

Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) sobre el establecimiento de la vida útil de determinados alimentos listos para el consumo loncheados o cortados y envasados antes de la venta en establecimientos de comercio al por menor

Número de referencia: AESAN-2023-004

Informe aprobado por el Comité Científico en su sesión plenaria de 6 de junio de 2023

Grupo de trabajo

Pablo Fernández Escámez (Coordinador), Carlos Alonso Calleja, Carlos Franco Abuín, Gloria Sánchez Moragas y Antonio Valero Díaz

Comité Científico

| | | | |
|--|---|--|--|
| Carlos Alonso Calleja Universidad de León | Carlos M. Franco Abuín Universidade de Santiago de Compostela | Sonia Marín Sillué Universitat de Lleida | Magdalena Rafecas Martínez Universitat de Barcelona |
| Houda Berrada Ramdani Universitat de València | Ángel Gil Izquierdo Consejo Superior de Investigaciones Científicas | Francisco J. Morales Navas Consejo Superior de Investigaciones Científicas | María del Carmen Recio Iglesias Universitat de València |
| Irene Bretón Lesmes Hospital Gregorio Marañón de Madrid | María José González Muñoz Universidad de Alcalá de Henares | Victoria Moreno Arribas Consejo Superior de Investigaciones Científicas | Ana María Rivas Velasco Universidad de Granada |
| Araceli Díaz Perales Universidad Politécnica de Madrid | Isabel Hernando Hernando Universitat Politècnica de València | Silvia Pichardo Sánchez Universidad de Sevilla | Gloria Sánchez Moragas Consejo Superior de Investigaciones Científicas |
| Pablo Fernández Escámez Universidad Politécnica de Cartagena | Esther López García Universidad Autónoma de Madrid | María del Puy Portillo Baquedano Universidad del País Vasco | Antonio Valero Díaz Universidad de Córdoba |

Secretario técnico

Vicente Calderón Pascual

Gestión técnica del informe AESAN: María Ángeles Carlos Chillerón

Resumen

El Real Decreto 126/2015, de 27 de febrero, por el que se aprueba la norma general relativa a la información alimentaria de los alimentos que se presenten sin envasar para la venta al consumidor final y a las colectividades, de los envasados en los lugares de venta a petición del comprador, y de los envasados por los titulares del comercio al por menor (BOE, 2015), señala que es obligatorio mencionar, entre otras indicaciones, la fecha de duración mínima o la fecha de caducidad, en el

caso de los alimentos envasados por los titulares del comercio al por menor, para su venta inmediata en el establecimiento o establecimientos de su propiedad. Asimismo, la indicación de las fechas en los alimentos envasados está regulada por el Reglamento (UE) N° 1169/2011 sobre la información alimentaria facilitada al consumidor (UE, 2011). La vida útil en este tipo de productos puede variar en función del tipo de alimento y método de conservación.

Por ello, el Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) ha evaluado la vida útil, en relación con la posible presencia de *Listeria monocytogenes*, de determinados productos (quesos, productos cárnicos cocidos, (incluidos patés) y productos cárnicos curados) fraccionados o loncheados y envasados (al vacío o no) antes de la venta, en establecimientos de comercio al por menor, con el fin de garantizar la seguridad de los consumidores. Además, en los alimentos que se envasan al vacío, se ha tenido en cuenta el riesgo potencial por la posible presencia de *Clostridium botulinum*, así como otros posibles riesgos biológicos.

Para ello, se han establecido, para cada una de las categorías de productos considerados, los factores asociados a la presencia y crecimiento de peligros biológicos (actividad de agua (a_w), pH, tiempo de maduración) y se han empleado modelos publicados de microbiología predictiva para establecer la vida útil. En base a la información disponible, se concluye que para controlar el riesgo por la presencia de *L. monocytogenes*, la vida útil admisible para los derivados cárnicos cocidos (como el jamón cocido o la paletilla cocida) almacenados a 4 °C con niveles de a_w igual o superior a 0,995 y pH igual o superior a 6,71 (condiciones más desfavorables evaluadas) es, como máximo, de 5 días tanto para los productos envasados al aire como en atmósferas reducidas de oxígeno. Para patés fraccionados, envasados al aire y almacenados a 4 °C, con valores de a_w igual o superior a 0,988 y pH igual o superior a 6,5 es como máximo, de 6 días. Y en el caso de quesos fraccionados o loncheados, con un periodo de maduración mínimo de 2 semanas e inferior a 2 meses, almacenados a 4 °C, la vida útil admisible es, como máximo, de 10 días, tanto para los productos conservados al aire como en atmósferas reducidas de oxígeno. Aquellos productos con unos valores de a_w y pH que limitan el crecimiento de *L. monocytogenes* (como el jamón curado, el chorizo, el salchichón o los quesos de maduración superior a 2 meses) se pueden conservar a temperatura ambiente. La vida útil estimada para estos productos estaría relacionada con parámetros no directamente asociados al crecimiento de *L. monocytogenes*.

El fabricante podrá establecer tiempos de vida útil alternativos a los reflejados en el informe si es capaz de demostrar, ante la autoridad sanitaria competente, que el producto presenta una combinación de factores y/o condiciones de envasado y almacenamiento que garanticen que la concentración de *L. monocytogenes* es inferior a 100 UFC/g en el momento del consumo.

También se ha evaluado el riesgo asociado a la presencia de *Clostridium botulinum* en productos envasados al vacío y de virus entéricos, concluyendo que no afectaría a las recomendaciones indicadas.

Finalmente, se recomienda que los establecimientos garanticen unas condiciones higiénico-sanitarias adecuadas durante los procesos de loncheado, cortado y envasado de los alimentos, para prevenir la contaminación por organismos patógenos de transmisión alimentaria que puedan suponer un riesgo para la salud del consumidor.

Loncheados, cortados, vida útil, *Listeria monocytogenes*, *Clostridium botulinum*, virus.

Report of the Scientific Committee of the Spanish Agency for Food Safety and Nutrition (AESAN) on the establishment of shelf-life of certain ready-to-eat foods sliced or cut and packaged before sale in retail establishments

Abstract

Royal Decree 126/2015, of 27 February, approving the general rule on food information on foodstuffs presented unpackaged for sale to the final consumer and to mass caterers, those packaged in places of sale at the request of the purchaser, and those packaged by retail trade operators (BOE, 2015), states that it is mandatory to mention, among other information, the date of minimum shelf life or expiry date, in the case of foods packaged by retail trade operators for immediate sale in the establishment or establishments owned by them. The indication of dates on packaged foods is also regulated by Regulation (EU) No. 1169/2011 on the provision of food information to consumers (EU, 2011). The shelf life of such products may vary depending on the type of food and method of preservation.

Accordingly, the Scientific Committee of the Spanish Agency for Food Safety and Nutrition (AESAN) has assessed the shelf life, in relation to the possible presence of *Listeria monocytogenes*, of certain products (cheeses, cooked meat products, including pâtés, and cured meat products) which are divided up or sliced and packaged (vacuum packed or not) before sale, in retail establishments, in order to ensure consumer safety. In addition, for vacuum-packed foods, the potential risk due to the possible presence of *Clostridium botulinum*, as well as other possible biological hazards, has been taken into account.

For this purpose, factors associated with the presence and growth of biological hazards (water activity (a_w), pH, ripening time) have been established for each of the product categories considered and published predictive microbiology models have been used to establish shelf life. Based on the available information, it is concluded that to control the risk of *L. monocytogenes*, the acceptable shelf-life for cooked meat products (such as cooked ham or cooked shoulder) stored at 4 °C with a_w levels of 0.995 or higher and pH of 6.71 or higher (worst case conditions assessed) is maximum 5 days for both air-packed and reduced oxygen atmospheres. For pâtés that are divided up, air-packed and stored at 4°C, with a_w values of 0.988 or more and pH values of 6.5 or more is maximum 6 days. And in the case of divided up or sliced cheeses, with a maturation period of at least 2 weeks and less than 2 months, stored at 4 °C, the admissible shelf life is a maximum of 10 days, both for products conserved in the air and in reduced oxygen atmospheres. Products with a_w and pH values that limit the growth of *L. monocytogenes* (such as cured ham, chorizo, salchichón or cheeses matured for more than 2 months) can be stored at room temperature. The estimated shelf life for these products would be related to parameters not directly associated with the growth of *L. monocytogenes*.

The manufacturer may establish alternative shelf lifetimes to those reflected in the report if he is able to demonstrate to the competent health authority that the product has a combination of factors

and/or packaging and storage conditions that ensure that the concentration of *L. monocytogenes* is less than 100 CFU/g at the time of consumption.

The risk associated with the presence of *Clostridium botulinum* in vacuum-packed products and enteric viruses has also been assessed and concluded that it would not affect the stated recommendations.

Finally, it is recommended that establishments ensure adequate hygienic and sanitary conditions during the slicing, cutting and packaging of food to prevent contamination by food-borne pathogenic organisms that may pose a risk to consumer health.

Key words

Sliced, cut, shelf-life, *Listeria monocytogenes*, *Clostridium botulinum*, virus.

Cita sugerida

Comité Científico AESAN. (Grupo de Trabajo) Fernández, P., Alonso, C., Franco, C., Sánchez, G. y Valero, A. Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) sobre el establecimiento de la vida útil de determinados alimentos listos para el consumo loncheados o cortados y envasados antes de la venta en establecimientos de comercio al por menor. *Revista del Comité Científico de la AESAN*, 2023, 37, pp: 153-186.

1. Introducción

En establecimientos de comercio de alimentos al por menor es una práctica muy común realizar el fraccionamiento o loncheado de productos listos para el consumo, como productos cárnicos (salchichón, jamón cocido, chorizo, etc.) y quesos, que son posteriormente expuestos al consumidor final envasados en vitrinas refrigeradas o a temperatura ambiente, y con un etiquetado en el que se indica una fecha de caducidad o de consumo preferente que, en ocasiones, es la misma que se indica en el producto antes de manipularlo.

De acuerdo con el Real Decreto 126/2015, de 27 de febrero, por el que se aprueba la norma general relativa a la información alimentaria de los alimentos que se presenten sin envasar para la venta al consumidor final y a las colectividades, de los envasados en los lugares de venta a petición del comprador, y de los envasados por los titulares del comercio al por menor (BOE, 2015), es obligatorio mencionar, entre otras indicaciones, la fecha de duración mínima o la fecha de caducidad, en el caso de los alimentos envasados por los titulares del comercio al por menor, para su venta inmediata en el establecimiento o establecimientos de su propiedad.

La indicación de las fechas en los alimentos envasados está regulada por el Reglamento (UE) N° 1169/2011 sobre la información alimentaria facilitada al consumidor (UE, 2011). En este reglamento se define la fecha de duración mínima como la fecha hasta la cual el alimento conserva sus propiedades específicas cuando se almacena correctamente. En el caso de los alimentos microbiológicamente muy perecederos y que, por ello, puedan suponer un peligro inmediato para la salud humana, después de un corto periodo de tiempo, la fecha de duración mínima se cambiará por la fecha de caducidad. Después de su “fecha de caducidad”, el alimento no se considerará seguro según lo dispuesto en el artículo 14, apartados 2 a 5, del Reglamento (CE) N° 178/2002, por el que se establecen los principios y los requisitos generales de la legislación alimentaria, se crea la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria y se fijan procedimientos relativos a la seguridad alimentaria (UE, 2002).

Por todo ello, se solicita al Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) un informe en el que se determine la vida útil, en relación con *Listeria monocytogenes*, de determinados productos (quesos, productos cárnicos cocidos (incluidos patés) y productos cárnicos curados) fraccionados o loncheados y envasados (al vacío o no) antes de la venta en el establecimiento de comercio al por menor. En particular, se solicita que se valore cómo se ve afectada la vida útil del alimento, establecida por la empresa elaboradora, al ser loncheado o fraccionado y envasado en el comercio minorista.

En el caso de los alimentos fraccionados o loncheados que se envasan al vacío, se solicita que, adicionalmente, el Comité Científico de la AESAN evalúe el riesgo potencial por presencia de *Clostridium botulinum* en estos alimentos, y, adicionalmente, se estudiará el riesgo por virus entéricos.

Se solicita asimismo que se determinen las condiciones en que deben mantenerse estos alimentos fraccionados y envasados hasta el momento de su venta (temperatura de conservación) para garantizar su seguridad.

2. Características fisicoquímicas de los alimentos a considerar y temperatura recomendada de conservación

Se realizará la evaluación de los siguientes alimentos, representativos de alimentos fraccionados y/o loncheados que se envasan (al vacío o no) antes de su venta en establecimientos al por menor: quesos, productos cárnicos cocidos (incluidos patés) y productos cárnicos curados. También establecerá la temperatura de conservación hasta el momento de su venta.

Estos alimentos presentan las siguientes características fisicoquímicas, que determinan la posibilidad o no de proliferación de microorganismos y, por tanto, su vida útil.

2.1 Quesos

Según la definición proporcionada por la norma del *Codex Alimentarius* CXS 283-1978 (CA, 2021), el queso se define como el producto blando, semiduro, duro y extra duro, madurado o no madurado, y que puede estar recubierto, en el que la proporción entre las proteínas de suero y la caseína no sea superior a la de la leche, obtenido mediante procedimientos de coagulación de las proteínas de la leche. La clasificación del *Codex* de los diferentes tipos de quesos se basa en el porcentaje de humedad sin materia grasa o % HSMG, distinguiéndose entre extraduros (<51 %), duros (49-56 %), firmes o semiduros (54-69 %) y blandos (>69 %). Asimismo, en función del porcentaje de materia grasa (% MG), la norma distingue entre quesos extragrasos (>60 %), grasos (45-60 %), semigrasos (25-45 %) semidesnatados (10-25%) y desnatados (<10 %).

Desde el punto de vista de la seguridad alimentaria, los factores más relevantes para la categorización de los quesos son los valores de pH y actividad de agua (a_w), así como el tratamiento térmico de la leche de origen (cruda o pasteurizada) y el tiempo de maduración. Otros factores de tipo tecnológico, como la fermentación o la adición de cultivos iniciadores, pueden repercutir en el desarrollo de patógenos de transmisión alimentaria a lo largo de su vida útil (Possas et al., 2022). En relación con los parámetros fisicoquímicos, estos productos presentan un amplio intervalo de condiciones de a_w , desde valores en torno a 0,88 para quesos curados, a valores de 0,99 para quesos frescos. Los valores de pH pueden oscilar entre 5,0 y 6,8.

Para el desarrollo del presente informe, se tendrá en cuenta la siguiente categorización, con objeto de estimar la vida útil de los productos loncheados y fraccionados:

- Quesos frescos y de maduración corta: aquellos que no se han sometido a ningún proceso de maduración o en los cuales el tiempo de maduración es inferior a 2 semanas. Ejemplos: "Queso de Burgos", "Mozzarella", "Feta" o "Quark".
- Quesos de maduración intermedia: aquellos que presentan un tiempo de maduración de entre 2 semanas y 2 meses. Ejemplos: quesos tiernos o semicurados de leche pasteurizada, como el queso "Gouda", "Emmental", "Gruyère" o el "Queso Manchego" semicurado, entre otros.
- Quesos curados: aquellos que presentan maduraciones superiores a 2 meses hasta varios años. Ejemplos: quesos de leche cruda con un tiempo de maduración superior a 60 días, como el "Queso Manchego" curado, "Cheddar", "Parmigiano-Reggiano", "Pecorino Romano" o quesos viejos, entre otros.

Tabla 1. Valores de humedad (% v/v), NaCl (% v/v) y pH de algunos tipos de quesos

| Queso | Humedad (% v/v) | NaCl (% v/v) | pH |
|-----------------|-----------------|--------------|-----|
| Azul | 42 | 4,5 | 6,5 |
| Cabrales | 40 | 5,6 | 5,3 |
| Camembert | 52 | 2,5 | 5,0 |
| Cheddar | 37 | 1,5 | 5,5 |
| Domiatí | 55 | 6,0 | 4,6 |
| Edam | 43 | 2,0 | 5,7 |
| Emmental | 35 | 0,7 | 5,6 |
| Feta | 53 | 3,0 | 4,5 |
| Gouda | 41 | 2,0 | 5,8 |
| Grana/Parmesano | 31 | 2,6 | 5,4 |
| Gruyère | 33 | 1,1 | 5,7 |
| Idiazábal | 29 | 6,9 | 5,7 |
| Pecorino Romano | 23 | 5,5 | 5,4 |
| Provolone | 42 | 3,0 | 5,4 |
| Roncal | 29 | 6,1 | 5,5 |
| Roquefort | 40 | 3,5 | 6,4 |
| Tetilla | 42 | 3,6 | 5,2 |
| Arzúa-Ulloa | 46 | 3,2 | 5,4 |
| Villalón | 56 | 3,3 | 6,7 |

Adaptado de: Esteban et al. (1979) y Fox et al. (2004).

2.2 Derivados cárnicos cocidos

Esta tipología de productos comprende aquellos derivados cárnicos elaborados con carne, a la que se le puede añadir sangre, grasa o menudencias, que se han sometido en su fabricación a un tratamiento térmico suficiente para alcanzar, en su parte interna, una coagulación parcial o total de sus proteínas; adicionalmente pueden ser sometidos a tratamientos de ahumado y maduración (BOE, 2014).

El producto más representativo de esta categoría es el jamón cocido que presenta un pH cercano a la neutralidad ($\sim 6,0$) y una a_w elevada ($>0,9$), lo que posibilita la proliferación de patógenos de transmisión alimentaria como *Listeria monocytogenes* (Aymerich et al., 2005).

Tabla 2. Valores de a_w y pH para diversos productos cocidos que se venden o pueden venderse loncheados

| Denominación comercial | a_w | pH |
|---------------------------------|-------|------|
| Jamón de cerdo cocido | 0,999 | 6,28 |
| | 0,978 | 6,57 |
| Jamón de cerdo cocido extra | 0,988 | 6,14 |
| | 0,967 | 6,09 |
| Jamón de cerdo cocido ahumado | 0,974 | 6,25 |
| Jamón de cerdo cocido magro | 0,974 | 6,49 |
| Jamón de cerdo deshuesado asado | 0,971 | 6,61 |
| Paletilla de cerdo cocida | 0,974 | 6,75 |
| Pechuga de pavo | 0,977 | 6,24 |
| | 0,971 | 6,63 |
| | 0,971 | 6,51 |
| | 0,970 | 6,50 |
| Jamón de pavo | 0,974 | 6,36 |
| Pechuga de pollo | 0,973 | 6,52 |

Adaptado de: Romero de Avila et al. (2014). Cada valor representa un mínimo de entre 4 y 8 muestras.

Dentro de este grupo se encuentran los patés (para cortar o untar), que se definen como las pastas cárnicas, pasteurizadas o esterilizadas, elaboradas a base de carne o hígado, o ambos, a los que se les puede añadir menudencias y otros ingredientes, condimentos y aditivos y que se han sometido a un proceso de picado (BOE, 2014).

Este tipo de productos presentan unos valores de a_w y de pH muy similares a los que presenta el grupo de los jamones cocidos (Tabla 3).

Tabla 3. Valores de a_w y de pH para distintos tipos de patés

| Denominación comercial | a_w | pH |
|--------------------------|-------|------|
| Foie gras | 0,971 | 6,27 |
| Paté a las finas hierbas | 0,989 | 6,23 |
| Paté de Campaña | 0,976 | 6,44 |
| Paté al Roquefort | 0,981 | 6,40 |

Adaptado de: Fernández-Salguero et al. (1993).

2.3 Derivados cárnicos curados

Según el Real Decreto 474/2014, los derivados cárnicos curados o no tratados por calor son aquellos productos elaborados con carnes o carnes y grasa, así como otros productos alimenticios, en cuya fabricación no han sufrido ningún tratamiento o bien, han sido sometidos a un proceso de curado-maduración, acompañado o no de fermentación, de oreo, de marinado-adobado u otro pro-

ceso tecnológico no térmico, suficiente para conferirles las características organolépticas propias (BOE, 2014).

Por tanto, la mayoría de los derivados cárnicos curados no se someten a ningún tratamiento térmico, por lo que son habitualmente consumidos crudos (FAO, 2010). Hoy en día, se puede encontrar una gran variedad de productos que se comercializan como piezas enteras, o bien loncheados y envasados (Toldrá, 2015). Desde un punto de vista microbiológico, son productos que podrían considerarse seguros, en función de los niveles de pH (4,6-5,3) y a_w ($\leq 0,92$) debido a los procesos de fermentación y salazón.

Existen, en la bibliografía, varias clasificaciones de los derivados cárnicos crudo-curados, que varían de unos países a otros. En la Tabla 4 se considera la clasificación propuesta por Roca e Incze (1990), teniendo en cuenta el tiempo de fermentación y maduración.

| Tabla 4. Clasificación de derivados cárnicos curados | | | |
|---|------------------------------|------------------------------------|--|
| Tipo de derivado cárnico | Tiempo de producción | Contenido final de agua (%) | Valor final de a_w |
| Untable | 3-5 días | 34-42 | 0,95-0,96 |
| Loncheable: • Maduración corta • Maduración larga | 1-4 semanas 12-14 semanas | 30-40 20-30 | 0,92-0,94 0,85-0,86 |

Fuente: Roca e Incze (1990).

Otros criterios propuestos desde un punto de vista microbiológico consideran la a_w del producto, así como la aplicación de tratamiento en superficie. De este modo, Lücke (2003) considera una clasificación basada en los siguientes grupos:

- Derivado cárnico seco (con o sin moho, con o sin aplicación de ahumado): a_w final: $<0,90$.
- Derivado cárnico semi-seco (con o sin moho): a_w final: $0,90-0,95$.
- Derivado cárnico fermentado fresco untable: a_w final: $0,94-0,97$.

Otros criterios de clasificación se basan en la acidez, el grado de picado de los ingredientes, la adición o no de cultivos iniciadores, la adición de uno u otros ingredientes, especias y condimentos o en la proporción humedad/proteína. Todos estos factores influyen decisivamente en las características generales de los productos, por lo que serían parámetros de clasificación válidos ya que implican diversas tecnologías de fabricación (Rubio, 2014).

De este modo, se pueden encontrar derivados cárnicos curados de baja acidez, cuyo pH final oscila entre 5,3 y 6,2 (Aymerich et al., 2006), donde se lleva a cabo una maduración a baja temperatura (10-12 °C). Por otro lado, los derivados cárnicos curados ácidos (pH $<5,3$) se someten generalmente a una temperatura de fermentación en torno a 20-24 °C aunque en ciertos casos puede incrementarse hasta los 37 °C (Ordoñez y de la Hoz, 2001).

Las temperaturas consideradas en este informe han sido 4 y 8 °C para productos refrigerados y una temperatura ambiente de 22 °C para los productos conservados sin refrigeración.

Tabla 5. Valores medios de a_w y pH de algunos productos cárnicos crudos curados

| Denominación Comercial | a_w | pH |
|------------------------|-------|------|
| Cecina | 0,859 | 5,92 |
| Chorizo extra | 0,872 | 5,33 |
| Chorizo primera | 0,894 | 5,34 |
| Jamón curado | 0,909 | 5,99 |
| Lomo embuchado | 0,883 | 5,78 |
| Morcón | 0,817 | 5,35 |
| Salami extra | 0,887 | 4,87 |
| Salami primera | 0,846 | 5,11 |
| Salchichón extra | 0,879 | 5,01 |
| Salchichón primera | 0,850 | 5,43 |
| Salchichón segunda | 0,801 | 4,84 |
| Salchichón tercera | 0,784 | 4,83 |
| Sobrasada | 0,828 | 4,72 |

Adaptado de: Fernández-Salguero (1995).

3. Vida útil de alimentos fraccionados o loncheados en relación con *Listeria monocytogenes*

Listeria monocytogenes es un microorganismo patógeno psicrotrofo, Gram positivo y generalmente oportunista, que ha sido objeto de numerosos estudios debido a su relación con múltiples toxiinfecciones alimentarias a nivel mundial (Buchanan et al., 2017). *L. monocytogenes* está ampliamente distribuido en el medio ambiente, y puede sobrevivir o crecer bajo condiciones limitantes de pH, humedad, salinidad y en ambientes con baja disponibilidad de oxígeno (Fernández et al., 1997). Además de estar presente en el suelo, aire y ambientes acuáticos, puede residir en el tracto intestinal del hospedador sin presentar ninguna sintomatología aparente (Buchanan et al., 2017). Según la *International Commission on Microbiological Specifications for Foods* (ICMSF, 1996), los valores mínimos de crecimiento de *L. monocytogenes* oscilan entre -2 y 4 °C de temperatura, 4,2-4,3 de pH y 0,90-0,93 de a_w . El límite inferior para el crecimiento de *L. monocytogenes* en matrices con un contenido alto de nutrientes y pH neutro se sitúa cerca de los 0 °C (ICMSF, 1996), a pesar de que se ha observado crecimiento a temperaturas de -1,5 °C en un producto cárnico cocido y envasado al vacío (Hudson et al., 1994).

La enfermedad transmitida por *L. monocytogenes*, denominada listeriosis, puede presentarse a causa de la ingesta de alimentos contaminados, especialmente alimentos listos para el consumo (RTE, *Ready To Eat*) que han sido expuestos a condiciones post-procesado inadecuadas tras un tratamiento previo en la industria (Fang et al., 2013). Los productos cárnicos, así como los quesos, ambos catalogados como alimentos RTE, han estado implicados en varios brotes de listeriosis vía alimentaria (Nastasijevic et al., 2017) (Martínez-Ríos y Dalgaard, 2018).

Los procesos de contaminación cruzada en la industria han estado frecuentemente relacionados con la presencia de *L. monocytogenes* (Pérez-Rodríguez et al., 2010). Es necesario destacar que la transmisión del patógeno puede ocurrir a lo largo de la elaboración de alimentos RTE, así como a través de los equipos y ambiente de procesado que presenten contaminación (Gounadaki et al., 2008) (Giaouris et al., 2013). De hecho, otros estudios publicados han demostrado que las máquinas de loncheado pueden constituir importantes reservorios de *L. monocytogenes*, pudiéndose transferir a los productos terminados (Lin et al., 2006) (Vorst et al., 2006) (Borovic et al., 2014). Por ello, la contaminación del producto final debe evitarse ya que los alimentos RTE no se someten a ningún tratamiento listericida previo al consumo.

En este sentido, los enfoques para el control de *L. monocytogenes* en alimentos pueden variar desde una tolerancia cero (ausencia en 25 g de muestra), hasta un nivel máximo de 100 UFC/g si el fabricante demuestra que el producto no tolera el crecimiento del patógeno a lo largo de su vida útil (Farber et al., 2021).

El Reglamento (CE) N° 2073/2005 de la Comisión, de 15 de noviembre de 2005, relativo a los criterios microbiológicos aplicables a los productos alimenticios (UE, 2005), establece los criterios microbiológicos aplicables a *L. monocytogenes* en alimentos RTE, determinando su aceptabilidad en el mercado. Específicamente, los criterios de seguridad alimentaria se aplican tanto para productos cárnicos como para quesos, siendo considerados, ambos, alimentos RTE. La categorización de los alimentos RTE se hace en base a la consideración de si pueden tolerar (categoría 1.2) o no (categoría 1.3) el crecimiento de *L. monocytogenes* a lo largo de su vida útil (Tabla 6). Generalmente, se considera que aquellos alimentos que posean un $\text{pH} \leq 4,4$ o una $a_w \leq 0,92$, productos con $\text{pH} \leq 5,0$ y $a_w \leq 0,94$, y los productos con una vida útil inferior a 5 días no toleran el crecimiento de *L. monocytogenes*, por lo que se encuadrarían en la categoría 1.3. Otros alimentos RTE se pueden englobar en esta categoría en caso de que se tenga una evidencia científica de que no toleran el crecimiento del patógeno.

Tabla 6. Esquema general de los criterios de seguridad alimentaria aplicados para *L. monocytogenes* en alimentos RTE según el Reglamento (CE) N° 2073/2005 (UE, 2005)

| Categoría de alimentos | Plan de muestreo | | Límites | | Método analítico de referencia | Fase en la que se aplica el criterio |
|--|------------------|---|-------------------------------------|---|--------------------------------|--|
| | n | c | m | M | | |
| 1.1 Alimentos listos para el consumo destinados a los lactantes, y alimentos listos para el consumo destinados a usos médicos especiales ⁽¹⁾ | 10 | 0 | No detectado en 25 g | | EN/ISO 11290-1 | Productos comercializados durante su vida útil |
| 1.2 Alimentos listos para el consumo que pueden favorecer el desarrollo de <i>L. monocytogenes</i> , que no sean los destinados a los lactantes ni para usos médicos especiales | 5 | 0 | 100 UFC/g ⁽²⁾ | | EN/ISO 11290-2 ⁽³⁾ | Productos comercializados durante su vida útil |
| | 5 | 0 | No detectado en 25 g ⁽⁴⁾ | | EN/ISO 11290-1 | Antes de que el alimento haya dejado el control inmediato del explotador de la empresa alimentaria que lo ha producido |
| 1.3 Alimentos listos para consumo que no pueden favorecer el desarrollo de <i>L. monocytogenes</i> , que no sean los destinados a los lactantes ni para usos médicos especiales ^{(1) (5)} | 5 | 0 | 100 UFC/g | | EN/ISO 11290-2 ⁽³⁾ | Productos comercializados durante su vida útil |

⁽¹⁾ En circunstancias normales, no se exige realizar pruebas regulares con respecto a este criterio para los siguientes productos alimenticios listos para el consumo:

- los que hayan recibido tratamiento térmico u otro proceso eficaz para eliminar *L. monocytogenes*, cuando la recontaminación no sea posible tras este tratamiento (p. ej., productos tratados térmicamente en su envase final),
- frutas y hortalizas frescas, enteras y no transformadas,
- pan, galletas y productos similares,
- aguas embotelladas o envasadas, bebidas refrescantes sin alcohol, cerveza, sidra, vino, bebidas espirituosas y productos similares,
- azúcar, miel y golosinas, incluidos productos de cacao y chocolate,
- moluscos bivalvos vivos,
- sal de cocina.

⁽²⁾ Este criterio se aplica si el fabricante puede demostrar, a satisfacción de la autoridad competente, que el producto no superará el límite de 100 UFC/g durante su vida útil. El explotador podrá fijar límites intermedios durante el proceso que deberían ser lo suficientemente bajos para garantizar que no se supere el límite de 100 UFC/g al final de la vida útil.

⁽³⁾ Sobre una placa de Petri de 140 mm de diámetro o tres placas de Petri de 90 mm de diámetro se siembra 1 ml de inóculo.

⁽⁴⁾ Este criterio se aplica a los productos antes de que hayan abandonado el control inmediato del explotador de la empresa alimentaria cuando este no pueda demostrar, a satisfacción de la autoridad competente, que el producto no superará el límite de 100 UFC/g durante su vida útil.

⁽⁵⁾ Se considera automáticamente que pertenecen a esta categoría los productos con pH $\leq 4,4$ o $a_w \leq 0,92$, productos con pH $\leq 5,0$ y $a_w \leq 0,94$, y los productos con una vida útil inferior a 5 días. Otras categorías de productos también pueden pertenecer a esta categoría, siempre que se justifique científicamente.

En el caso de los productos cárnicos y quesos, varias autoridades a nivel internacional clasifican distintas categorías en función del riesgo potencial de transmisión de listeriosis a través de su consumo. Por ejemplo, en el caso de los quesos, la *U.S. Food and Drug Administration* los clasifica en función del contenido de humedad (FDA, 2003). En este sentido se considera que la ingesta de quesos frescos puede conllevar un mayor riesgo de listeriosis, en comparación con la ingesta de quesos madurados, tanto de maduración corta como prolongada. En productos cárnicos, Garrido et al. (2010) hicieron un test de desafío en jamón cocido contaminado con *L. monocytogenes* a un bajo nivel de inóculo, por debajo de 10 UFC/g, para simular una contaminación a nivel de venta al detalle. Estos autores emplearon dos temperaturas de almacenamiento, 5 y 9 °C, alcanzándose las 100 UFC/g de *L. monocytogenes* a los 3 días y a los 2 días, respectivamente, lo cual pone de manifiesto la necesidad de señalar que estos alimentos tienen que almacenarse a temperaturas por debajo de 5 °C si se quiere que dispongan de una vida útil de, al menos, 5 días.

Sin embargo, tal y como se muestra en el *Documento de orientación para la verificación de estudios de vida útil en relación con Listeria monocytogenes en alimentos listos para el consumo*, elaborado por la AESAN, es posible la realización de estudios de desafío para demostrar que un alimento RTE no tolera el crecimiento de *L. monocytogenes*, incluso cuando pueda presentar valores teóricos de pH y a_w compatibles con el desarrollo del patógeno (AESAN, 2019).

3.1 Utilización de modelos de microbiología predictiva para la estimación de la vida útil segura de alimentos RTE fraccionados o loncheados y envasados en punto de venta en relación con *L. monocytogenes*

La microbiología predictiva constituye actualmente una de las herramientas más valiosas para la estimación de la vida útil de forma segura. En alimentos RTE, tal y como se refleja en el Reglamento (CE) N° 2073/2005, de 15 de noviembre (UE, 2005), el fabricante puede demostrar, a satisfacción de la autoridad competente, la vida útil de alimentos RTE en base a la utilización de modelos matemáticos.

Aunque existen varias definiciones en la literatura científica, la microbiología predictiva se puede considerar una rama de la microbiología de los alimentos que permite cuantificar y predecir las respuestas de una población de microorganismos ante distintos factores que afectan al mismo (Van Impe et al., 1995). En el caso de los alimentos RTE, tal y como se ha descrito en secciones anteriores, se pueden aplicar distintos criterios microbiológicos en función de la tolerancia al crecimiento del patógeno. Dentro de los productos considerados en el presente informe, existen algunas tipologías que, por su propia naturaleza o formulación, así como por las condiciones de manipulación, envasado y almacenamiento, pueden ser más susceptibles al crecimiento de *L. monocytogenes* a lo largo de la vida útil. En cambio, las formulaciones de otras categorías de productos se puede considerar que inhiben su crecimiento.

Para la estimación del tiempo de vida útil se considerará una distinción entre categorías de alimentos RTE que pueden favorecer el crecimiento de *L. monocytogenes*, tales como cárnicos cocidos, patés y quesos frescos y de maduración corta. En estas tipologías de alimentos, se aplicarán modelos de microbiología predictiva para estimar el tiempo necesario en alcanzar 100 UFC/g, el

cual servirá de referencia para el cálculo de la vida útil. Es en este grupo de alimentos RTE donde se centrará la aplicación de modelos predictivos en esta sección.

En cambio, para otras categorías de alimentos RTE, como productos cárnicos crudo-curados (por ejemplo, el jamón serrano) y quesos de maduración prolongada, se asumirá que no permiten el crecimiento de *L. monocytogenes*, estando la vida útil basada en la realización de unas buenas prácticas higiénicas, así como en un control microbiológico de la materia prima, equipamiento e instalaciones (Valero et al., 2018) (Possas et al., 2019, 2022). Este hecho se corrobora en trabajos previos realizados sobre quesos de maduración prolongada (por ejemplo, Cheddar, parmesano), con tiempos superiores a los dos meses y valores de a_w inferiores a 0,92 en los que *L. monocytogenes* no presentó crecimiento (Ryser y Marth, 1987) (Yousef y Marth, 1990).

3.1.1 Categorización de productos

Para la definición de escenarios, se han considerado las siguientes categorías de alimentos RTE que pueden favorecer el crecimiento de *L. monocytogenes*, así como las condiciones de envasado (al aire y en atmósfera de oxígeno reducido o ROP, *Reduced Oxygen Packaging*):

1. Productos cárnicos cocidos: envasado al aire y ROP.
2. Paté: envasado al aire.
3. Quesos: envasado al aire y ROP.

La clasificación está basada en un estudio de evaluación de riesgos de *L. monocytogenes* en alimentos RTE publicado por Pérez-Rodríguez et al. (2017), donde se recogen valores de tasas específicas de crecimiento (μ_{ref} , h^{-1}) para las categorías anteriormente mencionadas. Los valores de μ_{ref} se recopilaron a partir de una revisión de estudios donde se reportó el crecimiento de *L. monocytogenes*, para cada categoría de producto y condiciones de envasado. De esta forma, se consiguió ajustar una distribución estadística de tipo normal a los datos recopilados de μ_{ref} estandarizados a una temperatura de 5 °C, con objeto de reflejar la variabilidad en las formulaciones y condiciones de proceso (Tabla 7). Los escenarios de partida están fundamentados en los resultados encontrados por Pérez-Rodríguez et al. (2017) para las categorías seleccionadas.

Tabla 7. Valores estimados de la media, desviación estándar (D.E.), mínimos y máximos para los valores de tasa específicas de crecimiento (μ_{ref} , h^{-1}) a una temperatura de referencia de 5 °C

| Categoría | Media | D.E. | Mínimo | Máximo |
|-------------------------------------|-------|-------|--------|--------|
| Cárnicos cocidos (envasado al aire) | 0,022 | 0,018 | 0 | 0,087 |
| Cárnicos cocidos (ROP) | 0,026 | 0,019 | 0 | 0,087 |
| Paté (envasado al aire) | 0,026 | 0,010 | 0 | 0,097 |
| Quesos (envasado al aire y ROP) | 0,010 | 0,015 | 0 | 0,030 |

En cuanto a las condiciones de envasado, se hará una distinción para cárnicos cocidos, considerando un envasado al aire (es decir, en atmósfera pasiva) y en condiciones de oxígeno reducido (ROP), que a su vez incluye el envasado al vacío. En el caso del paté, no existe suficiente informa-

ción sobre crecimiento en condiciones de ROP, por lo que se asumirá la estimación solamente para aquellos productos envasados al aire. Para los quesos, no se asumen diferencias en los valores de μ_{ref} para ambas condiciones de envasado, por lo que las estimaciones son válidas para productos envasados al aire y en ROP.

3.1.2 Definición de escenarios y selección de modelos predictivos

Los escenarios evaluados para la estimación del tiempo de vida útil consideraron la temperatura de almacenamiento, pH, niveles de a_w , así como el tiempo de maduración, en el caso de los quesos.

En la Tabla 8 se muestra la categorización inicial que se llevó a cabo de los productos RTE seleccionados.

| Tabla 8. Categorización de los productos cárnicos cocidos y quesos en base a su pH y a_w y tiempo de maduración | | | | |
|--|---------------|-----------|-------------------------|-----------------------------|
| Categoría | T (°C) | pH | a_w | Tiempo de maduración |
| Cárnicos cocidos (envasado al aire) | 4, 8 y 22 | 6,1-6,7 | 0,968-0,995 | - |
| Cárnicos cocidos (ROP) | 4, 8 y 22 | 6,1-6,7 | 0,968-0,995 | - |
| Paté (envasado al aire) | 4, 8 y 22 | 6,2-6,4 | 0,971-0,988 | - |
| Quesos (envasado al aire y ROP) | 4, 8 y 22 | 4,5-6,7 | <0,920-0,995 | 2, 5 y 8 semanas |

En primer lugar, en base a los valores recopilados en las Tablas 2 y 3, se procedió a categorizar los productos cárnicos cocidos y los patés en base a los valores de pH y a_w . Para ello, se calcularon los percentiles 2,5; 50 y 97,5 para el conjunto de valores de pH y a_w de forma que se subdividieron las categorías en función de su formulación de la siguiente forma:

- **Cárnicos cocidos (envasados al aire y ROP):** categoría 1 ($\text{pH} \geq 6,7$; $a_w \geq 0,995$); categoría 2 ($6,7 > \text{pH} \geq 6,5$; $0,995 > a_w \geq 0,974$); y categoría 3 ($6,5 > \text{pH} \geq 6,1$; $0,974 > a_w \geq 0,968$).
- **Paté (envasado al aire):** categoría 1 ($\text{pH} \geq 6,4$; $a_w \geq 0,988$); categoría 2 ($6,4 > \text{pH} \geq 6,3$; $0,988 > a_w \geq 0,979$); y categoría 3 ($6,3 > \text{pH} \geq 6,2$; $0,979 > a_w \geq 0,971$).
- **Quesos:** se clasificaron en tres categorías en base al tiempo de maduración: quesos frescos sin maduración o de maduración corta (<2 semanas) y quesos de maduración intermedia (2 semanas-2 meses). Se excluyen de estas categorías los quesos curados con tiempos de maduración superiores a 8 semanas, asumiendo que no permiten el crecimiento de *L. monocytogenes*, tal como se ha expuesto previamente.

Para la estimación del tiempo de vida útil se utilizaron los valores calculados de μ_{ref} 5 °C y, a partir de ellos, se aplicó un modelo secundario que permite estimar el crecimiento de *L. monocytogenes* a otras temperaturas de almacenamiento. Para ello, se consideró la siguiente ecuación:

$$\mu_{ref,T} = \mu_{ref,5^\circ C} \left(\frac{T - T_{min}}{5^\circ C - T_{min}} \right)^2$$

Donde $\mu_{ref,T}$ es el valor de la tasa específica (h^{-1}) a la temperatura de estudio (4, 8 y 22 °C), $\mu_{ref,5^\circ C}$ es la tasa específica (h^{-1}) a la temperatura de referencia (5 °C), y T_{min} es el valor de temperatura mínima

teórica calculado para *L. monocytogenes*, el cual se estimó en $-1,18\text{ }^{\circ}\text{C}$ (FDA, 2003). No se ha realizado ninguna extrapolación por debajo de las temperaturas estudiadas (hasta $2\text{ }^{\circ}\text{C}$), dado que esto aumentaría la incertidumbre de las estimaciones.

3.1.3 Estimación del tiempo de vida útil para *L. monocytogenes* en alimentos RTE

El tiempo de vida útil se calculó en base al tiempo requerido para alcanzar 100 UFC/g de *L. monocytogenes*, denominado como *Time-To-Reach* (TTR). En la Tabla 9 se muestran los resultados obtenidos para los productos cárnicos cocidos con envasado al aire.

Tabla 9. Valores de tiempo de incremento de 2 unidades logarítmicas/g [TTR (días), 100 UFC/g] de *L. monocytogenes* a las distintas condiciones de temperatura, pH y a_w seleccionadas para los productos cárnicos con envasado al aire

| Cárnicos cocidos: envasado al aire | | |
|------------------------------------|---------------------|----------------------------------|
| T (°C) | Condiciones | TTR 100 UFC/g (días) (escenario) |
| 4 | a_w 0,995 pH 6,71 | 5,3 (a) |
| 4 | a_w 0,974 pH 6,50 | 11,6 (b) |
| 4 | a_w 0,968 pH 6,11 | >25 (c) |
| 8 | a_w 0,995 pH 6,71 | 1,7 (d) |
| 8 | a_w 0,974 pH 6,50 | 3,7 (e) |
| 8 | a_w 0,968 pH 6,11 | 24,7 (f) |
| 22 | a_w 0,995 pH 6,71 | 0,3 (g) |
| 22 | a_w 0,974 pH 6,50 | 0,6 (h) |
| 22 | a_w 0,968 pH 6,11 | 3,9 (i) |

Como se puede observar, las condiciones menos permisivas para el crecimiento de *L. monocytogenes* se correspondieron con valores de a_w de 0,968 y pH de 6,11 (escenario (c)), donde el tiempo de vida útil estimado fue superior a 25 días en almacenamiento a $4\text{ }^{\circ}\text{C}$. El almacenamiento del producto a temperatura ambiente aumenta de forma considerable el crecimiento de *L. monocytogenes*, obteniéndose valores de TTR inferiores a 1 día en aquellas formulaciones con pH $>6,5$ y $a_w >0,974$ (escenarios (g) y (h)).

Las estimaciones proporcionadas por los modelos para el caso de los cárnicos cocidos envasados en ROP proporcionaron valores inferiores de TTR, tal y como se muestra en la Tabla 10. Este hecho se debe a los valores ligeramente superiores de μ_{ref} $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ en condiciones de oxígeno reducido, donde *L. monocytogenes* puede crecer más rápidamente (Sant'Ana et al., 2013). No obstante, a $4\text{ }^{\circ}\text{C}$, para el escenario (c) (a_w 0,968 y pH 6,11) el tiempo de vida útil estimado es superior a 25 días. A temperatura ambiente ($22\text{ }^{\circ}\text{C}$), los tiempos de vida útil estimados son muy cortos, de 3 días o menos (escenarios (g), (h) e (i) de la Tabla 10).

Tabla 10. Valores de tiempo de incremento de 2 unidades logarítmicas/g (TTR (días), 100 UFC/g) de *L. monocytogenes* a las distintas condiciones de temperatura, pH y a_w seleccionadas para los productos cárnicos con envasado ROP

| Cárnicos cocidos: envasado ROP | | |
|---------------------------------------|---------------------|--------------------------|
| T (°C) | Condiciones | TTR 100 UFC/g (d) |
| 4 | a_w 0,995 pH 6,71 | 4,8 (a) |
| 4 | a_w 0,974 pH 6,50 | 10 (b) |
| 4 | a_w 0,968 pH 6,11 | >25 (c) |
| 8 | a_w 0,995 pH 6,71 | 1,6 (d) |
| 8 | a_w 0,974 pH 6,50 | 3,2 (e) |
| 8 | a_w 0,968 pH 6,11 | 19,2 (f) |
| 22 | a_w 0,995 pH 6,71 | 0,3 (g) |
| 22 | a_w 0,974 pH 6,50 | 0,5 (h) |
| 22 | a_w 0,968 pH 6,11 | 3,0 (i) |

En el caso del paté, solo se consideró un envasado en atmósfera pasiva debido a la escasez de información acerca de condiciones de vacío o atmósfera modificada. Se puede comprobar cómo los valores de TTR son superiores a temperaturas de refrigeración (4 y 8 °C) en comparación con los obtenidos en cárnicos cocidos. Sin embargo, el almacenamiento a 22 °C produce igualmente un aumento significativo del crecimiento con el consiguiente descenso en el valor de TTR (Tabla 11).

Tabla 11. Valores de tiempo de incremento de 2 unidades logarítmicas/g (TTR (días), 100 UFC/g) de *L. monocytogenes* a las distintas condiciones de temperatura, pH y a_w seleccionadas para el paté con envasado al aire

| Paté: envasado al aire | | |
|-------------------------------|---------------------|--------------------------|
| T (°C) | Condiciones | TTR 100 UFC/g (d) |
| 4 | a_w 0,988 pH 6,44 | 6,5 (a) |
| 4 | a_w 0,979 pH 6,34 | 10,6 (b) |
| 4 | a_w 0,971 pH 6,23 | >25 (c) |
| 8 | a_w 0,988 pH 6,44 | 2,1 (d) |
| 8 | a_w 0,979 pH 6,34 | 3,4 (e) |
| 8 | a_w 0,971 pH 6,23 | 8,5 (f) |
| 22 | a_w 0,988 pH 6,44 | 0,3 (g) |
| 22 | a_w 0,979 pH 6,34 | 0,6 (h) |
| 22 | a_w 0,971 pH 6,23 | 1,4 (i) |

Por último, para los quesos, los valores estimados de TTR se muestran en la Tabla 12. Se puede observar que el crecimiento de *L. monocytogenes* es más lento en comparación con los productos de origen cárnico. Los tipos de quesos con un tiempo más prolongado de maduración presentan una vida útil superior, siendo los valores de TTR >25 días a temperaturas de 4 y 8 °C.

Tabla 12. Valores de tiempo de incremento de 2 unidades logarítmicas/g [TTR (días), 100 UFC/g] de *L. monocytogenes* a las distintas condiciones de temperatura, pH y a_w seleccionadas para los quesos con envasado al aire y en ROP

| Quesos: envasado al aire y ROP | | |
|--------------------------------|----------------------|-------------------|
| T (°C) | Condiciones | TTR 100 UFC/g (d) |
| 4 | Maduración 2 semanas | 9,9 (a) |
| 4 | Maduración 5 semanas | 20,9 (b) |
| 4 | Maduración 8 semanas | >25 (c) |
| 8 | Maduración 2 semanas | 3,2 (d) |
| 8 | Maduración 5 semanas | 6,7 (e) |
| 8 | Maduración 8 semanas | >25 (f) |
| 22 | Maduración 2 semanas | 0,5 (g) |
| 22 | Maduración 5 semanas | 1,1 (h) |
| 22 | Maduración 8 semanas | 10 (i) |

Las cinéticas de crecimiento de *L. monocytogenes* en los distintos alimentos RTE se muestran en el Anexo II.

3.1.4 Recomendaciones de vida útil para productos fraccionados o loncheados y envasados

En el presente informe se han calculado los valores de TTR 100 UFC/g de *L. monocytogenes* para cada uno de los escenarios y alimentos RTE evaluados. Es necesario resaltar que los valores obtenidos pueden tener cierta variabilidad debido a las condiciones de proceso y formulaciones de los productos, ya que pueden afectar de forma sensible al crecimiento de *L. monocytogenes*.

Asimismo, las estimaciones proporcionadas por los modelos presentan un cierto margen de seguridad ya que no ha incluido la posible existencia de fase de latencia, por lo que podemos considerar que se trata de un enfoque conservador.

Por último, las estimaciones proporcionadas se refieren a productos loncheados o fraccionados y reenvasados tras su manipulación en el establecimiento de venta teniendo en cuenta un criterio de seguridad alimentaria. Por tanto, al margen de estas estimaciones habría que valorar posibles pérdidas en la calidad del producto a lo largo de su vida útil.

1. Productos cárnicos cocidos:

Se recomienda el almacenamiento a temperaturas de entre 4 y 8 °C para todas las tipologías de productos. Debe evitarse el almacenamiento a temperatura ambiente durante periodos prolongados de tiempo dado que puede aumentar considerablemente el riesgo para el consumidor.

Las recomendaciones de tiempo de vida útil se proporcionan para los productos envasados al aire y los envasados en ROP de forma conjunta, dadas las pequeñas diferencias obtenidas en las estimaciones. Así, el tiempo de vida útil estaría situado en 5 días a 4 °C para productos con valores de pH (6,7) y a_w elevados (0,995) (escenario (a) tanto de productos envasados al aire como en ROP, Tablas 9 y 10). En aquellas formulaciones con valores inferiores de pH (6,1-6,5) y a_w

(0,974) se pueden mantener durante 10 días a 4 °C o 3 días a 8 °C. Por último, los productos con baja a_w (0,968) y pH (6,1) pueden mantenerse durante >25 días y 19 días a temperaturas de 4 y 8 °C, respectivamente.

2. Patés:

Al igual que con los productos cárnicos cocidos, se recomienda el almacenamiento a temperaturas de entre 4 y 8 °C para todas las tipologías de productos. En el caso de los patés, el almacenamiento a temperatura ambiente de los productos loncheados no es aconsejable dado que *L. monocytogenes* alcanza 100 UFC/g en un tiempo inferior a 36 horas.

Las recomendaciones de tiempo de vida útil se proporcionan para los productos envasados al aire. Se aconseja que aquellos productos con unos niveles más altos de pH (6,44) y a_w (0,988) se mantengan conservados a 4 °C durante un tiempo no superior a 6 días. Los productos con formulaciones de a_w más limitantes para el crecimiento microbiano (0,979) pueden mantenerse durante 10 días a 4 °C, mientras que aquellos patés con a_w (0,971) pueden almacenarse a 4 °C durante un tiempo de 25 días, o a 8 °C durante 7 días.

3. Quesos:

En función del tiempo de maduración, los quesos permitirían un mayor tiempo de vida útil que los alimentos RTE de origen cárnico. Sin embargo, se recomienda que aquellos quesos frescos (tipo Burgos) o con maduraciones cortas, inferiores a 2 semanas (quesos tiernos) se almacenen a 4 °C durante un tiempo aproximado de 8-9 días. Otras tipologías de quesos con tiempos de maduración intermedios (5 semanas) como los quesos semicurados podrían almacenarse a 4 °C durante 15-20 días, o a 8 °C durante 6 días. Por último, aquellos quesos con 8 semanas de maduración, debido al descenso en la a_w permiten un almacenamiento de 25 días a 4 °C y 8 °C, mientras que a 22 °C pueden conservarse durante un tiempo de 9-10 días.

4. Vida útil/riesgo en alimentos envasados al vacío en relación con la presencia de *Clostridium botulinum* y otros posibles riesgos biológicos

Los alimentos refrigerados listos para ser consumidos, se envasan con frecuencia al vacío o en atmósferas modificadas con baja presión de oxígeno. Este tipo de envasado restringe el crecimiento de microorganismos aeróbicos y favorece el crecimiento de los anaerobios. Ello puede dar lugar a condiciones favorables para la proliferación de *Clostridium botulinum*, con el riesgo de producción de toxina botulínica. Este riesgo es más elevado en alimentos de elevado contenido proteico, tales como los productos cárnicos crudo-curados o cocidos, en los que se da lugar a un ambiente reductor. Las cepas proteolíticas de *C. botulinum* no crecen a temperaturas inferiores a 10 °C y no supondrían un riesgo si se mantiene una refrigeración adecuada. No obstante, las cepas no proteolíticas (tipos B, E y F) son capaces de crecer y producir toxina a temperaturas de incluso 3,3 °C (Eklund et al., 1967).

Por tanto, se ha evaluado el riesgo de que las cepas no proteolíticas de *C. botulinum* sean capaces de crecer y producir toxina a partir de modelos y datos bibliográficos. En base a un modelo publicado por Fernández et al. (2001) en medio de laboratorio líquido y disponible en la herramienta

ComBase (2023), que predice el crecimiento de estas cepas en función de la concentración de CO_2 , temperatura de refrigeración, pH y NaCl, se ha establecido la probabilidad de crecimiento. Así, a 5 y 8 °C en condiciones óptimas de pH y a bajas concentraciones de NaCl, crecería por encima de un orden logarítmico en 280 h y 102 h, respectivamente. Es necesario un crecimiento de, al menos, 100 veces el número inicial en *C. botulinum* para que se produzca la formación de toxina botulínica, por lo que se ha considerado un nivel de crecimiento inferior, para que no haya riesgo de formación de dicha toxina.

En otros dos estudios en los que se utilizó un medio cárnico en condiciones anaeróbicas como sustrato (Fernández y Peck, 1997, 1999), para estudiar el efecto de tratamientos térmicos prolongados, en los controles sin calentamiento se observó crecimiento a 5 y 8 °C tras 14 y 7 días, respectivamente. Se corroboró la presencia de toxina cuando se detectaba crecimiento en los tubos mediante una técnica ELISA. Por tanto, en base a estos estudios, se considera que la vida útil en productos en los que pueda estar presente *C. botulinum* con condiciones favorables a su crecimiento debería ser de 11 días si se garantiza una temperatura de refrigeración de 5 °C, y de 4 días si se garantiza una temperatura igual o inferior a 8 °C.

El historial previo de los productos (posible tratamiento térmico) y la presencia o no de lisozima en el alimento pueden hacer variar la predicción. Por ejemplo, la lisozima es abundante en la clara de huevo, que puede añadirse como antimicrobiano (se ha descrito en algunos tipos de queso) (Scott y Bernard, 1985).

Las cepas proteolíticas de *C. botulinum* no pueden crecer a temperaturas inferiores a 10 °C. Por tanto, solo supondrían un riesgo en aquellos productos almacenados a temperatura ambiente y con un ambiente anaeróbico. Este supuesto solo se presentaría en productos cárnicos curados, en los que no se puede multiplicar *C. botulinum* por su a_w , presencia de sales de curado y pH (Peck y Lund, 2013).

5. Evaluación del riesgo asociado a virus

En el caso de la contaminación de origen vírico, el virus de la hepatitis E (HEV, *Hepatitis E Virus*) puede estar presente en productos derivados del cerdo crudos o poco cocinados y de hígado, pues este animal es su principal reservorio (Kupferschmidt, 2016). Para el HEV se desconoce en gran medida la eficacia de los procesos de cocción y curación para la producción de los productos cárnicos cocidos o curados. La falta de metodologías basadas en cultivos celulares para la determinación de la infectividad de este virus ha impedido realizar estudios de inactivación amplios. Según los estudios de inactivación publicados, es necesaria una temperatura interna de la carne de 71 °C durante 20 minutos para inactivar completamente la infectividad del HEV (Emerson et al., 2005) (Barnaud et al., 2012) (Imagawa et al., 2018). Por otro lado, la incidencia de este patógeno en productos cárnicos cocidos o curados es muy limitada, porque hasta la fecha no se dispone de una metodología estandarizada y validada para su detección, aunque en un futuro cercano se dispondrá de ella (ISO, 2023).

En el caso de los virus, que no crecen en los alimentos, los procesos de loncheado y cortado no tienen ningún efecto sobre su estabilidad si estuvieran presentes en el producto cocinado/curado.

Finalmente, hay que tener en cuenta que es frecuente que los alimentos listos para su consumo se contaminen durante la preparación por parte de un manipulador infectado (AESAN, 2011). Por ello, los manipuladores de estos productos, por una falta de higiene, pueden diseminar virus, como es el caso del HEV, el virus de la hepatitis A o los norovirus.

6. Condiciones higiénico-sanitarias

La seguridad de los productos alimenticios se garantiza principalmente mediante un enfoque preventivo, como la adopción de Buenas Prácticas de Higiene y la aplicación de procedimientos basados en los principios de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC). En cada fase de producción, transformación y distribución de los alimentos, incluida la venta al por menor, los operadores de las empresas alimentarias deben adoptar medidas que garanticen que el suministro, la manipulación y la transformación de las materias primas y los productos alimenticios bajo su control se realizan de forma que se cumplan las normas generales de higiene de acuerdo con lo recogido en el 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 (UE, 2004) y, en el caso de establecimientos de comercio al por menor, lo establecido en el 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, 2022). En particular, deberán cumplir con los criterios de higiene del proceso y de seguridad alimentaria que sean aplicables, de acuerdo con lo recogido en el Reglamento (CE) N° 2073/2005 (UE, 2005).

Las estimaciones de vida útil realizadas en este documento consideran una contaminación baja de los patógenos de referencia (tanto *Listeria monocytogenes* como *Clostridium botulinum*). Sin embargo, si se produjeran contaminaciones superiores a las consideradas, se podrían alcanzar los límites de contaminación por *L. monocytogenes* en tiempos más cortos de los recomendados, lo que daría lugar a un riesgo inaceptable para el consumidor. En el caso de *C. botulinum*, se podría, incluso, favorecer la síntesis de toxina botulínica.

Por todo ello, resulta necesario garantizar unas adecuadas condiciones higiénico-sanitarias, especialmente durante la manipulación de los alimentos en las etapas de loncheado o de fraccionamiento. En este sentido, los equipos, utensilios e instalaciones que estén en contacto con los productos alimenticios deberán mantenerse limpios y desinfectados, en buen estado de conservación y no deberán suponer una fuente de contaminación, evitando, en todo caso, la contaminación cruzada entre los alimentos crudos y aquellos listos para su consumo. En el caso de *L. monocytogenes* es necesario tomar muestras del equipo y las zonas de producción, con el fin de detectar su presencia. Esta bacteria tiene la capacidad de formar biofilms, cuya eliminación puede resultar más dificultosa.

Además, todo el personal responsable de la manipulación de este tipo de productos deberá seguir unas buenas prácticas de higiene cumpliendo con lo establecido en el sistema APPCC del establecimiento. Se recomienda especialmente la utilización de una vestimenta limpia protectora, así como el uso y cambio de guantes, acompañado de lavado de manos y limpieza y desinfección de equipos, utensilios y superficies en contacto con el alimento.

Conclusiones del Comité Científico

En base a la información disponible y a los resultados obtenidos para cada uno de los peligros biológicos asociados a los productos loncheados listos para el consumo evaluados en el presente informe, se pueden detallar las siguientes conclusiones:

1. En relación con el riesgo por la presencia de *Listeria monocytogenes*, la vida útil de productos fraccionados o loncheados y envasados (al vacío o no) para la venta en comercio minorista está íntimamente asociada a las características fisicoquímicas de cada grupo de alimentos. Por ello, en el presente informe se han considerado distintos escenarios relacionados con valores de pH y a_w para productos cárnicos, y tiempo de maduración en el caso de los quesos.
2. Se concluye que, en base a la información científica recopilada y estimaciones de los modelos predictivos aplicados en el presente informe, la vida útil admisible para los derivados cárnicos cocidos (como el jamón cocido o la paletilla cocida) almacenados a 4 °C con niveles de a_w igual o superior a 0,995 y pH igual o superior a 6,71 (condiciones más desfavorables evaluadas) es, como máximo, de 5 días tanto para los productos envasados al aire como en atmósferas reducidas en oxígeno, dado que la presencia de *L. monocytogenes* no supone un riesgo microbiológico significativo.
3. Se concluye que la vida útil admisible de patés fraccionados, envasados al aire y almacenados a 4 °C, con valores de a_w igual o superior a 0,988 y pH igual o superior a 6,5 es como máximo, de 6 días, pues la presencia de *L. monocytogenes* no supone un riesgo microbiológico significativo.
4. La vida útil admisible de quesos fraccionados o loncheados, con un periodo de maduración mínimo de 2 semanas e inferior a 2 meses, almacenados a 4 °C, es, como máximo, de 10 días tanto para los productos conservados al aire como en atmósferas reducidas de oxígeno, dado que la presencia de *L. monocytogenes* no supone un riesgo microbiológico significativo.
5. Aquellos productos con unos valores de a_w y pH que limitan el crecimiento de *L. monocytogenes* (como el jamón curado, el chorizo, el salchichón o los quesos de maduración superior a 2 meses) se pueden conservar a temperatura ambiente. En este tipo de productos, las condiciones higiénico-sanitarias del producto, así como del proceso de manipulación en el punto de venta son fundamentales para minimizar el riesgo microbiológico. La vida útil estimada para estos productos estaría relacionada con parámetros no directamente asociados al crecimiento de *L. monocytogenes*.
6. En el presente informe se han contemplado otros escenarios alternativos para los tres grupos de productos que pueden servir de guía u orientación para el establecimiento del tiempo de vida útil en relación con *L. monocytogenes*.
7. El fabricante podrá establecer tiempos de vida útil alternativos a los reflejados en el informe si es capaz de demostrar ante la autoridad sanitaria competente que el producto presenta una combinación de factores y/o condiciones de envasado y almacenamiento que garanticen que la concentración de *L. monocytogenes* es inferior a 100 UFC/g en el momento del consumo.

8. La presencia de *Clostridium botulinum* (tanto cepas proteolíticas como no proteolíticas), con una prevalencia baja en productos loncheados y fraccionados, supondría un riesgo solo en productos conservados en condiciones anaeróbicas, en función de su pH y temperatura de almacenamiento. La vida útil estimada sería muy superior a la establecida para *L. monocytogenes*, por lo que no afecta a las recomendaciones indicadas.
9. En el caso de los virus entéricos, que no se replican en los alimentos, el proceso de loncheado no tiene ningún efecto sobre la estabilidad de los mismos si estuvieran presentes en el producto cocinado/curado. Sin embargo, para estos patógenos, hay que incidir especialmente en las condiciones de higiene de los manipuladores, equipos y utensilios para evitar una posible contaminación cruzada.
10. Se recomienda que los establecimientos sigan y garanticen unas condiciones higiénicas adecuadas durante el procesado (loncheado o fraccionamiento y envasado) para prevenir la contaminación por patógenos de transmisión alimentaria que pueden suponer un riesgo para la salud del consumidor.

Referencias

- AESAN (2011). Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) sobre contaminación vírica de los alimentos, con especial énfasis en moluscos bivalvos, y métodos de control. *Revista del Comité Científico de la AESAN*, 2011, 14, pp: 89-105.
- AESAN (2019). Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. Documento de orientación para la verificación de estudios de vida útil en relación con *Listeria monocytogenes* en alimentos listos para el consumo. Disponible en: https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/gestion_riesgos/Verificacion_vida_util.pdf [acceso: 16-02-23].
- Aymerich, T., Jofré, A., Garriga, M. y Hugas, M. (2005). Inhibition of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* by Natural Antimicrobials and High Hydrostatic Pressure in Sliced Cooked Ham. *Journal of Food Protection*, 68 (1), pp: 173-178.
- Aymerich, T., Martín, B., Garriga, M., Vidal-Carou, M.C., Bover-Cid, S. y Hugas, M. (2006). Safety properties and molecular strain typing of lactic acid bacteria from slightly fermented sausages. *Journal of Applied Microbiology*, 100 (1), pp: 40-49.
- Barnaud, E., Rogée, S., Garry, P., Rose, N. y Pavio, N. (2012). Thermal inactivation of infectious hepatitis E virus in experimentally contaminated food. *Applied and Environmental Microbiology*, 78, pp: 5153-5159.
- BOE (2014). Real Decreto 474/2014, de 13 de junio, por el que se aprueba la norma de calidad de derivados cárnicos. BOE Nº 147, de 18 de junio de 2014, pp: 46058-46078.
- BOE (2015). Real Decreto 126/2015, de 27 de febrero, por el que se aprueba la norma general relativa a la información alimentaria de los alimentos que se presenten sin envasar para la venta al consumidor final y a las colectividades, de los envasados en los lugares de venta a petición del comprador. BOE Nº 54 de 4 de marzo de 2015, pp: 20059-20066.
- 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 Nº 305 de 21 de diciembre de 2022, pp: 178650-178671.
- Borovic, B., Baltic, T., Lakicevic, B., Jankovic, V., Mitrovic, R., Jovanovic, J. y Lilic, S. (2014). Prevalence of *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat food of animal origin. *Tehnologija mesa*, 55 (2), pp: 117-122.

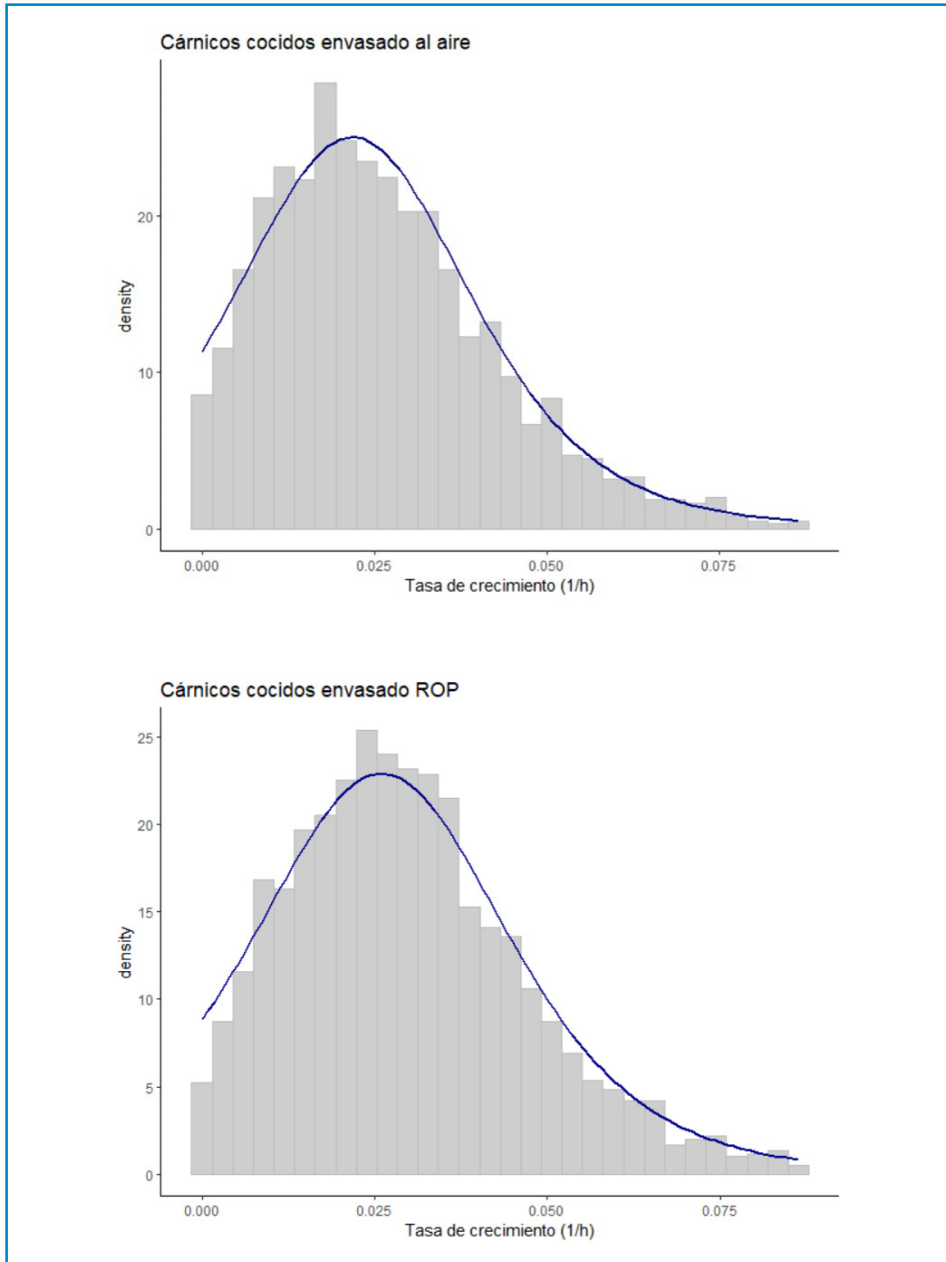
- Buchanan, R.L., Gorris, L.G.M., Hayman, M.M., Jackson, T.C. y Whiting, R.C. (2017). A review of *Listeria monocytogenes*: an update on outbreaks, virulence, dose-response, ecology, and risk assessments. *Food Control*, 75, pp: 1-13.
- CA (2021). Codex Alimentarius. Norma general para el queso CXS 283-1978. Disponible en: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B283-1978%252FCXS_283s.pdf [acceso: 23-03-23].
- ComBase (2023). A Web Resource for Quantitative and Predictive Food Microbiology. Disponible en: <https://www.combase.cc/index.php/en/> [acceso: 16-02-23].
- Eklund, M.W, Wieler, D.I. y Poysky F.T. (1967). Outgrowth and toxin production of nonproteolytic type B *Clostridium botulinum* at 3.3 to 5.6 °C. *Journal of Bacteriology*, 93 (4), pp: 1461-1462.
- Emerson, S.U., Arankalle, V.A. y Purcell, R.H. (2005). Thermal stability of hepatitis E virus. *Journal of Infectious Diseases*, 192, pp: 930-933.
- Esteban, M.A., Fernández-Salguero, J., León, F. y Marcos, A. (1979). Actividad del agua y pH de algunos quesos españoles. *Archivos de Zootecnia*, 28 (109), pp: 21.
- Fang, T., Liu, Y.H. y Huang, L.H. (2013). Growth kinetics of *Listeria monocytogenes* and spoilage microorganisms in fresh-cut cantaloupe. *Food Microbiology*, 34, pp: 174-181.
- Farber, J.M., Zwietering, M., Wiedmann, M., Schaffner, D., Hedberg, C.W., Harrison, M.A., Hartnett, E., Chapman, B., Donnelly, C.W., Goodburn, K.E. y Gummalla, S. (2021). Alternative approaches to the risk management of *Listeria monocytogenes* in low-risk foods. *Food Control*, 123, pp: 10760.
- FAO (2010). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Meat Processing Technology. (H. Gunter & H. Peter, Eds.). Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/010/ai407e/AI407E00.htm> [acceso: 16-02-23].
- FDA (2003). U.S. Food and Drug Administrator. U.S. Department of Agriculture (USDA). Quantitative assessment of the relative risk to public health from foodborne *Listeria monocytogenes* among selected categories of ready-to-eat foods. Disponible en: <https://www.fda.gov/food/foodscienceresearch/risksafetyassessment/ucm183966.htm> [acceso: 16-02-23].
- Fernández P.S., George S.M., C. Sills, C.C. y Peck, M.W. (1997). Predictive model of the effect of CO₂, pH, temperature and NaCl on the growth of *Listeria monocytogenes*, *International Journal of Food Microbiology*, 37, pp: 37-45.
- Fernández, P.S. y Peck, M.W. (1997). Predictive model describing the effect of prolonged heating at 70 to 80 degrees C and incubation at refrigeration temperatures on growth and toxigenesis by nonproteolytic *Clostridium botulinum*. *Journal of Food Protection*, 60, pp: 1064-1071.
- Fernández, P.S. y Peck, M.W. (1999). A predictive model that describes the effect of prolonged heating at 70 to 90 degrees C and subsequent incubation at refrigeration temperatures on growth from spores and toxigenesis by nonproteolytic *Clostridium botulinum* in the presence of lysozyme. *Applied and Environmental Microbiology*, 65, pp: 3449-3457.
- Fernández, P.S, Baranyi, J. y Peck, M.W. (2001). A predictive model of growth from spores of non-proteolytic *Clostridium botulinum* in the presence of different CO₂ concentrations as influenced by chill temperature, pH and NaCl. *Food Microbiology*, 18, pp: 453-461.
- Fernández-Salguero, J., Gómez, R. y Carmona, M.A. (1993). Water Activity in selected High-Moisture Foods. *Journal of Food Composition and Analysis*, 6, pp: 364-369.
- Fernández-Salguero, J. (1995). Conservación de productos cárnicos por aplicación de factores combinados: Productos españoles de humedad intermedia y alta. *Revista Española de Ciencia y Tecnología de los Alimentos*, 35, pp: 233-246.
- Fox, P., McSweeney, P., Cogan, T. y Guinee, T. (2004). En libro: *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*, Volume 1. Elsevier Academic Press 3rd Edition. ISBN: 97800805009359.

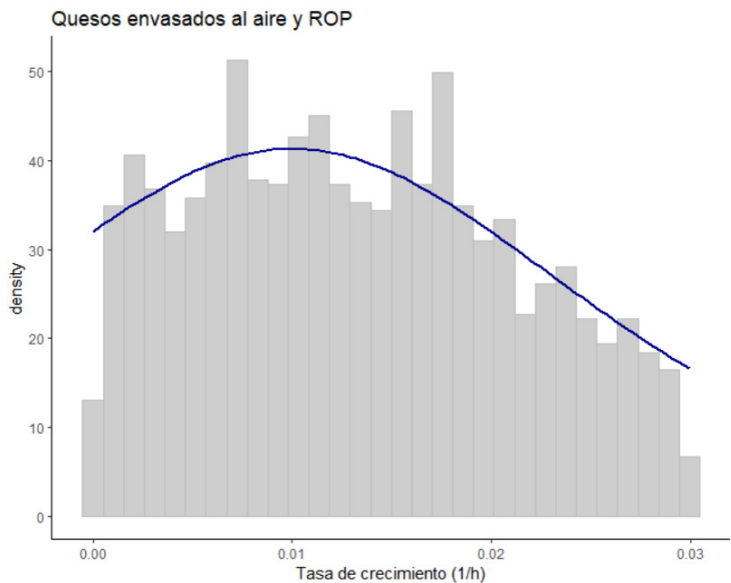
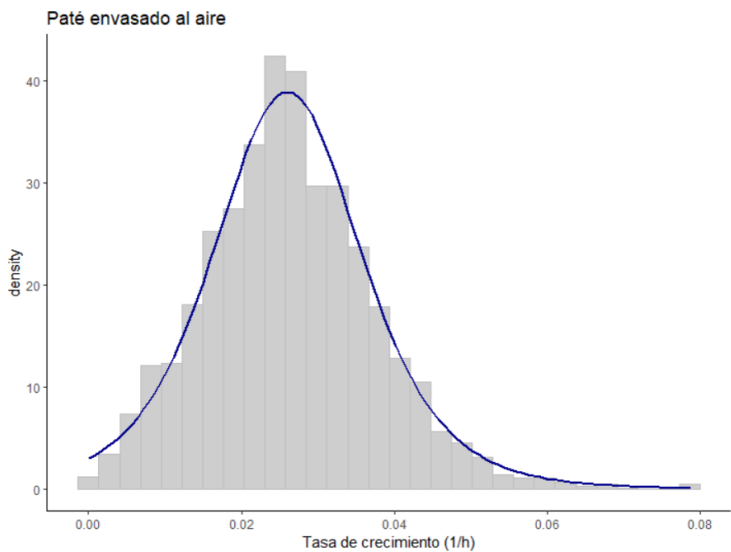
- Garrido, V., García-Jalón, I. y Vitas, A.I. (2010). Temperature distribution in Spanish domestic refrigerators and its effect on *Listeria monocytogenes* growth in sliced ready-to-eat ham. *Food Control*, 21, pp: 896-901.
- Giaouris, E., Chorianopoulos, N., Doulgeraki, A. y Nychas, G.J. (2013). Co-culture with *Listeria monocytogenes* within a dual-species biofilm community strongly increases resistance of *Pseudomonas putida* to benzalkonium chloride. *PLoS One*, 8: e77276.
- Gounadaki, A.S., Skandamis, P.N., Drosinos, E.H. y Nychas, G.J.E. (2008). Microbial ecology of food contact surfaces and products of small-scale facilities producing traditional sausages. *Food Microbiology*, 25, pp: 313-323.
- Hudson, J.A., Mott, S.J. y Penney, N. (1994). Growth of *Listeria monocytogenes*, *Aeromonas hydrophila*, and *Yersinia enterocolitica* on vacuum and saturated carbon dioxide-controlled atmosphere-packaged sliced roast beef. *Journal of Food Protection*, 57, pp: 204-208.
- ICMSF (1996). International Commission on Microbiological Specifications for Foods. Microorganisms in foods 5. Microbiological specifications of food pathogens. Roberts, T.A., Baird-Parker, A.C. y Tompkin, R.B. (Ed.), Blackie Academic & Professional. Londres.
- Imagawa, T., Sugiyama, R., Shiota, T., Li, T.-C., Yoshizaki, S., Wakita, T. y Ishii, K. (2018). Evaluation of Heating Conditions for Inactivation of Hepatitis E Virus Genotypes 3 and 4. *Journal of Food Protection*, 81 (6), pp: 947-952.
- ISO (2023). International Organization for Standardization. ISO/TC34/SC9/WG31 (Draft). Determination of hepatitis E virus in meat and meat products, and liver and liver products, using real-time RT-PCR. Disponible en: ISO/TC 34/SC 9 – Microbiology [acceso: 11-05-23].
- Kupferschmidt, K. (2016). Europe's new hepatitis problem. *Science*, 353 (6302), pp: 862-863.
- Lin, C., Takeuchi, K., Zhang, L., Dohm, C.B., Meyer, J.D., Hall, P.A. y Doyle, M.P. (2006). Cross-Contamination between Processing Equipment and Deli Meats by *Listeria monocytogenes*. *Journal of Food Protection*, 69 (1), pp: 71-79.
- Lücke, F.K. (2003). Fermented meat products. En libro: *Encyclopedia of food science and nutrition*. Caballero, B., Trugo, L.C. y Finglas, P.M. (Ed.). Oxford: Academic Press, pp: 2338- 2344.
- Martínez-Ríos, V. y Dalgaard, P. (2018). Prevalence of *Listeria monocytogenes* in European cheeses: A systematic review and meta-analysis. *Food Control*, 84, pp: 205-214.
- Nastasijevic, I., Milanov, D., Velebit, B., Djordjevic, V., Swift, C., Painset, A. y Lakicevic, B. (2017). Tracking of *Listeria monocytogenes* in meat establishment using Whole Genome Sequencing as a food safety management tool: a proof of concept. *International Journal of Food Microbiology*, 257, pp: 157-164.
- Ordóñez, J.A. y de la Hoz, L. (2001). Embutidos crudos curados. Tipos. Fenómenos madurativos. Alteraciones. En libro: *Enciclopedia de la carne y los productos cárnicos*, Vol. II, Martín Bejarano, S. (Ed.), pp: 1063-1090.
- Peck, M.W. y Lund, B.M. (2013). *Clostridium botulinum*. En libro: *Guide to Foodborne Pathogens*, Labbé, R.G. y Santos García (Ed.), pp: 91-111.
- Pérez-Rodríguez, F., Castro, R., Posada-Izquierdo, G.D., Valero, A., Carrasco, E., García-Gimeno, R.M., Zurera, G. (2010). Evaluation of hygiene practices and microbiological quality of cooked meat products during slicing and handling at retail. *Meat Science*, 86, pp: 479-485.
- Pérez-Rodríguez, F., Carrasco, E., Bover-Cid, S., Jofré, A. y Valero, A. (2017). Closing gaps for performing a risk assessment on *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat (RTE) foods: activity 2, a quantitative risk characterization on *L. monocytogenes* in RTE foods; starting from the retail stage. External Scientific Report. EFSA supporting publication: EN-1252.
- Possas, A. (2019). Modelos de inactivación de *Listeria monocytogenes* en embutidos crudo curados tratados con altas presiones hidrostáticas y su aplicación en la evaluación cuantitativa del riesgo microbiológico (tesis doctoral). Universidad de Córdoba. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10396/17741> [acceso: 16-02-23].
- Possas, A., Hernández, M., Esteban-Carbonero, O., Valero, A. y Rodríguez-Lázaro, D. (2022). *Listeria monocytogenes* survives better at lower storage temperatures in regular and low-salt soft and cured cheeses. *Food Microbiology*, 104, pp: 103979.

- Roca, M. e Incze, K. (1990). Fermented sausages. *Food Reviews International*, 6 (1), pp: 91-118.
- Romero de Ávila, M.D., Cambero, M.I., Ordoñez, J.A., de la Hoz, L. y Herrero, A.M. (2014). Rheological behaviour of comercial cooked meat products evaluated by tensile test and textura profile analysis (TPA). *Meat Science*, 98, pp: 310-315.
- Rubio, R. (2014). Productos cárnicos fermentado-curados funcionales y seguros. Nueva vía de ingestión de probióticos [tesis doctoral]. Universidad de Girona. Disponible en: <https://dugi-doc.udg.edu/bitstream/handle/10256/9821/trrm.pdf?sequence> [acceso: 16-02-23].
- Ryser, E.T. y Marth, E.H. (1987). Behavior of *Listeria monocytogenes* during the manufacture and ripening of Cheddar cheese. *Journal of Food Protection*, 50, pp: 7-13.
- Sant'Ana, A.S., Landgraf, M., Destro, M.T. y Franco, B.D.G.M. (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.
- Scott, V.N. y Bernard, D.T. (1985). The effect of lysozyme on the apparent heat resistance of nonproteolytic type B *Clostridium botulinum*. *Journal of Food Safety*, 7 (3), pp: 145-154.
- Toldrá, F. (2015). En libro: *Handbook of Fermented Meat and Poultry*, 2nd Ed. Toldrá, F. (Ed.) West Sussex, England: John Wiley & Sons, Ltd. Disponible en: <http://doi.org/10.1002/9780470376430> [acceso: 16-02-23].
- UE (2002). Reglamento (CE) N° 178/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo de 28 de enero de 2002 por el que se establecen los principios y los requisitos generales de la legislación alimentaria, se crea la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria y se fijan procedimientos relativos a la seguridad alimentaria. DO L 31 de 1 de febrero de 2002, pp: 1-24.
- 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.
- 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 (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 y por el que se modifican los Reglamentos (CE) N° 1924/2006 y (CE) N° 1925/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, y por el que se derogan la Directiva 87/250/CEE de la Comisión, la Directiva 90/496/CEE del Consejo, la Directiva 1999/10/CE de la Comisión, la Directiva 2000/13/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, las Directivas 2002/67/CE, y 2008/5/CE de la Comisión, y el Reglamento (CE) N° 608/2004 de la Comisión. DO L 304 de 22 de noviembre de 2011, pp: 18-63.
- Valero, A., Hernández, M., Esteban-Carbonero, O. y Rodríguez-Lázaro, D. (2018). Modelling the fate and serogroup variability of persistent *Listeria monocytogenes* strains on grated cheese at different storage temperatures. *International Journal of Food Microbiology*, 286, pp: 48-54.
- Van Impe, J.F., Schellekens, B.M.N., Martens, T. y De Baerdemaeker, J. (1995). Predictive microbiology in a dynamic environment: a system theory approach. *International Journal of Food Microbiology*, 25 (3), pp: 227-249.
- Vorst, K.L., Todd, E.C.D. y Ryser, E.T. (2006). Transfer of *Listeria monocytogenes* during mechanical slicing of turkey breast, bologna, and salami. *Journal of Food Protection*, 69 (3), pp: 19-26.
- Yousef, A.E., y Marth, E.H. (1990). Fate of *Listeria monocytogenes* during the manufacture and ripening of Parmesan cheese. *Journal of Dairy Science*, 73, pp: 3351-3356.

Anexo I

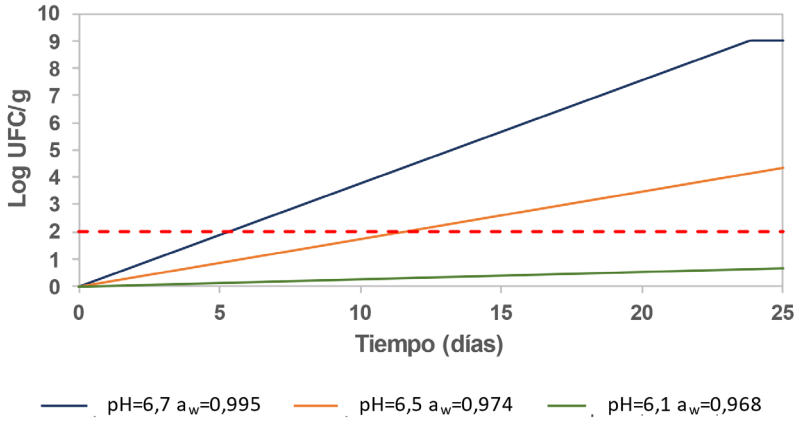
Distribuciones estadísticas ajustadas para los valores de μ_{ref} 5 °C para las categorías de alimentos RTE que pueden favorecer el crecimiento de *L. monocytogenes*



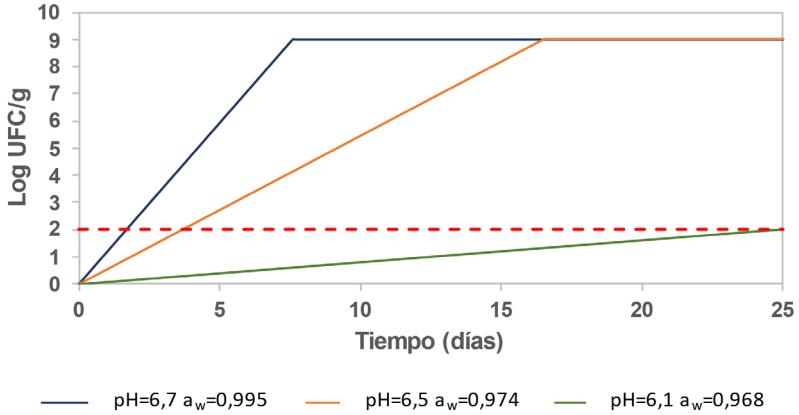


Cinéticas de crecimiento de *L. monocytogenes* en los distintos alimentos RTE

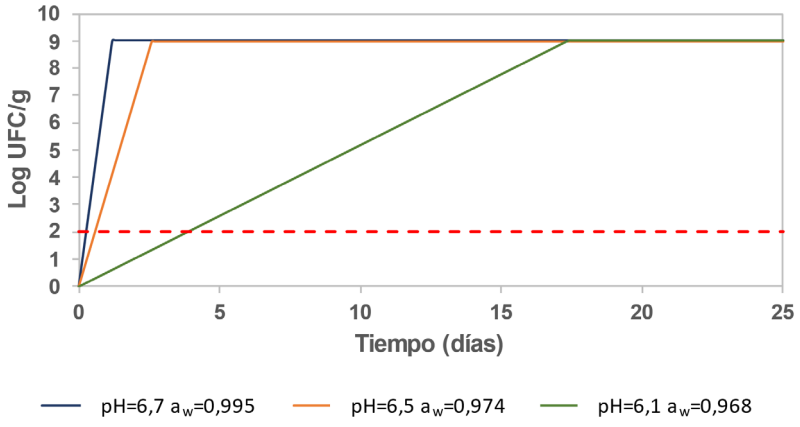
Cárnicos cocidos envasados al aire (4° C)



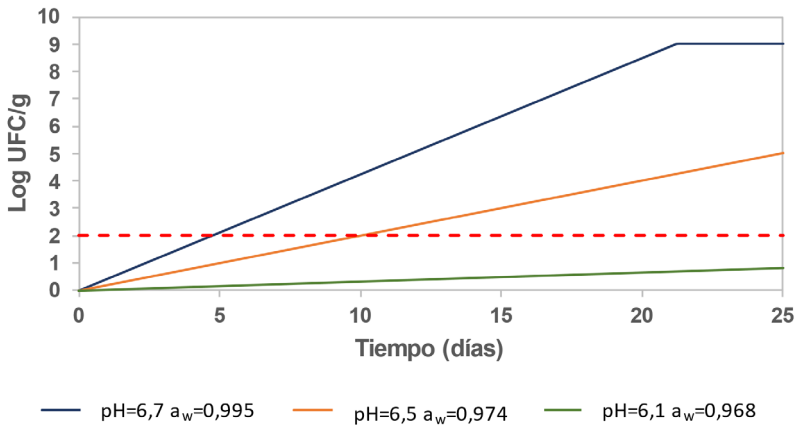
Cárnicos cocidos envasados al aire (8° C)



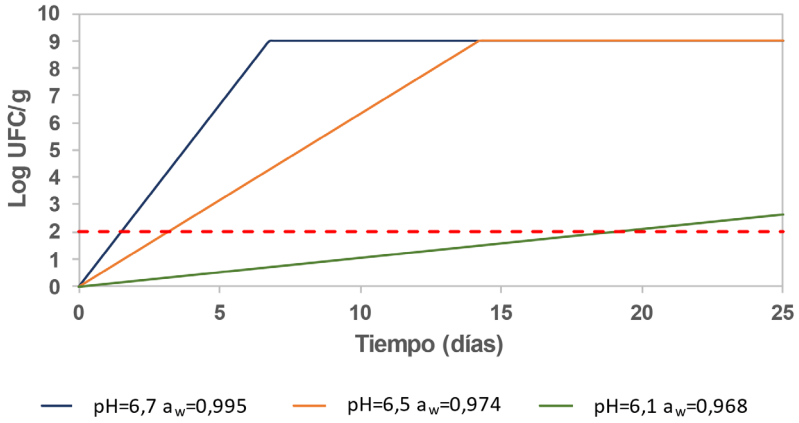
Cárnicos cocidos envasados al aire (22° C)



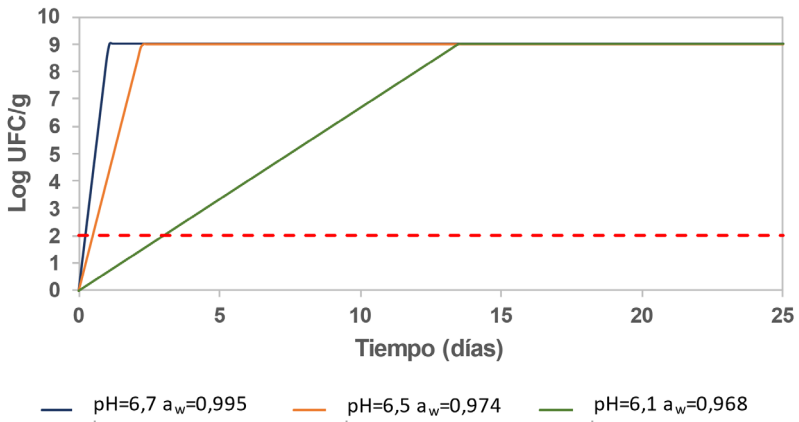
Cárnicos cocidos envasados ROP (4° C)



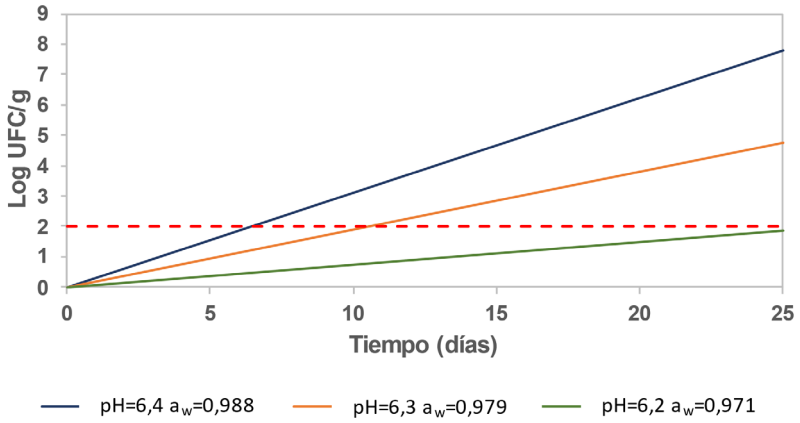
Cárnicos cocidos envasados ROP (8° C)



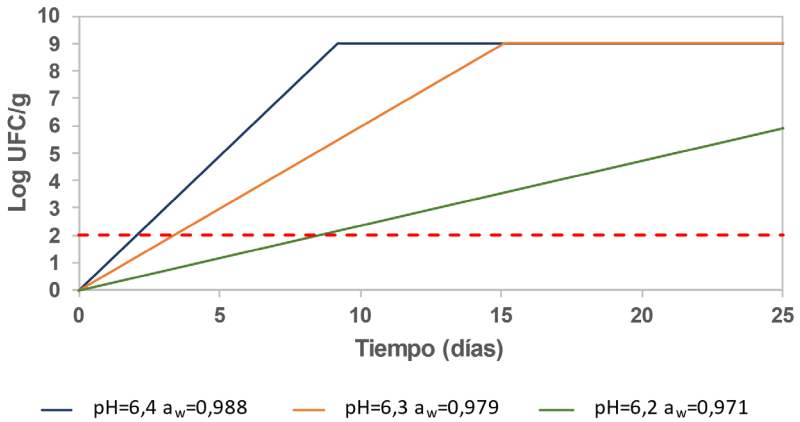
Cárnicos cocidos envasados ROP (22° C)



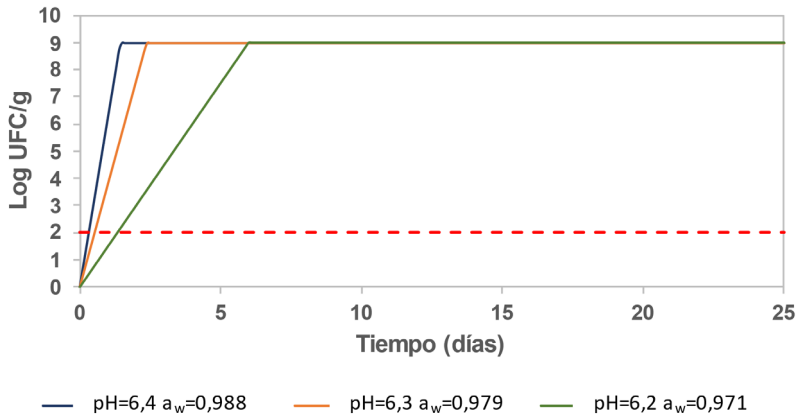
Paté envasado al aire (4° C)



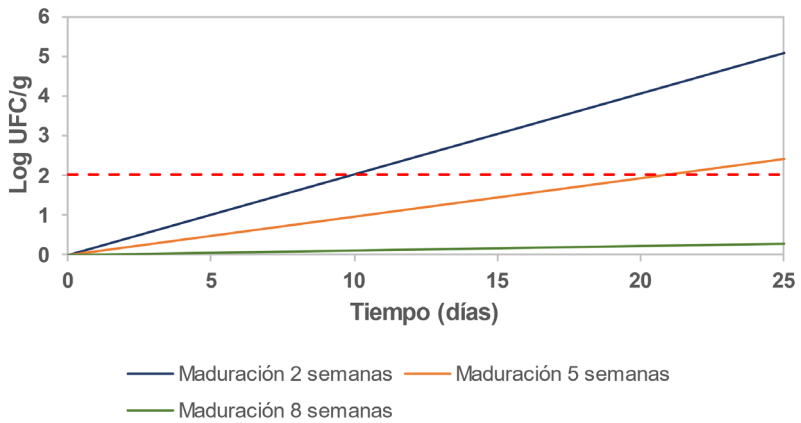
Paté envasado al aire (8° C)



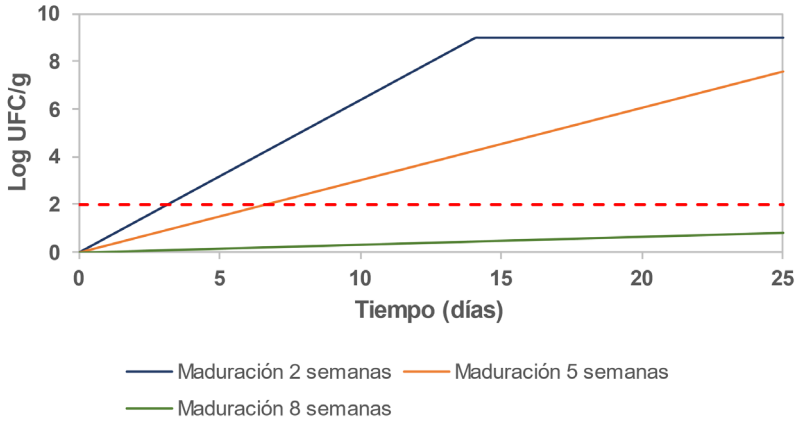
Paté envasado al aire (22° C)



Quesos envasado al aire y ROP (4° C)



Quesos envasado al aire y ROP (8° C)



Quesos envasado al aire y ROP (22° C)

