiciones de almacenamiento. En conjunto, estos modelos confirman que la magnitud del riesgo depende menos de la dosis inicial y más del tiempo y temperatura previos al consumo (Gurtler et al., 2023).

El mantenimiento de los huevos en refrigeración continua hasta el momento del cascado puede constituir una medida eficaz para limitar el crecimiento del patógeno, tal y como se ha descrito anteriormente con la aplicación de modelos de microbiología predictiva. A temperaturas  $\leq 7^{\circ}\text{C}$ , la multiplicación de *Salmonella* en el interior del huevo es insignificante, aunque la bacteria puede sobrevivir durante semanas (De Reu et al., 2020). La refrigeración evita la degradación de la membrana vitelina, minimiza la migración de *Salmonella* hacia la yema y reduce el riesgo de penetración trans-cáscara por condensación. Bajo este escenario, refrigeración hasta cascado y consumo inmediato, el riesgo de infección alimentaria por *S. Enteritidis* puede considerarse bajo, aunque persiste un riesgo residual, especialmente en situaciones de *pooling* de grandes volúmenes de huevo fresco sin pasteurizar, donde un único huevo contaminado podría originar un brote.

## 6.2 Contaminación externa

La contaminación de la superficie de la cáscara es mucho más frecuente que la contaminación interna. Diversos estudios europeos sitúan su prevalencia entre el 5 y el 24 %, dependiendo de las condiciones de producción y manipulación (De Reu et al., 2020) (Jones et al., 2022). Esta contaminación se produce fundamentalmente por deposición fecal durante la puesta, contacto con superficies contaminadas o acumulación ambiental de polvo y materia orgánica en la explotación.

En restauración, el riesgo derivado de la contaminación externa depende de la transferencia durante el cascado, especialmente cuando se rompe la cáscara sin medidas de higiene adecuadas. La refrigeración reduce el riesgo de penetración bacteriana, pero no evita la posible contaminación cruzada entre la cáscara, las manos del manipulador o los utensilios. Estudios recientes han demostrado que la transferencia de *S. Enteritidis* desde la superficie del huevo al contenido puede ocurrir en menos del 1 % de los casos con manipulación cuidadosa, pero superar el 10 % cuando existen grietas o contacto directo (FAO/OMS, 2002).

En condiciones de refrigeración hasta cascado y consumo inmediato, el riesgo asociado a contaminación exclusivamente externa puede considerarse bajo, siempre que se apliquen buenas prácticas de higiene en la manipulación: lavado de manos, separación de utensilios, eliminación de huevos sucios o con grietas, y cascado inmediato antes del uso. No obstante, en ausencia de estas prácticas, el riesgo puede ser significativo, ya que no se aplica un tratamiento térmico posterior.

## 6.3 Evaluación comparada del riesgo

El riesgo asociado a la contaminación interna por *S. Enteritidis* es menos frecuente pero de mayor gravedad potencial, ya que una única unidad contaminada puede generar brotes a través del *pooling*. Por contra, la contaminación externa, aunque más habitual, se encuentra estrechamente vinculada al cumplimiento de las normas higiénicas en el punto de cascado.

Los estudios de atribución de EFSA (2023) estiman que, aproximadamente, el 41 % de los brotes de salmonelosis en la Unión Europea siguen vinculados al consumo de huevo o productos derivados, pese a la mejora de los programas de control en granja. Esto evidencia la necesidad de mantener una cadena de control integrada desde la producción hasta la restauración (EFSA/ECDC, 2025).

La refrigeración hasta el cascado y el consumo inmediato reduce el riesgo a niveles bajos, pero no lo elimina completamente. El uso de ovoproductos pasteurizados en preparaciones crudas o poco cocinadas sigue siendo la única medida que garantiza la reducción del riesgo (FAO/OMS, 2002).

El análisis comparativo de la normativa y las prácticas de los Estados miembros de la Unión Europea sobre el uso de huevo crudo en restauración y en la preparación de alimentos revela una diversidad de enfoques, aunque todos se alinean con los principios generales de seguridad alimentaria establecidos en el Reglamento (CE) N° 852/2004, relativo a la higiene de los productos alimenticios (UE, 2004). En la mayoría de los países, el uso de huevo crudo no está expresamente prohibido, pero se encuentra condicionado al cumplimiento de requisitos de higiene, control del origen y refrigeración, o bien se recomienda su sustitución por ovoproductos pasteurizados, especialmente en preparaciones sin tratamiento térmico.

Algunos Estados miembros, como Alemania, Dinamarca, Irlanda y Eslovaquia, aplican criterios específicos de tratamiento térmico. En Alemania, por ejemplo, los platos destinados a grupos vulnerables deben someterse a un tratamiento que garantice la eliminación de *Salmonella* o un proceso equivalente. En otros casos, se permite el uso de huevo crudo siempre que se apliquen restricciones temporales y de temperatura (como servir el alimento caliente dentro de las 2 horas posteriores a su preparación, o refrigerarlo a  $\leq 7^{\circ}\text{C}$  en el caso de alimentos fríos), además de requerir un etiquetado claro con la indicación «consumir inmediatamente» para el consumo fuera del establecimiento.

En Dinamarca, la legislación permite sustituir el tratamiento térmico por procesos documentados con eficacia equivalente, y exime de esta obligación a los establecimientos que cocinen completamente los alimentos a  $\geq 75^{\circ}\text{C}$  o que empleen huevos servidos de forma individual procedentes de centros de envasado autorizados. También se permite el servicio de huevos pasados por agua o fritos, siempre que exista control de proceso y trazabilidad.

Otros países, como Francia, Portugal, Austria, Rumanía o Estonia, no imponen restricciones específicas, limitándose a aplicar las normas generales de higiene y autocontrol. Sin embargo, en otros como Italia o Bélgica recomiendan expresamente el uso de huevo u ovoproductos pasteurizados para prevenir brotes de salmonelosis.

Algunos países establecen disposiciones más detalladas. Por ejemplo, en Eslovaquia se exige que los platos con huevo no completamente cocido se elaboren únicamente con huevos procedentes de granjas controladas oficialmente frente a *Salmonella*, mientras que el uso de ovoproductos para confitería establece un tratamiento térmico mínimo de  $\geq 72^{\circ}\text{C}$  durante 15 minutos, y se prohíbe el uso de huevo crudo en *delicatessen* o salsas frías como la mayonesa, donde solo se admiten ovoproductos pasteurizados.

Por tanto, bajo el escenario de restauración planteado (huevo refrigerado hasta el cascado y consumo inmediato), el riesgo de infección alimentaria por *S. Enteritidis* en huevos con contaminación interna es bajo, mientras que el riesgo asociado a *S. Typhimurium* es residual. En el caso de contaminación exclusivamente externa, el riesgo se minimiza (aunque no se elimina) cuando se aplican prácticas higiénicas adecuadas en la manipulación, pero puede resultar significativo si se producen deficiencias en el cascado.

El riesgo cero no es alcanzable mediante la refrigeración ni a través de ninguna medida individual, dado que siempre persiste una probabilidad residual de contaminación o fallo en la manipulación. No obstante, el empleo de ovoproductos pasteurizados en las elaboraciones crudas sigue siendo la medida más eficaz para reducir el riesgo de exposición al consumidor. En consecuencia, la implementación de una estrategia de «múltiples barreras» que combine refrigeración continua, prácticas higiénicas estrictas, control del origen y proveedores, y preferencia por ovoproductos pasteurizados, representa el enfoque más eficaz y realista para minimizar, aunque nunca eliminar por completo, el riesgo de salmonelosis en el ámbito de la restauración (EFSA/ECDC, 2025).

## Conclusiones del Comité Científico

La aplicación de un enfoque basado en la aplicación de modelos predictivos ha permitido cuantificar de forma precisa la probabilidad y la velocidad de crecimiento del patógeno en función de las condiciones de almacenamiento de tiempo y temperatura, pH y actividad de agua ( $a_w$ ).

El análisis realizado confirma que la temperatura de almacenamiento constituye el factor determinante para la determinación de la vida útil microbiológica de comidas preparadas a base de huevo y ovoproductos. En caso de un mantenimiento a temperaturas iguales o inferiores a 4 °C, el riesgo de proliferación de *Salmonella* spp. resulta insignificante incluso en productos no pasteurizados. Sin embargo, es preciso tener en cuenta que el tiempo de almacenamiento de las comidas preparadas a esta temperatura debe ser el mínimo posible con objeto de evitar la proliferación de otros patógenos de transmisión alimentaria que pueden crecer a bajas temperaturas, tales como *Listeria monocytogenes*. Según las estimaciones proporcionadas por el modelo, el crecimiento de *Salmonella* spp. a 8 °C durante 24 horas es muy limitado, siendo inferior a 0,2 log UFC/g en todas las matrices evaluadas. Sin embargo, hay que tener en cuenta el impacto de posibles abusos en las condiciones de almacenamiento que pueden favorecer el crecimiento del patógeno, especialmente en matrices como tortilla, tiramisú o tartar. Por ello, es importante un control adecuado de la temperatura de conservación de las comidas preparadas a lo largo de su vida útil.

Por otro lado, se concluye que las propiedades intrínsecas de cada matriz influyen notoriamente sobre el crecimiento de *Salmonella* spp. La yema líquida y el huevo entero presentan combinaciones de pH y  $a_w$  muy favorables para el desarrollo de *Salmonella*, lo que exige un control térmico continuo y riguroso. Por el contrario, la clara líquida, gracias a su pH alcalino y a la presencia de proteínas con actividad antimicrobiana como la ovotransferrina y la lisozima, muestra una probabilidad de crecimiento prácticamente nula incluso bajo condiciones de abuso térmico. En comidas preparadas como la tortilla o el tiramisú, la combinación de ingredientes y humedad disponible incrementa el riesgo, mientras que, en el huevo curado, los valores bajos de  $a_w$  actúan como barrera natural frente a la proliferación de *Salmonella* spp., limitando el riesgo incluso en escenarios menos favorables.

Por tanto, se concluye que las condiciones de almacenamiento en refrigeración estipuladas en el Real Decreto 1086/2020 (BOE, 2020) para comidas preparadas (4 °C si su vida útil es superior a 24 horas y 8 °C si su vida útil es inferior a 24 horas) son suficientemente seguras con respecto al riesgo de proliferación de *Salmonella* spp. en alimentos elaborados con huevo crudo y sometidos a tratamiento térmico, así como en aquellos no sometidos a tratamiento térmico elaborados

con ovoproductos pasteurizados. Esta seguridad se mantiene siempre que se garantice la calidad microbiológica de partida, así como unas buenas prácticas de higiene y manipulación durante la elaboración y almacenamiento de las comidas preparadas.

Por otro lado, aunque la prevalencia de *S. Enteritidis* y *S. Typhimurium* en las explotaciones de gallinas ponedoras es actualmente baja, el riesgo asociado al consumo de elaboraciones con huevo crudo no puede considerarse insignificante. La refrigeración hasta el momento del cascado constituye una medida eficaz para limitar la proliferación bacteriana, pero no elimina la posibilidad de contaminación ni de brotes si concurren fallos en la manipulación o se practican mezclas de grandes volúmenes de huevo fresco. Por tanto, el riesgo puede considerarse bajo pero no desdeñable, y debe ser gestionado mediante un sistema de control integral que garantice su permanencia dentro de los márgenes aceptables de seguridad alimentaria. En el contexto de la restauración, la conjunción de una prevalencia reducida pero persistente, junto con la alta capacidad de diseminación del patógeno y la gravedad de los casos asociados, obliga a mantener un enfoque de gestión preventiva basado en la aplicación estricta de buenas prácticas de higiene, la refrigeración continua y el uso preferente de ovoproductos pasteurizados.

Los resultados ponen de manifiesto que una estrategia de gestión basada en el control riguroso de la temperatura, el conocimiento detallado de las propiedades intrínsecas de cada matriz y el uso adecuado de modelos predictivos permite garantizar la seguridad alimentaria de las comidas preparadas a base de huevo y ovoproductos.

## Agradecimientos

El Comité Científico agradece la colaboración de la Red temática ONEHEALTH4FOOD, financiada por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, en la elaboración de este informe.

## Referencias

- Abdoli, B., Khoshtaghaza, M.H., Ghomi, H., Torshizi, M.A.K., Mehdizadeh, S.A., Pishkar, G. y Dunn, I.C. (2024). Cold atmospheric pressure air plasma jet disinfection of table eggs: Inactivation of *Salmonella enterica*, cuticle integrity and egg quality. *International Journal of Food Microbiology*, 410: 110474.
- Adamant, A. (2019). Salt cured egg yolks. Disponible en: <https://practicalselfreliance.com/salt-cured-egg-yolks/> [acceso: 2-11-25].
- AESAN (2007). Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) en relación con una petición planteada por el Director Ejecutivo de la Agencia acerca del establecimiento de un criterio microbiológico para *Salmonella* en los huevos destinados al consumo directo. *Revista del Comité Científico de la AESAN*, 7, pp: 31-44.
- AESAN (2021). Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) sobre las combinaciones tiempo-temperatura necesarias para el cocinado seguro de los alimentos y las temperaturas adecuadas para el mantenimiento en caliente y recalentamiento de las comidas preparadas. *Revista del Comité Científico de la AESAN*, 33, pp: 113-150.
- Afraz, M.T., Khan, M.R., Roobab, U., Noranizan, M.A., Tiwari, B.K., Rashid, M.T., Inam- ur-Raheem, M., Hashemi, S.M.B. y Aadil, R.M. (2020). Impact of novel processing techniques on the functional properties of egg products and derivatives: A review. *Journal of Food Process Engineering*, 43 (12): e13568, pp: 1-18.

- Alabdeh, M., Lechevalier, V., Nau, F., Gautier, M., Cochet, M.-F., Gonnet, F., Jan, S. y Baron, F. (2011). Role of incubation conditions and protein fraction on the antimicrobial activity of egg white against *Salmonella* Enteritidis and *Escherichia coli*. *Journal of Food Protection*, 74, pp: 24-31.
- Andino, A. y Hanning, I. (2015). *Salmonella enterica*: Survival, Colonization, and Virulence Differences among Serovars. *The Scientific World Journal*, 2015: 520179, pp: 1-16.
- Archer, E.W., Chisnall, T., Tano-Debrah, K., Card, R.M., Duodu, S. y Kunadu, A.P.H. (2023). Prevalence and genomic characterization of *Salmonella* isolates from commercial chicken eggs retailed in traditional markets in Ghana. *Frontiers in Microbiology*, 14: 1283835, pp: 1-11.
- Baek, S.H., Lim, C.G., Park, J.I., Seo, Y.B. y Nam, I.S. (2024). Investigation of *Salmonella* Enteritidis growth under varying temperature conditions in liquid whole egg: proposals for smart management technology for safe refrigerated storage. *Foods*, 13 (19): 3106, pp: 1-12.
- Bajagai, Y.S., Alsemgeest, J., Moore, R.J., Van, T.T. y Stanley, D. (2020). Phytogetic products, used as alternatives to antibiotic growth promoters, modify the intestinal microbiota derived from a range of production systems: an in vitro model. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 104, pp: 10631-10640.
- Baños, A., Bañón, S., Díaz, P. y Jordán, M.J. (2012). Modeling the shelf life of beef stored under high-oxygen modified atmosphere packaging using an accelerated test and microbial and physicochemical indicators. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 14, pp: 142-148.
- Baranyi, J. y Tamplin, M. (2004). ComBase: A Common Database on Microbial Responses to Food Environments. *Journal of Food Protection*, 67 (9), pp: 1834-1840.
- Baron, F., Gautier, M. y Brule, G. (1997). Factors involved in the inhibition of growth of *Salmonella* Enteritidis in liquid egg white. *Journal of Food Protection*, 60, pp: 1318-1323.
- Baron, F., Nau, F., Guérin-Dubiard, C., Bonnassie, S., Gautier, M., Andrews, S.C. y Jan, S. (2016). Egg white versus *Salmonella* Enteritidis! A harsh medium meets a resilient pathogen. *Food Microbiology*, 53 (Pt B), pp: 82-93.
- Baron, F., Cochet, M.-F., Alabdeh, M., Guérin-Dubiard, C., Gautier, M., Nau, F., Andrews, S.C., Bonnassie, S. y Jan, S. (2020). Egg-white proteins have a minor impact on the bactericidal action of egg white toward *Salmonella* Enteritidis at 45 °C. *Frontiers in Microbiology*, 8 (11): 584986, pp: 1-17.
- Ben-Porat, N., Ohayon, A., Rosenberg, T., Musa, A., Petersen, E. y Mills, E. (2024). Utilizing nutrient type compounds as anti-bacterial compounds: arginine and cysteine inhibit *Salmonella* survival in egg white. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 12: 1404218, pp: 1-15.
- Bermudez-Aguirre, D. y Niemira, B.A. (2023). Effect of nisin, EDTA, and abuse temperature on the growth of *Salmonella* Typhimurium in liquid whole egg during refrigerated storage. *Food Research International*, 174 (Pt 1): 113568, pp: 1-10.
- Billah, M.M. y Rahman, M.S. (2024). *Salmonella* in the environment: A review on ecology, antimicrobial resistance, sea-food contaminations, and human health implications. *Journal of Hazardous Materials Advances*, 13: 100407, pp: 1-12.
- BOE (1991). Real Decreto 1254/1991, de 2 de agosto, por el que se dictan normas para la preparación y conservación de la mayonesa de elaboración propia y otros alimentos de consumo inmediato en los que figure el huevo como ingrediente. BOE N° 185 de 3 de agosto de 1991, pp: 25741-25742.
- BOE (2020). Real Decreto 1086/2020, de 9 de diciembre, por el que se regulan y flexibilizan determinadas condiciones de aplicación de las disposiciones de la Unión Europea en materia de higiene de la producción y comercialización de los productos alimenticios y se regulan actividades excluidas de su ámbito de aplicación. BOE N° 322 de 10 de diciembre de 2020, pp: 112779-112816.
- BOE (2022). Real Decreto 1021/2022, de 13 de diciembre, por el que se regulan determinados requisitos en materia de higiene de la producción y comercialización de los productos alimenticios en establecimientos de comercio al por menor. BOE N° 305 de 21 de diciembre de 2022, pp: 178650-178671.
- Bradshaw, J.G., Shah, D.B., Forney, E. y Madden, J.M. (1990). Growth of *Salmonella enteritidis* in yolk of shell eggs from normal and seropositive hens. *Journal of Food Protection*, 53 (12), pp: 1033-1036.

- Cardoso, M.J., Nicolau, A.I., Borda, D., Nielsen, L., Maia, R.L., Møretø, T., Ferreira, V., Knøchel, S., Langsrud, S. y Teixeira, P. (2021). *Salmonella* in eggs: From shopping to consumption-A review providing an evidence-based analysis of risk factors. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20 (3), pp: 2716-2741.
- Carrique-Mas, J.J. y Davies, R.H. (2008). Bacteriological detection of *Salmonella enteritidis* in eggs: A review. *Revue Scientifique et Technique*, 27 (3), pp: 657-664.
- Carstens, C.K., Salazar, J.K., y Darkoh, C. (2019). Multistate Outbreaks of Foodborne Illness in the United States Associated With Fresh Produce From 2010 to 2017. *Frontiers in Microbiology*, 10: 2667, pp: 1-15.
- Cassat, J.E. y Skaar, E.P. (2013). Iron in infection and immunity. *Cell Host & Microbe*, 13 (5), pp: 509-519.
- Chang, Y.H. (2000). Prevalence of *Salmonella* spp. in poultry broilers and shell eggs in Korea. *Journal of Food Protection*, 63 (5), pp: 655-658.
- Cheng, D., Li, F., Li, J., Bai, S., Wang, Y., Ma, X., Li, M., An, X., Song, L., Ma, F., Zhao, B. y Tong, Y. (2023). Isolation and genomic analysis of a novel bacteriophage IME278 infecting *Enterobacter hormaechei* and its biocontrol potential on pork. *Microbial Pathogenesis*, 174: 105876.
- Cochet, M.F., Baron, F., Bonnassie, S., Jan, S., Leconte, N., Jardin, J., Briard-Bion, V., Gautier, M., Andrews, S.C., Guérin-Dubiard, C. y Nau, F. (2021). Identification of new antimicrobial peptides that contribute to the bactericidal activity of egg white against *Salmonella enterica* serovar Enteritidis at 45 °C. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 69 (7), pp: 2118-2128.
- ComBase (2025). A Web Resource for Quantitative and Predictive Food Microbiology. Disponible en: <https://www.combase.cc/index.php/en/> [acceso: 1-09-25].
- Crump, J.A., Sjölund-Karlsson, M., Gordon, M.A., y Parry, C.M. (2015). Epidemiology, Clinical Presentation, Laboratory Diagnosis, Antimicrobial Resistance, and Antimicrobial Management of Invasive *Salmonella* Infections. *Clinical Microbiology Reviews*, 28 (4), pp: 901-937.
- D'Aoust, J.Y. (1989). *Salmonella*. En libro: *Foodborne Bacterial Pathogens*. Nueva York. M. Dekker, Inc., pp: 327-445.
- De Reu, K., Grijspeerdt, K., Messens, W., Heyndrickx, M., Uyttendaele, M. y Herman, L. (2020). *Salmonella* contamination in the production chain of shell eggs: A review. *Food Research International*, 137, pp: 109-118.
- Dieterich, W., Schink, M., y Zopf, Y. (2018). Microbiota in the gastrointestinal tract. *Medical Sciences*, 6 (4): 116, pp: 1-15.
- Djordjević, J., Bošković, M., Starčević, M., Ivanović, J., Karabasil, N., Dimitrijević, M., Lazić, I.B. y Baltić, M.Ž. (2018). Survival of *Salmonella* spp. in minced meat packaged under vacuum and modified atmosphere. *Brazilian Journal of Microbiology*, 49 (3), pp: 607-613.
- Donalson, L.M., Kim, W.K., Chalova, V.I., Herrera, P., Woodward, C.L., McReynolds, J.L., Kubena, L.F., Nisbet, D.J. y Ricke, S.C. (2007). In vitro anaerobic incubation of *Salmonella enterica* serotype Typhimurium and laying hen cecal bacteria in poultry feed substrates and a fructooligosaccharide prebiotic. *Anaerobe*, 13, pp: 208-214.
- Ebel, E. y Schlosser, W. (2000). Estimating the annual fraction of eggs contaminated with *Salmonella enteritidis* in the United States. *International Journal of Food Microbiology*, 61 (1), pp: 51-62.
- EFSA (2007). Report of the Task Force on Zoonoses Data Collection on the Analysis of the baseline study on the prevalence of *Salmonella* in holdings of laying hen flocks of *Gallus gallus*. *EFSA Journal*, 97, pp: 1-85.
- EFSA (2014). Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria. EFSA Panel on Biological Hazards. Scientific Opinion on the public health risks of table eggs due to deterioration and development of pathogens. *EFSA Journal*, 12 (7): 3782, pp: 1-147.
- EFSA (2023). Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria. Scientific Opinion on *Salmonella* control in poultry populations. *EFSA Journal*, 21 (7): e08123.
- EFSA/ECDC (2019). Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria/Centro Europeo para la Prevención y Control de Enfermedades. The European Union One Health 2018 Zoonoses Report. *EFSA Journal*, 17 (12): 5926, pp: 1-276.
- EFSA/ECDC (2022). Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria/Centro Europeo para la Prevención y Control de Enfermedades. The European Union One Health 2021 Zoonoses Report. *EFSA Journal*, 20 (12): 7666, pp: 1-273.

- EFSA/ECDC (2024). Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria/Centro Europeo para la Prevención y Control de Enfermedades. The European Union One Health 2023 Zoonoses report. *EFSA Journal*, 22 (12): e9106, pp: 1-201.
- EFSA/ECDC (2025). European Union One Health Zoonoses Report 2024. *EFSA Journal*, 23 (2): e08321, pp: 1-191.
- Eid, S., Nasef, S.A. y Erfan, A.M. (2015). Multidrug resistant bacterial pathogens in eggs collected from backyard chickens. *Assiut Veterinary Medical Journal*, 61 (144), pp: 87-103.
- Elmonir, W., Abdeltawab, D., El-Sharkawy, H. y Zahran, R.N. (2023). Serotypes diversity, virulence, and antimicrobial resistance of non-typhoidal *Salmonella* isolates in commercial and backyard egg production systems in Egypt. *Pakistan Journal of Zoology*, 56 (4), pp: 1799-1807.
- El-Prince, E., Hussein, M.F. y Abd El-Rahman, A.M. (2019). Incidence of *Salmonella* species in table eggs and some egg-based products. *Journal of Advanced Veterinary Research*, 9 (1), pp: 1-7
- Europa Press (2019). El Tribunal de Justicia Europeo allana el camino para los fagos naturales contra la *Listeria*. Disponible en: <https://www.europapress.es/comunicados/internacional-00907/noticia-comunicado-tribunal-justicia-europeo-allana-camino-fagos-naturales-contra-listeria-20191023171320.html> [acceso: 1-09-25].
- FAO/OMS (2002). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura/Organización Mundial de la Salud. Risk assessments of *Salmonella* in eggs and broiler chickens: Interpretative summary. Disponible en: <https://www.fao.org/4/y4393e/y4393e07.htm> [acceso: 1-09-25].
- Fenollar, A., Doménech, E., Ferrús, M.A. y Jiménez-Belenguer, A. (2019). Risk characterization of antibiotic resistance in bacteria isolated from backyard, organic, and regular commercial eggs. *Journal of Food Protection*, 82 (3), pp: 422-428.
- Ferrari, R.G., Rosario, D.K.A., Cunha-Neto, A., Mano, S.B., Figueiredo, E.E.S. y Conte-Junior, C.A. (2019). World-wide epidemiology of *Salmonella* serovars in animal-based foods: A meta-analysis. *Applied and Environmental Microbiology*, 85 (14): e00591-19, pp: 1-21.
- Ferreira, V., Cardoso, M.J., Magalhães, R., Maia, R., Neagu, C., Dumitraşcu, L., Nicolau, A.I. y Teixeira, P. (2020). Occurrence of *Salmonella* spp. in eggs from backyard chicken flocks in Portugal and Romania - Results of a preliminary study. *Food Control*, 113: 107180.
- Feye, K.M., Anderson, K.L., Scott, M.F., McIntyre, D.R. y Carlson, S.A. (2016). Inhibition of the virulence, antibiotic resistance, and fecal shedding of multiple antibiotic-resistant *Salmonella* Typhimurium in broilers fed Original XPC™. *Poultry Science*, 95, pp: 2902-2910.
- Franciosa, G., Pourshaban, M., Gianfranceschi, M., Gattuso, A., Fenicia, L., Ferrini, A.M., Mannoni, V., De Luca, G. y Aureli, P. (1999). *Clostridium botulinum* spores and toxin in mascarpone cheese and other milk products. *Journal of Food Protection*, 62 (8), pp: 867-871.
- Giacometti, F., Bonilauri, P., Colombari, G., Bardasi, L. y Serraino, A. (2022). Prevalence and enumeration of *Bacillus cereus* in tiramisù: A qPCR approach for microbial risk assessment. *Food Control*, 141: 109206.
- Government of South Australia (2022). Egg food safety. Disponible en: <https://www.sahealth.sa.gov.au/wps/wcm/connect/public+content/sa+health+internet/public+health/food+safety+for+businesses/food+safety+issues/egg+food+safety> [acceso: 2-11-25].
- Grant, A., Parveen, S., Schwarz, J., Hashem, F. y Vimini, B. (2017). Reduction of *Salmonella* in ground chicken using a bacteriophage. *Poultry Science*, 96 (8), pp: 2845-2852.
- Guillén, S., Marcén, M., Álvarez, I., Mañás, P. y Cebrián, G. (2021). Influence of the initial cell number on the growth fitness of *Salmonella* Enteritidis in raw and pasteurized liquid whole egg, egg white, and egg yolk. *Foods*, 10: 1621, pp: 1-13.
- Guillén, S. y Cebrián, G. (2022). Relationship between iron bioavailability and *Salmonella* Typhimurium fitness in raw and pasteurized liquid whole egg. *Food Microbiology*, 104: 104008, pp: 1-12.
- Guillén, S., Domínguez, L., Mañás, P., Álvarez, I., Carrasco, E. y Cebrián, G. (2024). Modelling the low temperature growth boundaries of *Salmonella* Enteritidis in raw and pasteurized egg yolk, egg white and liquid whole egg: Influence of the initial concentration. *International Journal of Food Microbiology*, 414: 110619, pp: 1-11.

- Gumudavelli, V., Subbiah, J., Thippareddi, H. y Froning, G. (2007). Dynamic Predictive Model for Growth of *Salmonella* Enteritidis in Egg Yolk. *Journal of Food Science*, 72 (7): M254-M262.
- Gurtler, J.B., Smelser, A.M. y Schneider, K.R. (2023). Temperature-dependent survival of *Salmonella* in shell eggs and egg products. *Food Microbiology*, 113: 104211.
- Hansen-Wester, I., Stecher, B. y Hensel, M. (2002). Analyses of the evolutionary distribution of *Salmonella* translocated effectors. *Infection and Immunity*, 70, pp: 1619-1622.
- Hawkins, C.L. y Davies, M.J. (2001). Hypochlorite-induced damage to nucleosides: formation of chloramines and nitrogen-centered radicals. *Chemical Research in Toxicology*, 14 (8), pp: 1071-1081.
- He, Y., Yuan, J., Khan, I.M., Zhang, L., Ma, P. y Wang, Z. (2023). Research progress of aptasensor technology in the detection of foodborne pathogens. *Food Control*, 153: 109891.
- He, J., Wong, C.W.Y., Schultze, D.M. y Wang, S. (2024). Inactivation of *Salmonella* enteritidis in liquid egg yolk and egg white using bacteriophage cocktails. *Current Research in Food Science*, 8: 100703, pp: 1-12.
- Holck, A.L., Liland, K.H., Drømtorp, S.M., Carlehö, G.M. y McLeod, A. (2018). Comparison of UV-C and pulsed UV light treatments for reduction of *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, and enterohemorrhagic *Escherichia coli* on eggs. *Journal of Food Protection*, 81 (1), pp: 6-16.
- Horev, B., Sela, S., Vinokur, Y., Gorbatshevich, E., Pinto, R. y Rodov V. (2012). The effects of active and passive modified atmosphere packaging on the survival of *Salmonella enterica* serotype Typhimurium on washed romaine lettuce leaves. *Food Research International*, 45, pp: 1129-1132.
- Howard, Z.R., O'Bryan, C.A., Crandall, P.G. y Ricke, S.C. (2012). *Salmonella* Enteritidis in shell eggs: Current issues and prospects for control. *Food Research International*, 45 (2), pp: 755-764.
- Hu, Z.Y., Balay, D., Hu, Y., McMullen, L.M. y Gänzle, M.G. (2019). Effect of chitosan, and bacteriocin - Producing *Carnobacterium maltaromaticum* on survival of *Escherichia coli* and *Salmonella* Typhimurium on beef. *International Journal of Food Microbiology*, 290, pp: 68-75.
- Humphrey, T.J. (1994). Contamination of egg shell and contents with *Salmonella enteritidis*: a review. *International Journal of Food Microbiology*, 21 (1-2), pp: 31-40.
- Indiarto, R., Irawan, A.N. y Subroto, E. (2023). Meat Irradiation: A comprehensive review of its impact on food quality and safety. *Foods*, 12 (9): 1845, pp: 1-28.
- Issenhuht-Jeanjean, S., Roggentin, P., Mikoleit, M., Guibourdenche, M., de Pinna, E., Nair, S., Fields, P.I., y Weill, F.X. (2014). Supplement 2008–2010 (no. 48) to the White-Kauffmann-Le Minor scheme. *Research in Microbiology*, 165 (7), pp: 526-530.
- Johnson, R., Mylona, E. y Frankel, G. (2018). Typhoidal *Salmonella*: Distinctive virulence factors and pathogenesis. *Cellular Microbiology*, 20 (9): e12939.
- Jones, D.R., Gast, R.K., Anderson, K.E., Guraya, R. y Holt, P.S. (2022). Persistence of *Salmonella* Enteritidis and Typhimurium in laying hens and shell eggs. *Poultry Science*, 101 (4): 101843, pp: 1759-1762.
- Jung, H.-R. y Lee, Y.J. (2024). Prevalence and characterization of non-typhoidal *Salmonella* in egg from grading and packing plants in Korea. *Food Microbiology*, 120: 104464.
- Kang, H., Loui, C., Clavijo, R.I., Riley, L.W. y Lu, S. (2006). Survival characteristics of *Salmonella enterica* serovar Enteritidis in chicken egg albumen. *Epidemiology and Infection*, 134 (5), pp: 967-976.
- Kang, M.S., Park, J.H. y Kim, H.J. (2021). Predictive modeling for the growth of *Salmonella* spp. in liquid egg white and application of scenario-based risk estimation. *Microorganisms*, 9: 486, pp: 1-12.
- Keerthirathne, T., Ross, K., Fallowfield, H. y Whiley, H. (2016). A review of temperature, pH, and other factors that influence the survival of *Salmonella* in mayonnaise and other raw egg products. *Pathogens*, 5: 63, pp: 1-11.
- Keerthirathne, T.P., Ross, K., Fallowfield, H. y Whiley, H. (2019). The combined effect of pH and temperature on the survival of *Salmonella enterica* serovar Typhimurium and implications for the preparation of raw egg mayonnaise. *Pathogens*, 8 (4): 218, pp: 1-10.

- Kim, Y.-J., Moon, H.-J., Lee, S.-K., Song, B.-R., Lim, J.-S., Heo, E.-J., Park, H.-J., Wee, S.-H. y Moon, J.-S. (2018). Development and validation of predictive model for *Salmonella* growth in unpasteurized liquid eggs. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 38, pp: 442-450.
- Kovac, J., Miller, R.A., Carroll, L.M., Melendez, D. y Wiedmann, M. (2021). Understanding and controlling *Salmonella* Enteritidis contamination in egg production systems. *Frontiers in Microbiology*, 12: 679612, pp: 1157-1163.
- Kurtz, J.R., Goggins, J.A. y McLachlan, J.B. (2017). *Salmonella* infection: Interplay between the bacteria and host immune system. *Immunology Letters*, 190, pp: 42-50.
- Kusmider, E.A., Sebranek, J.G., Lonergan, S.M. y Honeyman, M.S. (2002). Effects of carbon monoxide packaging on color and lipid stability of irradiated ground beef. *Journal of Food Science*, 67 (9), pp: 3463-3468.
- Lamichhane, B., Mawad, A.M.M., Saleh, M., Kelley, W.G., Harrington, P.J. 2nd, Lovestad C.W., Amezcua, J., Sarhan, M.M., El Zowalaty, M.E., Ramadan, H., Morgan, M. y Helmy, Y.A. (2024). Salmonellosis: An overview of epidemiology, pathogenesis, and innovative approaches to mitigate the antimicrobial resistant infections. *Antibiotics*, 13 (1): 76, pp: 1-51.
- Laptev, G.Y., Yildirim, E.A., Ilin, L.A., Filippova, V.A., Kochish, I.I., Gorfunkel, E.P., Dubrovin, A.V., Brazhnik, E.A., Narushin, V.G., Novikova, N.I., Novikova, O.B., Donyashev, T.P., Smolensky, V.I., Surai, P.F., Griffin, D.K. y Romanov, M.N. (2021). Effects of essential oils-based supplement and *Salmonella* infection on gene expression, blood parameters, cecal microbiome, and egg production in laying hens. *Animals*, 11 (2): 360, pp: 1-34.
- Latimer, H.K., Marks, H.M., Coleman, M.E., Schlosser, W.D., Golden, N.J. y Ebel, E.D. (2008). Evaluating the effectiveness of pasteurization for reducing human illnesses from *Salmonella* spp. in egg products: results of a quantitative risk assessment. *Foodborne Pathogens and Disease*, 5, pp: 59-68.
- Lee, H., Park, J.H., Park, Y.K. y Kim, H.J. (2021). Mathematical Modeling for the Growth of *Salmonella* spp. and *Staphylococcus aureus* in Cake at Fluctuating Temperatures. *Applied Sciences*, 11 (6): 2475, pp: 1-9.
- Legros, J., Jan, S., Bonnassie, S., Gautier, M., Croguennec, T., Pezennec, S., Cochet, M.-F., Nau, F., Andrews, S.C. y Baron, F. (2021). The role of ovotransferrin in egg-white antimicrobial activity: A review. *Foods*, 10: 823, pp: 1-21.
- Li, L., Chousalkar, K.K., Jenkins, C., Jennison, A. y McWhorter, A.R. (2025). The culturability of acid-tolerant *Salmonella* in mayonnaise, a raw egg-based sauce. *International Journal of Food Microbiology*, 429: 11100, pp: 1-12.
- Li, L., Cepeda, J., Subbiah, J., Froning, G., Juneja, V.K. y Thippareddi, H. (2017). Dynamic predictive model for growth of *Salmonella* spp. in scrambled egg mix. *Food Microbiology*, 64, pp: 39-46.
- Li, P., Sun, Z., Ma, M., Jin, Y. y Sheng, L. (2018). Effect of microwave-assisted phosphorylation modification on the structural and foaming properties of egg white powder. *LWT*, 97, pp: 151-156.
- Li, W., Li, H., Zheng, S., Wang, Z., Sheng, H., Shi, C., Shi, X., Niu, Q. y Yang, B. (2020a). Prevalence, serotype, antibiotic susceptibility, and genotype of *Salmonella* in eggs from poultry farms and marketplaces in Yangling, Shaanxi province, China. *Frontiers in Microbiology*, 11: 1482, pp: 1-11.
- Li, Y., Yang, X., Zhang, H., Jia, H., Liu, X., Yu, B., Zeng, Y., Zhang, Y., Pei, X. y Yang, D. (2020b). Prevalence and antimicrobial susceptibility of *Salmonella* in the commercial eggs in China. *International Journal of Food Microbiology*, 325: 108623.
- Little, C.L., Walsh, S., Hucklesby, L., Surman-Lee, S., Pathak, K., Gatty, Y., Greenwood, M., De Pinna, E., Threlfall, E.J., Maund, A. y Chan, C.-H. (2007). Survey of *Salmonella* contamination of non-United Kingdom-produced raw shell eggs on retail sale in the northwest of England and London, 2005 to 2006. *Journal of Food Protection*, 70 (10), pp: 2259-2265.
- Liu, Y.F., Oey, I., Bremer, P., Silcock, P., Carne, A. y McConnell, M. (2019). Pulsed electric fields treatment at different pH enhances the antioxidant and anti-inflammatory activity of ovomucin-depleted egg white. *Food Chemistry*, 276, pp: 164-173.
- Lock, J.L. y Board, R.G. (1995). The fate of *Salmonella enteritidis* PT4 in home-made mayonnaise prepared from artificially inoculated eggs. *Food Microbiology*, 12, pp: 181-186.

- Lopes, S.M., da Silva, D.C. y Tondo, E.C. (2020). Effect of curing and heat treatments on the *Salmonella* survival and physicochemical properties of chicken egg yolk. *Food Research International*, 137: 109680, pp: 1-7.
- Machado, S., Carmo, D. y César, E. (2020). Effect of curing and heat treatments on the *Salmonella* survival and physicochemical properties of chicken egg yolk. *Food Research International*, 137: 109680, pp: 1-7.
- Mahmud, T., Hassan, M.M., Alam, M., Khan, M.M., Bari, M.S. e Islam A. (2016). Prevalence and multidrug-resistant pattern of *Salmonella* from the eggs and egg-storing trays of retail markets of Bangladesh. *International Journal of One Health*, 2, pp: 7-11.
- MAPA (2023). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Informe del Consumo Alimentario en España. Informe anual del Programa Nacional de Control de *Salmonella* en Gallinas Ponedoras.
- McWhorter, A.R., Sexton, M. y Chousalkar, K.K. (2020). The effects of varied food acid ratios and egg components on *Salmonella* Typhimurium culturability from raw egg-based sauces. *Food Microbiology*, 92: 103555.
- Meng, C., Wang, F., Xu, C., Liu, B., Kang, X., Zhang, Y., Jiao, X. y Pan, Z. (2025). Prevalence and transmission of *Salmonella* collected from farming to egg processing of layer production chain in Jiangsu Province, China. *Poultry Science*, 104 (2), pp: 1-9.
- Michaelsen, A.R., Sebranek, J.G. y Dickson, J.S. (2006). Effects of microbial inhibitors and modified atmosphere packaging on growth of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella enterica* Typhimurium and on quality attributes of injected pork chops and sliced cured ham. *Journal of Food Protection*, 69 (11), pp: 2671-2680.
- Moore, M.M., Nucci, M.J., Madson, S.M., Wagley, G.S., Keys, C.E., Brown, E.W., McQuiston, J.R. y Fields, P.I. (2019). Evaluation of a bead-based *Salmonella* molecular serotyping method for *Salmonella* isolated from food and environmental samples. *Journal of Food Protection*, 82 (11), pp: 1973-1987.
- Moosavy, M., Basti, A.A., Misaghi, A., Salehi, T.Z., Abbasifar, R., Mousavi, H.A.E., Alipour, M., Razavi, N.E., Gandomi, H. y Noori, N. (2008). Effect of Zataria multiflora Boiss. essential oil and nisin on *Salmonella* Typhimurium and *Staphylococcus aureus* in a food model system and on the bacterial cell membranes. *Food Research International*, 41 (10), pp: 1050-1057.
- Muñoz, A., Dominguez-Gasca, N., Jimenez-Lopez, C. y Rodriguez-Navarro, A.B. (2015). Importance of eggshell cuticle composition and maturity for avoiding trans-shell *Salmonella* contamination in chicken eggs. *Food Control*, 55, pp: 31-38.
- Musgrove, M.T., McQuestin, O.J., Tamplin, M. y Kelley, L.C. (2009). Growth and Survival of Antibiotic-Resistant *Salmonella* Typhimurium DT104 in Liquid Egg Products. *Journal of Food Protection*, 72 (9), pp: 1992-1996.
- Naderi, N., House, J.D., Pouliot, Y. y Doyen, A. (2017). Effects of high hydrostatic pressure processing on hen egg compounds and egg products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16 (4), pp: 707-720.
- Nair, D.V., Kiess, A., Nannapaneni, R., Schilling, W. y Sharma, C.S. (2015). The combined efficacy of carvacrol and modified atmosphere packaging on the survival of *Salmonella*, *Campylobacter jejuni* and lactic acid bacteria on turkey breast cutlets. *Food Microbiology*, 49, pp: 134-141.
- Napoleoni, M., Ceschia, S., Mitri, E., Beneitez, E.E., Silenzi, V., Staffolani, M., Rocchegiani, E., Blasi, G. y Gurian E. (2024). Identification of *Salmonella* serogroups and distinction between typhoidal and non-typhoidal *Salmonella* based on ATR-FTIR spectroscopy. *Microorganisms*, 12 (11): 2318, pp: 1-17.
- Newell, D.G., Koopmans, M., Verhoef, L., Duizer, E., Aidara-Kane, A., Sprong, H., Opsteegh, M., Langelaa, M., Threlfall, J., Scheutz, F., van der Giessen, J. y Kruse, H. (2010). Food-borne diseases-the challenges of 20 years ago still persist while new ones continue to emerge. *International Journal of Food Microbiology*, 139 (Supplement): S3-S15.
- Nielsen, L. y Knöchel, S. (2020). Inactivation of *Salmonella* strains in acidified broth and raw egg yolk as a function of pH and acid type. *Food Microbiology*, 92: 103574.
- Nychas, G.J. y Tassou, C.C. (1996). Growth/survival of *Salmonella* Enteritidis on fresh poultry and fish stored under vacuum or modified atmosphere. *Letters in Applied Microbiology*, 23 (2), pp: 115-119.

- Ohtsuka, K., Yanagawa, K., Takatori, K. y Hara-Kudo, Y. (2005). Detection of *Salmonella enterica* in naturally contaminated liquid eggs by loop-mediated isothermal amplification, and characterization of *Salmonella* isolates. *Applied and Environmental Microbiology*, 71 (11), pp: 6730-6735.
- OMS (2015). Organización Mundial de la Salud. Estimaciones de la carga mundial de las enfermedades transmitidas por los alimentos: sinopsis (Informe FERG 2007–2015). Disponible en: <https://www.who.int/es/publications/i/item/WHO-FOS-15.02> [acceso: 1-09-25].
- Osaili, T.M., Hasan, F., Dhanasekaran, D.K., Obaid, R.S., Al-Nabulsi, A.A., Ayyash, M., Karam, L., Savvaidis, I.N. y Holley, R. (2021). Effect of active essential oils added to chicken tawook on the behaviour of *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp. and *Escherichia coli* O157: H7 during storage. *International Journal of Food Microbiology*, 337, 108947.
- Palumbo, M.S., Beers, S.M., Bhaduri, S. y Palumbo, S.A. (1995). Thermal resistance of *Salmonella* spp. and *Listeria monocytogenes* in liquid egg yolk and egg yolk products. *Journal of Food Protection*, 58, pp: 960-966.
- Park, S.H., Kim, H.J., Cho, W.H., Kim, J.H., Oh, M.H. y Kim, S.H., Lee, B.K., Ricke, S.C. y Kim, H.Y. (2009). Identification of *Salmonella enterica* subspecies I, *Salmonella enterica* serovars Typhimurium, Enteritidis and Typhi using multiplex PCR. *FEMS Microbiology Letters*, 301, pp: 137-146.
- Park, J.H., Kang, M.S., Park, K.M., Lee, H.Y., Ok, G.S., Koo, M.S., Hong, S.I. y Kim, H.J. (2020). A dynamic predictive model for the growth of *Salmonella* spp. and *Staphylococcus aureus* in fresh egg yolk and scenario-based risk estimation. *Food Control*, 118: 107421.
- Pelyuntha, W. y Vongkamjan, K. (2023). Control of *Salmonella* in chicken meat by a phage cocktail in combination with propionic acid and modified atmosphere packaging. *Foods*, 12 (22): 4181, pp: 1-14.
- Perales, I. y Audicana, A. (1989). The role of hens' eggs in outbreaks of salmonellosis in north Spain. *International Journal of Food Microbiology*, 8, pp: 175-180.
- PhageEU (2025). European Parliament recognizes the role of bacteriophages in fight against AMR. Disponible en: <https://phageurope.eu/2023/06/02/european-parliament-recognizes-the-role-of-bacteriophages-in-fight-against-amr/> [acceso: 1-09-25].
- Pin, C., Avendaño-Pérez, G., Cosciani-Cunico, E., Gómez, N., Gounadakic, A., Nychas, G.J., Skandamis, P. y Barker, G. (2011). Modelling *Salmonella* concentration throughout the pork supply chain by considering growth and survival in fluctuating conditions of temperature, pH and  $a_w$ . *International Journal of Food Microbiology*, 145, pp: S96-S102.
- Pittia, P. y Antonello, P. (2015). Safety by control of water activity: drying, smoking, and salt or sugar addition. En libro: *Regulating safety of traditional and ethnic foods*. Elsevier Inc, pp: 7-28.
- Porrero, M.C., García, M., Cubillo, I., Rivero, E., Herrera, L., Marino, E., Sánchez, E., Iñigo, S., García, M., Vilas, F., Domínguez, L. y Moreno, M.A. (2006). Salmonelosis y huevos. *Profesión Veterinaria*, 1, pp: 28-32.
- Presser, K., Ratkowsky, D. y Ross, T. (1997). Modelling the growth rate of *Escherichia coli* as a function of pH and lactic acid concentration. *Applied Environmental Microbiology*, 63, pp: 2355-2360.
- Pryles, J. (2020). How to make soft cured egg yolk. Disponible en: <https://jesspryles.com/recipe/soft-cured-egg-yolk/> [acceso: 1-09-25].
- RASFF (2025). Rapid Alert System for Food and Feed. Disponible en: [https://webgate.ec.europa.eu/rasff-window/portal/?event=SearchByKeyword&orderby=product\\_category&orderDir=desc/](https://webgate.ec.europa.eu/rasff-window/portal/?event=SearchByKeyword&orderby=product_category&orderDir=desc/) [acceso: 1-09-25].
- Ross (1996). Indices for performance evaluation of predictive models in food microbiology. *The Journal for the Applied Bacteriology*, 81 (5), pp: 501-508.
- Sakha, M.Z. y Fujikawa, H. (2013). Prediction of *Salmonella* Enteritidis growth in pasteurized and unpasteurized liquid egg products with a growth model. *Biocontrol Science*, 18 (2), pp: 89-93.
- Sant'Ana, A.S., Landgraf, M., Destro, M.T. y Franco, B.D. (2013). Growth potential of *Salmonella* and *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat lettuce and collard greens packaged under modified atmosphere and in perforated film. *Journal of Food Protection*, 76 (5), pp: 888-891.

- Sasaki, Y., Tsujiyama, Y., Asai, T., Noda, Y., Katayama, S. y Yamada, Y. (2011). *Salmonella* prevalence in commercial raw shell eggs in Japan: a survey. *Epidemiology and Infection*, 139 (7), pp: 1060-1064.
- Shivaprasad, H.L. (2000). Fowl typhoid and pullorum disease. *Revue Scientifique et Technique*, 19 (2), pp: 405-424.
- Singh, S., Yadav, A.S., Singh, S.M. y Bharti, P. (2010). Prevalence of *Salmonella* in chicken eggs collected from poultry farms and marketing channels and their antimicrobial resistance. *Food Research International*, 43 (8), pp: 2027-2030.
- Singh, A., Korasapati, N.R., Juneja, V.K., Subbiah, J., Froning, G., y Thippareddi, H. (2011). Dynamic Predictive Model for the Growth of *Salmonella* spp. in Liquid Whole Egg. *Journal of Food Science*, 76 (3), pp: M225-M232.
- Sivanandy, P., Yuk, L.S., Yi, C.S., Kaur, I., Ern, F.H.S. y Manirajan, P. (2025). A systematic review of recent outbreaks and the efficacy and safety of drugs approved for the treatment of *Salmonella* infections. *IJID Regions*, 14: 100516, pp: 1-7.
- Sodagari, H.R., Mohammed, A.B., Wang, P., O'Dea, M., Abraham, S., Robertson, I. y Habib, I. (2019). Non-typhoidal *Salmonella* contamination in egg shells and contents from retail in Western Australia: Serovar diversity, multilocus sequence types, and phenotypic and genomic characterizations of antimicrobial resistance. *International Journal of Food Microbiology*, 308: 108305.
- Solís, D., Cordero, N., Quezada-Reyes, M., Escobar-Astete, C., Toro, M., Navarrete, P. y Reyes-Jara, A. (2023). Prevalence of *Salmonella* in eggs from conventional and cage-free egg production systems and the role of consumers in reducing household contamination. *Foods*, 12 (23): 4300, pp: 1-13.
- Sukumaran, A.T., Nannapaneni, R., Kiess, A. y Sharma, C.S. (2016). Reduction of *Salmonella* on chicken breast fillets stored under aerobic or modified atmosphere packaging by the application of lytic bacteriophage preparation SalmoFreshTM. *Poultry Science*, 95 (3), pp: 668-675.
- Sun, X., Xue, F., Cong, C., Murtaza, B., Wang, L., Li, X., Li, S. y Xu, Y. (2024). Characterization of two virulent *Salmonella* phages and transient application in egg, meat and lettuce safety. *Food Research International*, 190: 114607.
- Syamili, S., Ramesh, K.S. y Revathi, S. (2023). *Salmonella* Infection in poultry: A review on the pathogen and control strategies. *Microorganisms*, 11: 2814, pp: 1-27.
- Tirloni, E., Rossi, M., Bernardi, C. y Stella, S. (2024). Microbiological and physicochemical profile of Italian steak tartare and predicting growth potential of *Listeria monocytogenes*. *Heliyon*, 10 (4): e25642, pp: 1-9.
- UE (2023). Reglamento Delegado (UE) 2023/2465 de la Comisión, de 17 de agosto de 2023, por el que se completa el Reglamento (UE) N° 1308/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que se refiere a las normas de comercialización de los huevos y por el que se deroga el Reglamento (CE) N° 589/2008 de la Comisión. DO L 2465 de 8 de noviembre de 2023, pp: 1-17.
- UE (2004). Reglamento (CE) N° 852/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004, relativo a la higiene de los productos alimenticios. DO L 139 de 30 de abril de 2004, pp: 1-54.
- USDA/FSIS (2013). U.S. Department of Agriculture-Food Safety and Inspection Service. The Nationwide Microbiological Baseline Data Collection Program: Raw Liquid Eggs BASELINE Survey (RLEBS). Disponible en: [https://www.fsis.usda.gov/sites/default/files/media\\_file/2020-07/Baseline-Raw-Liquid-Eggs\\_0.pdf](https://www.fsis.usda.gov/sites/default/files/media_file/2020-07/Baseline-Raw-Liquid-Eggs_0.pdf) [acceso: 1-09-25].
- Valero, A., Cejudo, M. y García-Gimeno, R.M. (2014). Inactivation kinetics for *Salmonella* Enteritidis in potato omelet using microwave heating treatments. *Food Control*, 43, pp: 175-182.
- Watler, S., Toka, F.N., Lardé, H., Johnson, A. y Butaye, P. (2024). Epidemiology of *Salmonella enterica* subspecies enterica serotypes, isolated from imported, farmed and feral poultry in the Cayman Islands. *Frontiers in Veterinary Science*, 11: 1331916, pp: 1-14.
- Wilson, M.W. (2007). Survey of retail eggs for *Salmonella*. Disponible en: [https://ndhadeliver.natlib.govt.nz/delivery/DeliveryManagerServlet?dps\\_pid=IE765232](https://ndhadeliver.natlib.govt.nz/delivery/DeliveryManagerServlet?dps_pid=IE765232) [acceso: 1-09-25].
- Xu, H., Zhang, W., Zhang, K., Zhang, Y., Wang, Z., Wei, Z. y Li, Q. (2021). Characterization of *Salmonella* serotypes prevalent in asymptomatic people and patients. *BMC Infectious Diseases*, 21: 632, pp: 1-9.

- Yang, Y., Geveke, D.J., Brunkhorst, C.D., Sites, J.E., Geveke, N.J. y Tilman, E.D. (2019). Optimization of the radio frequency power, time and cooling water temperature for pasteurization of *Salmonella* Typhimurium in shell eggs. *Journal of Food Engineering*, 247, pp: 130-135.
- Yüceer, M. y Caner, C. (2020). The effects of ozone, ultrasound and coating with shellac and lysozyme–chitosan on fresh egg during storage at ambient temperature - Part II: Microbial quality, eggshell breaking strength and FT-NIR spectral analysis. *International Journal of Food Science & Technology*, 55 (4), pp: 1629-1636.
- Zhou, S., Sheen, S., Pang, Y.H., Liu, L. y Yam, K.L. (2013). Antimicrobial effects of vapor phase thymol, modified atmosphere, and their combination against *Salmonella* spp. on raw shrimp. *Journal of Food Science*, 78 (5), pp: M725-M730.
- Zhou, S., Sheen, S., Pang, Y.H., Liu, L. y Yam, K.L. (2015). Modeling the impact of vapor thymol concentration, temperature, and modified atmosphere condition on growth behavior of *Salmonella* on raw shrimp. *Journal of Food Protection*, 78 (2), pp: 293-301.

## Anexo I

**Datos de crecimiento de *Salmonella* utilizados en el modelo de microbiología predictiva para la validación de las condiciones de almacenamiento de huevos y ovoproductos**

| ID | Matriz        | Pasteurizado | Temperatura (°C) | pH  | Actividad de agua (a <sub>w</sub> ) | Serotipos                                                            | Tasa máxima de crecimiento (log UFC/g/h) | Humedad (%) | Azúcares (%) | NaCl (%) |
|----|---------------|--------------|------------------|-----|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------|--------------|----------|
| 1  | Yema de huevo | No           | 16               | 6,2 | -                                   | S. Enteritidis, Cepa(s): C398 19299-521                              | 0,0875                                   | -           | -            | -        |
| 2  | Yema de huevo | No           | 37               | 6,2 | -                                   | S. Enteritidis, Cepa(s): C398 19299-521                              | -                                        | -           | -            | -        |
| 3  | Yema de huevo | No           | 37               | 6,2 | -                                   | S. Enteritidis, Cepa(s): C398 19299-521                              | 0,627                                    | -           | -            | -        |
| 4  | Natillas      | Sí           | 7,9              | 6,6 | 0,98                                | S. Enteritidis, Cepa(s): P125592SN+ P125678SN+ P167627NS+ P167807SN+ | 0,00194                                  | 76,8        | 9,3          | -        |
| 5  | Natillas      | Sí           | 7,9              | 6,6 | 0,98                                | S. Enteritidis, Cepa(s): P125592SN+ P125678SN+ P167627NS+ P167807SN+ | 0,0055                                   | 76,8        | 9,3          | -        |
| 6  | Natillas      | Sí           | 12               | 6,6 | 0,98                                | S. Enteritidis, Cepa(s): P125592SN+ P125678SN+ P167627NS+ P167807SN+ | 0,0177                                   | 76,8        | 9,3          | -        |
| 7  | Natillas      | Sí           | 12               | 6,6 | 0,98                                | S. Enteritidis, Cepa(s): P125592SN+ P125678SN+ P167627NS+ P167807SN+ | 0,00511                                  | 76,8        | 9,3          | -        |
| 8  | Natillas      | Sí           | 19               | 6,6 | 0,98                                | S. Enteritidis, Cepa(s): P125592SN+ P125678SN+ P167627NS+ P167807SN+ | 0,124                                    | 76,8        | 9,3          | -        |
| 9  | Natillas      | Sí           | 19               | 6,6 | 0,98                                | S. Enteritidis, Cepa(s): P125592SN+ P125678SN+ P167627NS+ P167807SN+ | 0,11                                     | 76,8        | 9,3          | -        |
| 10 | Natillas      | Sí           | 25               | 6,6 | 0,98                                | S. Enteritidis, Cepa(s): P125592SN+ P125678SN+ P167627NS+ P167807SN+ | -                                        | 76,8        | 9,3          | -        |
| 11 | Natillas      | Sí           | 25               | 6,6 | 0,98                                | S. Enteritidis, Cepa(s): P125592SN+ P125678SN+ P167627NS+ P167807SN+ | -                                        | 76,8        | 9,3          | -        |
| 12 | Natillas      | Sí           | 8                | 6,7 | 0,998                               | S. Enteritidis, Cepa(s): P125592 P125678                             | 0,0195                                   | -           | -            | 0,3      |
| 13 | Natillas      | Sí           | 8                | 6,7 | -                                   | S. Enteritidis, Cepa(s): P125592 P125678                             | 0,00838                                  | -           | -            | -        |
| 14 | Natillas      | Sí           | 8                | 6,7 | -                                   | S. Enteritidis, Cepa(s): P125592 P125678                             | 0,011                                    | -           | -            | -        |
| 15 | Natillas      | Sí           | 8                | 6,7 | 0,998                               | S. Enteritidis, Cepa(s): P125592 P125678                             | 0,0207                                   | -           | -            | 0,3      |
| 18 | Quiche        | Sí           | 8                | 6   | 0,994                               | S. Enteritidis, Cepa(s): P125592 P125678                             | 0,00835                                  | -           | -            | 1,1      |
| 19 | Quiche        | Sí           | 8                | 6   | 0,994                               | S. Enteritidis, Cepa(s): P125592 P125678                             | 0,00617                                  | -           | -            | 1,1      |
| 20 | Natillas      | Sí           | 12               | 6,7 | -                                   | S. Enteritidis, Cepa(s): P125592 P125678                             | 0,0452                                   | -           | -            | -        |

| ID | Matriz        | Pasteurizado | Temperatura (°C) | pH  | Actividad de agua (a <sub>w</sub> ) | Serotipos                                | Tasa máxima de crecimiento (log UFC/g/h) | Humedad (%) | Azúcares (%) | NaCl (%) |
|----|---------------|--------------|------------------|-----|-------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|-------------|--------------|----------|
| 21 | Natillas      | Sí           | 12               | 6,7 | -                                   | S. Enteritidis, Cepa(s): P125592 P125678 | 0,0461                                   | -           | -            | -        |
| 22 | Natillas      | Sí           | 12               | 6,7 | 0,998                               | S. Enteritidis, Cepa(s): P125592 P125678 | 0,0349                                   | -           | -            | 0,3      |
| 23 | Natillas      | Sí           | 12               | 6,7 | 0,998                               | S. Enteritidis, Cepa(s): P125592 P125678 | 0,035                                    | -           | -            | 0,3      |
| 26 | Quiche        | Sí           | 12               | 6   | 0,994                               | S. Enteritidis, Cepa(s): P125592 P125678 | 0,0244                                   | -           | -            | 1,1      |
| 27 | Quiche        | Sí           | 12               | 6   | 0,994                               | S. Enteritidis, Cepa(s): P125592 P125678 | 0,0237                                   | -           | -            | 1,1      |
| 28 | Natillas      | Sí           | 25               | 6,9 | -                                   | S. Enteritidis, Cepa(s): P125592 P125678 | 0,271                                    | -           | -            | -        |
| 29 | Natillas      | Sí           | 18               | 6,7 | -                                   | S. Enteritidis, Cepa(s): P125592 P125678 | 0,0947                                   | -           | -            | -        |
| 30 | Natillas      | Sí           | 18               | 6,7 | -                                   | S. Enteritidis, Cepa(s): P125592 P125678 | 0,0974                                   | -           | -            | -        |
| 31 | Natillas      | Sí           | 18               | 6,7 | 0,998                               | S. Enteritidis, Cepa(s): P125592 P125678 | 0,0921                                   | -           | -            | 0,3      |
| 32 | Natillas      | Sí           | 18               | 6,7 | 0,998                               | S. Enteritidis, Cepa(s): P125592 P125678 | 0,0897                                   | -           | -            | 0,3      |
| 33 | Quiche        | Sí           | 18               | 6   | -                                   | S. Enteritidis, Cepa(s): P125592 P125678 | 0,0864                                   | -           | -            | -        |
| 34 | Quiche        | Sí           | 18               | 6   | -                                   | S. Enteritidis, Cepa(s): P125592 P125678 | 0,117                                    | -           | -            | -        |
| 35 | Quiche        | Sí           | 18               | 6   | 0,994                               | S. Enteritidis, Cepa(s): P125592 P125678 | 0,0942                                   | -           | -            | 1,1      |
| 36 | Quiche        | Sí           | 18               | 6   | 0,994                               | S. Enteritidis, Cepa(s): P125592 P125678 | 0,0699                                   | -           | -            | 1,1      |
| 37 | Natillas      | Sí           | 25               | 6,9 | -                                   | -                                        | -                                        | -           | -            | -        |
| 38 | Natillas      | Sí           | 25               | 6,9 | 0,998                               | S. Enteritidis, Cepa(s): P125592 P125678 | 0,234                                    | -           | -            | 0,3      |
| 39 | Natillas      | Sí           | 25               | 6,9 | 0,998                               | S. Enteritidis, Cepa(s): P125592 P125678 | 0,231                                    | -           | -            | 0,3      |
| 40 | Quiche        | Sí           | 25               | 6   | -                                   | S. Enteritidis, Cepa(s): P125592 P125678 | 0,261                                    | -           | -            | -        |
| 41 | Quiche        | Sí           | 25               | 6   | -                                   | S. Enteritidis, Cepa(s): P125592 P125678 | 0,277                                    | -           | -            | -        |
| 42 | Quiche        | Sí           | 25               | 6   | 0,994                               | S. Enteritidis, Cepa(s): P125592 P125678 | 0,143                                    | -           | -            | 1,1      |
| 43 | Quiche        | Sí           | 25               | 6   | 0,994                               | S. Enteritidis, Cepa(s): P125592 P125678 | 0,156                                    | -           | -            | 1,1      |
| 44 | Yema de huevo | No           | 17,5             | -   | -                                   | S. Enteritidis, Serotipo(s): PT8         | 0,102                                    | -           | -            | -        |
| 45 | Yema de huevo | No           | 10               | -   | -                                   | S. Enteritidis, Serotipo(s): PT8         | 0,0229                                   | -           | -            | -        |

| ID  | Matriz                               | Pasteurizado | Temperatura (°C) | pH  | Actividad de agua (a <sub>w</sub> ) | Serotipos                                                        | Tasa máxima de crecimiento (log UFC/g/h) | Humedad (%) | Azúcares (%) | NaCl (%) |
|-----|--------------------------------------|--------------|------------------|-----|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------|--------------|----------|
| 49  | Yema de huevo                        | No           | 10               | -   | -                                   | S. Enteritidis, Serotipo(s): PT8                                 | 0,0271                                   | -           | -            | -        |
| 54  | Huevo entero (superficie de la yema) | No           | 17,5             | -   | -                                   | S. Enteritidis, Serotipo(s): PT8                                 | 0,0167                                   | -           | -            | -        |
| 56  | Yema de huevo                        | No           | 17,5             | -   | -                                   | S. Enteritidis, Serotipo(s): PT8                                 | 0,0833                                   | -           | -            | -        |
| 58  | Huevo entero (superficie de la yema) | No           | 17,5             | -   | -                                   | S. Enteritidis, Serotipo(s): PT8                                 | 0,0333                                   | -           | -            | -        |
| 59  | Albúmina                             | No           | 17,5             | -   | -                                   | S. Enteritidis, Serotipo(s): PT8                                 | -                                        | -           | -            | -        |
| 60  | Yema de huevo                        | No           | 17,5             | -   | -                                   | S. Enteritidis, Serotipo(s): PT8                                 | 0,0521                                   | -           | -            | -        |
| 62  | Huevo entero (superficie de la yema) | No           | 25               | -   | -                                   | S. Enteritidis, Serotipo(s): PT8                                 | 0,0354                                   | -           | -            | -        |
| 64  | Yema de huevo                        | No           | 25               | -   | -                                   | S. Enteritidis, Serotipo(s): PT8                                 | 0,0375                                   | -           | -            | -        |
| 66  | Huevo entero (superficie de la yema) | No           | 25               | -   | -                                   | S. Enteritidis, Serotipo(s): PT8                                 | 0,0479                                   | -           | -            | -        |
| 67  | Albúmina                             | No           | 25               | -   | -                                   | S. Enteritidis, Serotipo(s): PT8                                 | -                                        | -           | -            | -        |
| 111 | Huevo entero líquido                 | Sí           | 10               | 7,8 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,0553                                   | -           | -            | -        |
| 112 | Huevo entero líquido                 | Sí           | 10               | 7,8 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,0254                                   | -           | -            | -        |
| 114 | Yema azucarada                       | Sí           | 10               | 6,5 | 0,98                                | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,019                                    | -           | 10           | -        |
| 115 | Yema azucarada                       | Sí           | 10               | 6,5 | 0,98                                | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,0256                                   | -           | 10           | -        |
| 116 | Huevo entero líquido                 | Sí           | 10               | 7,8 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,0262                                   | -           | -            | -        |

| ID  | Matriz               | Pasteurizado | Temperatura (°C) | pH  | Actividad de agua (a <sub>w</sub> ) | Serotipos                                                        | Tasa máxima de crecimiento (log UFC/g/h) | Humedad (%) | Azúcares (%) | NaCl (%) |
|-----|----------------------|--------------|------------------|-----|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------|--------------|----------|
| 120 | Albúmina             | Sí           | 20               | 8,9 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | -                                        | -           | -            | -        |
| 121 | Albúmina             | Sí           | 20               | 8,9 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | -                                        | -           | -            | -        |
| 122 | Albúmina             | Sí           | 20               | 8,9 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,0184                                   | -           | -            | -        |
| 123 | Albúmina             | Sí           | 20               | 8,9 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,0173                                   | -           | -            | -        |
| 124 | Yema azucarada       | Sí           | 20               | 6,5 | 0,98                                | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,0625                                   | -           | 10           | -        |
| 125 | Yema azucarada       | Sí           | 20               | 6,5 | 0,98                                | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,0658                                   | -           | 10           | -        |
| 126 | Yema azucarada       | Sí           | 20               | 6,5 | 0,98                                | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,0479                                   | -           | 10           | -        |
| 127 | Yema azucarada       | Sí           | 20               | 6,5 | 0,98                                | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,0484                                   | -           | 10           | -        |
| 128 | Huevo entero líquido | Sí           | 20               | 7,8 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,0848                                   | -           | -            | -        |
| 133 | Huevo entero líquido | Sí           | 20               | 7,8 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,0918                                   | -           | -            | -        |
| 134 | Huevo entero líquido | Sí           | 20               | 7,8 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,0882                                   | -           | -            | -        |
| 135 | Huevo entero líquido | Sí           | 20               | 7,8 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,071                                    | -           | -            | -        |
| 136 | Huevo entero líquido | Sí           | 30               | 7,8 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,098                                    | -           | -            | -        |
| 137 | Huevo entero líquido | Sí           | 30               | 7,8 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,088                                    | -           | -            | -        |

| ID  | Matriz               | Pasteurizado | Temperatura (°C) | pH  | Actividad de agua (a <sub>w</sub> ) | Serotipos                                                        | Tasa máxima de crecimiento (log UFC/g/h) | Humedad (%) | Azúcares (%) | NaCl (%) |
|-----|----------------------|--------------|------------------|-----|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------|--------------|----------|
| 138 | Huevo entero líquido | Sí           | 30               | 7,8 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,0622                                   | -           | -            | -        |
| 139 | Huevo entero líquido | Sí           | 30               | 7,8 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,181                                    | -           | -            | -        |
| 140 | Albúmina             | Sí           | 30               | 8,9 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,0144                                   | -           | -            | -        |
| 141 | Albúmina             | Sí           | 30               | 8,9 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,102                                    | -           | -            | -        |
| 142 | Albúmina             | Sí           | 30               | 8,9 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,0246                                   | -           | -            | -        |
| 143 | Albúmina             | Sí           | 30               | 8,9 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,0214                                   | -           | -            | -        |
| 144 | Yema azucarada       | Sí           | 30               | 6,5 | 0,98                                | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,0682                                   | -           | 10           | -        |
| 145 | Yema azucarada       | Sí           | 30               | 6,5 | 0,98                                | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,111                                    | -           | 10           | -        |
| 153 | Albúmina             | Sí           | 30               | 8,9 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,112                                    | -           | -            | -        |
| 154 | Yema azucarada       | Sí           | 30               | 6,5 | 0,98                                | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,143                                    | -           | 10           | -        |
| 155 | Huevo entero líquido | Sí           | 37               | 7,8 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,169                                    | -           | -            | -        |
| 156 | Huevo entero líquido | Sí           | 37               | 7,8 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,25                                     | -           | -            | -        |
| 157 | Huevo entero líquido | Sí           | 37               | 7,8 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,239                                    | -           | -            | -        |
| 158 | Huevo entero líquido | Sí           | 37               | 7,8 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,467                                    | -           | -            | -        |

| ID  | Matriz         | Pasteurizado | Temperatura (°C) | pH  | Actividad de agua (a <sub>w</sub> ) | Serotipos                                                        | Tasa máxima de crecimiento (log UFC/g/h) | Humedad (%) | Azúcares (%) | NaCl (%) |
|-----|----------------|--------------|------------------|-----|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------|--------------|----------|
| 159 | Albúmina       | Sí           | 37               | 8,9 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,0595                                   | -           | -            | -        |
| 160 | Albúmina       | Sí           | 37               | 8,9 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,0471                                   | -           | -            | -        |
| 161 | Albúmina       | Sí           | 37               | 8,9 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | -                                        | -           | -            | -        |
| 162 | Albúmina       | Sí           | 37               | 8,9 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,2                                      | -           | -            | -        |
| 163 | Yema azucarada | Sí           | 37               | 6,5 | 0,98                                | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,387                                    | -           | 10           | -        |
| 164 | Yema azucarada | Sí           | 37               | 6,5 | 0,98                                | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,234                                    | -           | 10           | -        |
| 165 | Yema azucarada | Sí           | 37               | 6,5 | 0,98                                | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,539                                    | -           | 10           | -        |
| 166 | Yema azucarada | Sí           | 37               | 6,5 | 0,98                                | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,473                                    | -           | 10           | -        |
| 169 | Yema azucarada | Sí           | 37               | 6,5 | 0,88                                | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,539                                    | -           | 10           | -        |
| 170 | Yema azucarada | Sí           | 37               | 6,5 | 0,88                                | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,473                                    | -           | 10           | -        |
| 177 | Yema de huevo  | No           | 37               | 7,9 | -                                   | S. Enteritidis, Cepa(s): E40                                     | 0,47                                     | -           | -            | -        |
| 178 | Yema de huevo  | No           | 37               | 9   | -                                   | S. Enteritidis, Cepa(s): E40                                     | -                                        | -           | -            | -        |
| 179 | Yema de huevo  | No           | 37               | 6,6 | -                                   | S. Enteritidis, Cepa(s): E40                                     | 0,478                                    | -           | -            | -        |
| 180 | Yema de huevo  | No           | 37               | 8,7 | -                                   | S. Enteritidis, Cepa(s): E40                                     | -                                        | -           | -            | -        |
| 181 | Yema de huevo  | No           | 10               | 6,4 | -                                   | S. Enteritidis, Cepa(s): E40                                     | 0,0313                                   | -           | -            | -        |
| 182 | Yema de huevo  | No           | 10               | 6,4 | -                                   | S. Enteritidis, Cepa(s): E40                                     | 0,0287                                   | -           | -            | -        |
| 183 | Albúmina       | No           | 10               | 7,6 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): FRI-S9                                  | 0,0234                                   | -           | -            | -        |

| ID  | Matriz               | Pasteurizado | Temperatura (°C) | pH  | Actividad de agua (a <sub>w</sub> ) | Serotipos                                                                                                         | Tasa máxima de crecimiento (log UFC/g/h) | Humedad (%) | Azúcares (%) | NaCl (%) |
|-----|----------------------|--------------|------------------|-----|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------|--------------|----------|
| 184 | Yema de huevo        | No           | 25               | 6,4 | -                                   | <i>S. Enteritidis</i> , <i>Cepa(s)</i> : E40                                                                      | 0,166                                    | -           | -            | -        |
| 185 | Yema de huevo        | No           | 25               | 6,4 | -                                   | <i>S. Enteritidis</i> , <i>Cepa(s)</i> : E40                                                                      | 0,188                                    | -           | -            | -        |
| 186 | Albúmina             | No           | 25               | 7,6 | -                                   | <i>S. Enteritidis</i> , <i>Cepa(s)</i> : E40                                                                      | 0,152                                    | -           | -            | -        |
| 187 | Albúmina             | No           | 25               | 7,6 | -                                   | <i>S. Enteritidis</i> , <i>Cepa(s)</i> : E40                                                                      | 0,23                                     | -           | -            | -        |
| 188 | Yema de huevo        | No           | 25               | 6,4 | -                                   | <i>S. Typhimurium</i> , <i>Cepa(s)</i> : FRI-S9                                                                   | 0,158                                    | -           | -            | -        |
| 189 | Yema de huevo        | No           | 25               | 6,4 | -                                   | <i>S. Typhimurium</i>                                                                                             | 0,188                                    | -           | -            | -        |
| 190 | Albúmina             | No           | 25               | 7,6 | -                                   | <i>S. Typhimurium</i> , <i>Cepa(s)</i> : FRI-S9                                                                   | 0,136                                    | -           | -            | -        |
| 191 | Albúmina             | No           | 25               | 7,6 | -                                   | <i>S. Typhimurium</i> , <i>Cepa(s)</i> : FRI-S9                                                                   | 0,186                                    | -           | -            | -        |
| 192 | Yema de huevo        | No           | 25               | 6,4 | -                                   | <i>S. Heidelberg</i> , <i>Cepa(s)</i> : FRI-S13                                                                   | 0,146                                    | -           | -            | -        |
| 193 | Yema de huevo        | No           | 25               | 6,4 | -                                   | <i>S. Heidelberg</i> , <i>Cepa(s)</i> : FRI-S13                                                                   | 0,23                                     | -           | -            | -        |
| 194 | Albúmina             | No           | 25               | 7,6 | -                                   | <i>S. Heidelberg</i> , <i>Cepa(s)</i> : FRI-S13                                                                   | 0,146                                    | -           | -            | -        |
| 195 | Albúmina             | No           | 25               | 7,6 | -                                   | <i>S. Heidelberg</i> , <i>Cepa(s)</i> : FRI-S13                                                                   | 0,166                                    | -           | -            | -        |
| 196 | Huevo entero líquido | No           | 10               | -   | -                                   | <i>S. Enteritidis</i> , <i>S. Enteritidis</i> , <i>S. Typhimurium</i> , <i>S. blockley</i> , <i>S. Heidelberg</i> | 0,0184                                   | -           | -            | -        |
| 197 | Huevo entero líquido | No           | 15               | -   | -                                   | <i>S. Enteritidis</i> , <i>S. Enteritidis</i> , <i>S. Typhimurium</i> , <i>S. blockley</i> , <i>S. Heidelberg</i> | 0,0688                                   | -           | -            | -        |
| 198 | Huevo entero líquido | No           | 20               | -   | -                                   | <i>S. Enteritidis</i> , <i>S. Enteritidis</i> , <i>S. Typhimurium</i> , <i>S. blockley</i> , <i>S. Heidelberg</i> | 0,112                                    | -           | -            | -        |
| 199 | Huevo entero líquido | No           | 25               | -   | -                                   | <i>S. Enteritidis</i> , <i>S. Enteritidis</i> , <i>S. Typhimurium</i> , <i>S. blockley</i> , <i>S. Heidelberg</i> | 0,198                                    | -           | -            | -        |
| 200 | Huevo entero líquido | No           | 30               | -   | -                                   | <i>S. Enteritidis</i> , <i>S. Enteritidis</i> , <i>S. Typhimurium</i> , <i>S. blockley</i> , <i>S. Heidelberg</i> | 0,28                                     | -           | -            | -        |
| 201 | Huevo entero líquido | No           | 35               | -   | -                                   | <i>S. Enteritidis</i> , <i>S. Enteritidis</i> , <i>S. Typhimurium</i> , <i>S. blockley</i> , <i>S. Heidelberg</i> | 0,388                                    | -           | -            | -        |
| 202 | Huevo entero líquido | No           | 37               | -   | -                                   | <i>S. Enteritidis</i> , <i>S. Enteritidis</i> , <i>S. Typhimurium</i> , <i>S. blockley</i> , <i>S. Heidelberg</i> | 0,597                                    | -           | -            | -        |

| ID  | Matriz               | Pasteurizado | Temperatura (°C) | pH  | Actividad de agua (a <sub>w</sub> ) | Serotipos                                                                  | Tasa máxima de crecimiento (log UFC/g/h) | Humedad (%) | Azúcares (%) | NaCl (%) |
|-----|----------------------|--------------|------------------|-----|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------|--------------|----------|
| 203 | Huevo entero líquido | No           | 39               | -   | -                                   | S. Enteritidis, S. Enteritidis, S. Typhimurium, S. blockley, S. Heidelberg | 0,521                                    | -           | -            | -        |
| 216 | Albúmina             | Sí           | 10               | 8,9 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10-TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos)           | 0,00258                                  | -           | -            | -        |
| 217 | Albúmina             | Sí           | 10               | 8,9 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10-TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos)           | 0,00533                                  | -           | -            | -        |
| 218 | Albúmina             | Sí           | 10               | 8,9 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10-TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos)           | 0,00237                                  | -           | -            | -        |
| 219 | Huevo entero líquido | Sí           | 10               | 7,8 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10-TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos)           | 0,0263                                   | -           | -            | -        |
| 220 | Huevo entero líquido | Sí           | 10               | 7,8 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10-TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos)           | 0,0277                                   | -           | -            | -        |
| 221 | Yema azucarada       | Sí           | 10               | 6,5 | 0,98                                | S. Typhimurium, Cepa(s): 10-TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos)           | 0,0281                                   | -           | 10           | -        |
| 222 | Yema azucarada       | Sí           | 10               | 6,5 | 0,98                                | S. Typhimurium, Cepa(s): 10-TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos)           | 0,029                                    | -           | 10           | -        |
| 223 | Yema azucarada       | Sí           | 10               | 6,5 | 0,98                                | S. Typhimurium, Cepa(s): 10-TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos)           | 0,0262                                   | -           | 10           | -        |
| 224 | Huevo entero líquido | Sí           | 10               | 7,8 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10-TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos)           | 0,0276                                   | -           | -            | -        |
| 228 | Albúmina             | Sí           | 15               | 8,9 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10-TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos)           | 0,0131                                   | -           | -            | -        |
| 229 | Albúmina             | Sí           | 15               | 8,9 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10-TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos)           | 0,0105                                   | -           | -            | -        |
| 230 | Albúmina             | Sí           | 15               | 8,9 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10-TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos)           | 0,0113                                   | -           | -            | -        |
| 231 | Yema azucarada       | Sí           | 15               | 6,5 | 0,98                                | S. Typhimurium, Cepa(s): 10-TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos)           | 0,0682                                   | -           | 10           | -        |

| ID  | Matriz               | Pasteurizado | Temperatura (°C) | pH  | Actividad de agua (a <sub>w</sub> ) | Serotipos                                                        | Tasa máxima de crecimiento (log UFC/g/h) | Humedad (%) | Azúcares (%) | NaCl (%) |
|-----|----------------------|--------------|------------------|-----|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------|--------------|----------|
| 232 | Yema azucarada       | Sí           | 15               | 6,5 | 0,98                                | S. Typhimurium, Cepa(s): 10-TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,072                                    | -           | 10           | -        |
| 233 | Yema azucarada       | Sí           | 15               | 6,5 | 0,98                                | S. Typhimurium, Cepa(s): 10-TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,0642                                   | -           | 10           | -        |
| 234 | Huevo entero líquido | Sí           | 15               | 7,8 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10-TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,106                                    | -           | -            | -        |
| 236 | Huevo entero líquido | Sí           | 15               | 7,8 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10-TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,103                                    | -           | -            | -        |
| 239 | Huevo entero líquido | Sí           | 15               | 7,8 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10-TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,099                                    | -           | -            | -        |
| 240 | Huevo entero líquido | Sí           | 20               | 7,8 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10-TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,195                                    | -           | -            | -        |
| 241 | Huevo entero líquido | Sí           | 20               | 7,8 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10-TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,175                                    | -           | -            | -        |
| 242 | Huevo entero líquido | Sí           | 20               | 7,8 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10-TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,19                                     | -           | -            | -        |
| 243 | Albúmina             | Sí           | 20               | 8,9 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10-TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,0274                                   | -           | -            | -        |
| 244 | Albúmina             | Sí           | 20               | 8,9 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10-TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,0253                                   | -           | -            | -        |
| 245 | Albúmina             | Sí           | 20               | 8,9 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10-TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,0318                                   | -           | -            | -        |
| 246 | Yema azucarada       | Sí           | 20               | 6,5 | 0,98                                | S. Typhimurium, Cepa(s): 10-TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,165                                    | -           | 10           | -        |
| 247 | Yema azucarada       | Sí           | 20               | 6,5 | 0,98                                | S. Typhimurium, Cepa(s): 10-TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,161                                    | -           | 10           | -        |
| 248 | Yema azucarada       | Sí           | 20               | 6,5 | 0,98                                | S. Typhimurium, Cepa(s): 10-TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,164                                    | -           | 10           | -        |
| 252 | Huevo entero líquido | Sí           | 25               | 7,8 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10-TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,453                                    | -           | -            | -        |

| ID  | Matriz               | Pasteurizado | Temperatura (°C) | pH  | Actividad de agua (a <sub>w</sub> ) | Serotipos                                                        | Tasa máxima de crecimiento (log UFC/g/h) | Humedad (%) | Azúcares (%) | NaCl (%) |
|-----|----------------------|--------------|------------------|-----|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------|--------------|----------|
| 253 | Huevo entero líquido | Sí           | 25               | 7,8 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10-TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,45                                     | -           | -            | -        |
| 254 | Huevo entero líquido | Sí           | 25               | 7,8 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10-TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,446                                    | -           | -            | -        |
| 255 | Albúmina             | Sí           | 25               | 8,9 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10-TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,0295                                   | -           | -            | -        |
| 256 | Albúmina             | Sí           | 25               | 8,9 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10-TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,0521                                   | -           | -            | -        |
| 257 | Albúmina             | Sí           | 25               | 8,9 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10-TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,0474                                   | -           | -            | -        |
| 258 | Yema azucarada       | Sí           | 25               | 6,5 | 0,98                                | S. Typhimurium, Cepa(s): 10-TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,346                                    | -           | 10           | -        |
| 259 | Yema azucarada       | Sí           | 25               | 6,5 | 0,98                                | S. Typhimurium, Cepa(s): 10-TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,336                                    | -           | 10           | -        |
| 260 | Yema azucarada       | Sí           | 25               | 6,5 | 0,98                                | S. Typhimurium, Cepa(s): 10-TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,33                                     | -           | 10           | -        |
| 264 | Huevo entero líquido | Sí           | 30               | 7,8 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10-TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,605                                    | -           | -            | -        |
| 265 | Huevo entero líquido | Sí           | 30               | 7,8 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10-TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,574                                    | -           | -            | -        |
| 266 | Huevo entero líquido | Sí           | 30               | 7,8 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10-TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,579                                    | -           | -            | -        |
| 267 | Albúmina             | Sí           | 30               | 8,9 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10-TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,0467                                   | -           | -            | -        |
| 268 | Albúmina             | Sí           | 30               | 8,9 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10-TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,0431                                   | -           | -            | -        |
| 269 | Albúmina             | Sí           | 30               | 8,9 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10-TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,0257                                   | -           | -            | -        |

| ID  | Matriz               | Pasteurizado | Temperatura (°C) | pH  | Actividad de agua (a <sub>w</sub> ) | Serotipos                                                        | Tasa máxima de crecimiento (log UFC/g/h) | Humedad (%) | Azúcares (%) | NaCl (%) |
|-----|----------------------|--------------|------------------|-----|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------|--------------|----------|
| 270 | Yema azucarada       | Sí           | 30               | 6,5 | 0,98                                | S. Typhimurium, Cepa(s): 10-TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,44                                     | -           | 10           | -        |
| 271 | Yema azucarada       | Sí           | 30               | 6,5 | 0,98                                | S. Typhimurium, Cepa(s): 10-TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,43                                     | -           | 10           | -        |
| 272 | Yema azucarada       | Sí           | 30               | 6,5 | 0,98                                | S. Typhimurium, Cepa(s): 10-TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,428                                    | -           | 10           | -        |
| 276 | Huevo entero líquido | Sí           | 37               | 7,8 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10-TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,863                                    | -           | -            | -        |
| 277 | Huevo entero líquido | Sí           | 37               | 7,8 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10-TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,844                                    | -           | -            | -        |
| 278 | Huevo entero líquido | Sí           | 37               | 7,8 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10-TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,844                                    | -           | -            | -        |
| 279 | Albúmina             | Sí           | 37               | 8,9 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10-TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,0332                                   | -           | -            | -        |
| 280 | Albúmina             | Sí           | 37               | 8,9 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10-TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,0327                                   | -           | -            | -        |
| 281 | Albúmina             | Sí           | 37               | 8,9 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10-TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,022                                    | -           | -            | -        |
| 282 | Yema azucarada       | Sí           | 37               | 6,5 | 0,98                                | S. Typhimurium, Cepa(s): 10-TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,502                                    | -           | 10           | -        |
| 283 | Yema azucarada       | Sí           | 37               | 6,5 | 0,98                                | S. Typhimurium, Cepa(s): 10-TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,508                                    | -           | 10           | -        |
| 284 | Yema azucarada       | Sí           | 37               | 6,5 | 0,98                                | S. Typhimurium, Cepa(s): 10-TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos) | 0,519                                    | -           | 10           | -        |
| 300 | Huevo al vapor       | Sí           | 18               | -   | -                                   | S. anatum, S. Enteritidis, S. Stanley                            | 0,189                                    | -           | -            | 1        |
| 301 | Huevo revuelto       | Sí           | 18               | -   | -                                   | S. anatum, S. Enteritidis, S. Stanley                            | 0,212                                    | -           | -            | 1        |
| 302 | Huevo al vapor       | Sí           | 18               | -   | -                                   | S. anatum, S. Enteritidis, S. Stanley                            | 0,195                                    | -           | -            | -        |
| 303 | Huevo al vapor       | Sí           | 18               | -   | -                                   | S. anatum, S. Enteritidis, S. Stanley                            | 0,222                                    | -           | -            | -        |

| ID  | Matriz               | Pasteurizado | Temperatura (°C) | pH | Actividad de agua (a <sub>w</sub> ) | Serotipos                                 | Tasa máxima de crecimiento (log UFC/g/h) | Humedad (%) | Azúcares (%) | NaCl (%) |
|-----|----------------------|--------------|------------------|----|-------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------|-------------|--------------|----------|
| 304 | Huevo al vapor       | Sí           | 18               | -  | -                                   | S. anatum, S. Enteritidis, S. Stanley     | 0,192                                    | -           | -            | -        |
| 305 | Huevo revuelto       | Sí           | 18               | -  | 0,995                               | S. anatum, S. Enteritidis, S. Stanley     | 0,0692                                   | -           | -            | 1        |
| 306 | Huevo revuelto       | Sí           | 18               | -  | 0,995                               | S. anatum, S. Enteritidis, S. Stanley     | 0,156                                    | -           | -            | 1        |
| 307 | Huevo revuelto       | Sí           | 18               | -  | 0,995                               | S. anatum, S. Enteritidis, S. Stanley     | 0,085                                    | -           | -            | 1        |
| 308 | Huevo al vapor       | Sí           | 22               | -  | -                                   | S. anatum, S. Enteritidis, S. Stanley     | 0,317                                    | -           | -            | -        |
| 309 | Huevo revuelto       | Sí           | 22               | -  | 0,995                               | S. anatum, S. Enteritidis, S. Stanley     | 0,206                                    | -           | -            | 1        |
| 310 | Huevo al vapor       | Sí           | 22               | -  | -                                   | S. anatum, S. Enteritidis, S. Stanley     | 0,273                                    | -           | -            | -        |
| 311 | Huevo al vapor       | Sí           | 22               | -  | -                                   | S. anatum, S. Enteritidis, S. Stanley     | 0,287                                    | -           | -            | -        |
| 312 | Huevo al vapor       | Sí           | 22               | -  | -                                   | S. anatum, S. Enteritidis, S. Stanley     | 0,266                                    | -           | -            | -        |
| 313 | Huevo revuelto       | Sí           | 22               | -  | 0,995                               | S. anatum, S. Enteritidis, S. Stanley     | 0,0767                                   | -           | -            | 1        |
| 314 | Huevo revuelto       | Sí           | 22               | -  | 0,995                               | S. anatum, S. Enteritidis, S. Stanley     | 0,157                                    | -           | -            | 1        |
| 315 | Huevo revuelto       | Sí           | 22               | -  | 0,995                               | S. anatum, S. Enteritidis, S. Stanley     | 0,148                                    | -           | -            | 1        |
| 316 | Huevo al vapor       | Sí           | 37               | -  | -                                   | S. anatum, S. Enteritidis, S. Stanley     | -                                        | -           | -            | -        |
| 317 | Huevo revuelto       | Sí           | 37               | -  | 0,995                               | S. anatum, S. Enteritidis, S. Stanley     | 0,607                                    | -           | -            | 1        |
| 318 | Huevo al vapor       | Sí           | 37               | -  | -                                   | S. anatum, S. Enteritidis, S. Stanley     | 0,708                                    | -           | -            | -        |
| 319 | Huevo al vapor       | Sí           | 37               | -  | -                                   | S. anatum, S. Enteritidis, S. Stanley     | 0,515                                    | -           | -            | -        |
| 320 | Huevo al vapor       | Sí           | 37               | -  | -                                   | S. anatum, S. Enteritidis, S. Stanley     | 0,373                                    | -           | -            | -        |
| 321 | Huevo revuelto       | Sí           | 37               | -  | 0,995                               | S. anatum, S. Enteritidis, S. Stanley     | 0,551                                    | -           | -            | 1        |
| 322 | Huevo revuelto       | Sí           | 37               | -  | 0,995                               | S. anatum, S. Enteritidis, S. Stanley     | 0,471                                    | -           | -            | 1        |
| 323 | Huevo revuelto       | Sí           | 37               | -  | 0,995                               | S. anatum, S. Enteritidis, S. Stanley     | 0,39                                     | -           | -            | 1        |
| 367 | Huevo entero líquido | Sí           | 20               | 7  | -                                   | S. Enteritidis, Cepa(s): ADRIANIE-1119590 | 0,102                                    | -           | -            | -        |
| 369 | Huevo entero líquido | Sí           | 20               | 7  | -                                   | S. Enteritidis, Cepa(s): ADRIANIE-1119590 | 0,114                                    | -           | -            | -        |

| ID  | Matriz               | Pasteurizado | Temperatura (°C) | pH | Actividad de agua (a <sub>w</sub> ) | Serotipos                                                           | Tasa máxima de crecimiento (log UFC/g/h) | Humedad (%) | Azúcares (%) | NaCl (%) |
|-----|----------------------|--------------|------------------|----|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------|--------------|----------|
| 370 | Huevo entero líquido | Sí           | 20               | 7  | -                                   | S. Enteritidis, Cepa(s): ADRIANIE-1119590                           | 0,0535                                   | -           | -            | -        |
| 371 | Huevo entero líquido | Sí           | 20               | 7  | -                                   | S. Enteritidis, Cepa(s): ADRIANIE-1119590                           | 0,0993                                   | -           | -            | -        |
| 372 | Huevo entero líquido | Sí           | 20               | 7  | 0,992                               | S. Enteritidis, Cepa(s): ADRIANIE-1119590                           | 0,103                                    | -           | -            | 1,5      |
| 373 | Huevo entero líquido | Sí           | 20               | 7  | 0,992                               | S. Enteritidis, Cepa(s): ADRIANIE-1119590                           | 0,102                                    | -           | -            | 1,5      |
| 374 | Huevo entero líquido | Sí           | 20               | 7  | 0,992                               | S. Enteritidis, Cepa(s): ADRIANIE-1119590                           | 0,211                                    | -           | -            | 1,5      |
| 375 | Huevo entero líquido | Sí           | 20               | 7  | 0,992                               | S. Enteritidis, Cepa(s): ADRIANIE-1119590                           | 0,0922                                   | -           | -            | 1,5      |
| 376 | Huevo entero líquido | Sí           | 20               | 7  | 0,992                               | S. Enteritidis, Cepa(s): ADRIANIE-1119590                           | 0,118                                    | -           | -            | 1,5      |
| 377 | Huevo entero líquido | Sí           | 20               | 7  | 0,983                               | S. Enteritidis, Cepa(s): ADRIANIE-1119590                           | 0,0726                                   | -           | -            | 3        |
| 378 | Huevo entero líquido | Sí           | 20               | 7  | 0,983                               | S. Enteritidis, Cepa(s): ADRIANIE-1119590                           | 0,025                                    | -           | -            | 3        |
| 379 | Huevo entero líquido | Sí           | 20               | 7  | 0,983                               | S. Enteritidis, Cepa(s): ADRIANIE-1119590                           | 0,0311                                   | -           | -            | 3        |
| 380 | Huevo entero líquido | Sí           | 20               | 7  | 0,983                               | S. Enteritidis, Cepa(s): ADRIANIE-1119590                           | 0,0163                                   | -           | -            | 3        |
| 381 | Huevo entero líquido | Sí           | 20               | 7  | 0,983                               | S. Enteritidis, Cepa(s): ADRIANIE-1119590                           | 0,0193                                   | -           | -            | 3        |
| 382 | Cáscara de huevo     | No           | 10               | 9  | -                                   | S. pullorum                                                         | 0,0271                                   | -           | -            | -        |
| 383 | Cáscara de huevo     | No           | 20               | 9  | -                                   | S. pullorum                                                         | -                                        | -           | -            | -        |
| 384 | Cáscara de huevo     | No           | 20               | 7  | -                                   | S. pullorum                                                         | 0,0583                                   | -           | -            | -        |
| 385 | Yema de huevo        | No           | 45               | -  | -                                   | S. Enteritidis, Cepa(s): MG03835 MG04498<br>MG07928 MB00617 MB00629 | 0,424                                    | -           | -            | -        |
| 386 | Yema de huevo        | No           | 45               | -  | -                                   | S. Enteritidis, Cepa(s): MG03835 MG04498<br>MG07928 MB00617 MB00629 | 0,587                                    | -           | -            | -        |

| ID  | Matriz               | Pasteurizado | Temperatura (°C) | pH  | Actividad de agua (a <sub>w</sub> ) | Serotipos                                                                  | Tasa máxima de crecimiento (log UFC/g/h) | Humedad (%) | Azúcares (%) | NaCl (%) |
|-----|----------------------|--------------|------------------|-----|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------|--------------|----------|
| 389 | Huevo entero líquido | Sí           | 42               | 7,8 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos)           | 0,54                                     | -           | -            | -        |
| 390 | Huevo entero líquido | Sí           | 42               | 7,8 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos)           | 0,507                                    | -           | -            | -        |
| 391 | Albúmina             | Sí           | 42               | 8,9 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos)           | 0,304                                    | -           | -            | -        |
| 393 | Yema azucarada       | Sí           | 42               | 6,5 | 0,98                                | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos)           | 0,911                                    | -           | 10           | -        |
| 394 | Yema azucarada       | Sí           | 42               | 6,5 | 0,98                                | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos)           | 0,84                                     | -           | 10           | -        |
| 397 | Huevo entero líquido | Sí           | 42               | 7,8 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos)           | 0,439                                    | -           | -            | -        |
| 400 | Huevo entero líquido | No           | 41               | -   | -                                   | S. Enteritidis, S. Typhimurium, S. blockley, S. Heidelberg                 | 0,523                                    | -           | -            | -        |
| 401 | Huevo entero líquido | No           | 43               | -   | -                                   | S. Enteritidis, S. Enteritidis, S. Typhimurium, S. blockley, S. Heidelberg | 0,287                                    | -           | -            | -        |
| 402 | Huevo entero líquido | Sí           | 42               | 7,8 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos)           | 0,987                                    | -           | -            | -        |
| 403 | Huevo entero líquido | Sí           | 42               | 7,8 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos)           | 1,0207                                   | -           | -            | -        |
| 404 | Huevo entero líquido | Sí           | 42               | 7,8 | -                                   | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos)           | 0,96                                     | -           | -            | -        |
| 408 | Yema azucarada       | Sí           | 42               | 6,5 | 0,98                                | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos)           | 0,797                                    | -           | 10           | -        |
| 409 | Yema azucarada       | Sí           | 42               | 6,5 | 0,98                                | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos)           | 0,772                                    | -           | 10           | -        |
| 410 | Yema azucarada       | Sí           | 42               | 6,5 | 0,98                                | S. Typhimurium, Cepa(s): 10 TX (aves de corral) 7470C-1 (cerdos)           | 0,737                                    | -           | 10           | -        |



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE DERECHOS SOCIALES, CONSUMO  
Y AGENDA 2030

