

# EL ROL DE LOS PARAMETROS DE LETALIDAD DE SALMONELA EN LOS PROCESOS TERMICOS: EL CASO DE MANI TOSTADO

## THE ROLE OF SALMONELLA LETHALITY PARAMETERS IN THERMAL PROCESSES: THE CASE OF ROASTED PEANUTS

Guerberoff, G. K.<sup>1</sup>; Reinante, R.<sup>2</sup>; Grosso, N. R.<sup>2,3</sup>; Olmedo, R. H.<sup>2,4</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Laboratorio de Tecnología de Alimentos (LabTA) / Química Orgánica. Córdoba. Argentina.

<sup>2</sup>Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Laboratorio de Tecnología de Alimentos (LabTA) / Química Biológica. Córdoba. Argentina.

<sup>3</sup>CONICET. Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal (IMBIV). Córdoba. Argentina.

<sup>4</sup>CONICET. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos Córdoba (ICYTAC). Córdoba. Argentina.

rolmedo@agro.unc.edu.ar

### RESUMEN

Los alimentos son susceptibles de ser afectados por diferentes microorganismos ya que ofrecen condiciones adecuadas para su crecimiento y multiplicación. La salmonela es uno de los principales patógenos que generan enfermedades de transmisión alimentaria a nivel mundial por lo que los procesos de elaboración de los alimentos requieren controles que eliminen o disminuyan los riesgos microbiológicos a valores aceptables. Una de las principales operaciones industriales de control se da por medio de los procesos térmicos, ya sea para cocción de los alimentos o para control de la carga microbiana. Adecuados parámetros de muerte térmica de salmonela (valor D y Z) son requeridos para determinar la letalidad de los procesos térmicos con el fin de garantizar la inocuidad de los alimentos. Dichos valores, D y Z, dependen del microorganismo analizado y de la matriz del alimento, como así también, de los parámetros de los procesos térmicos aplicados. Un ejemplo de ello sería el correcto uso del proceso de horneado del maní tostado, ya que se debe garantizar la eliminación de salmonela. Conocer los parámetros de muerte térmica ensayada en productos de maní es un requisito indispensable para la mejora de la letalidad en los procesos térmicos.

Palabras clave: horneado, inocuidad, letalidad, maní, salmonela.

### ABSTRACT

Food is susceptible to being affected by microorganisms, allowing the growth of these in case of suitable conditions or serving as their transport, conveying them in case they do not provide adequate conditions for multiplication and growth. Salmonella is one of the main pathogens that cause foodborne diseases worldwide. Food manufacturing processes require controls that eliminate or reduce microbiological risks to acceptable values. One of the main industrial control operations is through thermal processes, either for cooking food or for controlling the microbial load. The adequate parameters of salmonella heat death (D and Z value) are required to determine the lethality of thermal processes in order to guarantee food safety. However, these D and Z values depend on the microorganism and the food matrix, as well as the parameters of the thermal processes applied. An example of this would be the correct use of the roasted peanut baking process, since it is necessary to guarantee the elimination of this pathogen. Knowing the parameters of thermal death tested in peanut products is an essential requirement for improving lethality in thermal processes.

Keywords: decimal reduction, baking, safety, lethality.

### LA PROBLEMÁTICA DE LOS MICROORGANISMOS RELACIONADA CON LA INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS

Los alimentos son susceptibles de portar microorganismos y, en muchos casos, brindan un

contexto adecuado que permite su proliferación. Por ejemplo, alimentos con alta cantidad de agua disponible (altos en actividad de agua) y nutrientes diversos, permiten mejor el crecimiento de microorganismos, siendo los alimentos perecederos los más riesgosos (es

por ello que son perecederos). Por otro lado, hay alimentos que poseen condiciones no adecuadas para el desarrollo de los microorganismos, como por ejemplo una baja actividad de agua y escasos nutrientes, asimismo permiten el transporte de los microorganismos desde la producción del alimento hasta el consumidor. La contaminación con microorganismos puede proceder tanto del momento de la obtención de la materia prima alimentaria, como así también de los procesos de elaboración en sus diferentes etapas si no son llevadas a cabo con rigurosidad en la inocuidad (ANMAT, 2011). Es por ello que dentro de la industria se utilizan operaciones básicas o unitarias con el fin de poder disminuir o controlar la amenaza microbiológica hasta niveles aceptables para el consumo de los alimentos. En otras circunstancias, simplemente el adecuado manejo del alimento es la clave para el control microbiológico, ya que son productos no tratados térmicamente o que no disponen de una reducción de la carga microbiana, como, por ejemplo, algunos quesos que por su proceso de elaboración son realizados con leche sin pasteurizar. Dentro de las operaciones de control de microorganismos en el procesamiento de alimentos, son las de procesos térmicos las que resultan más relevantes en la actualidad, con técnicas como la pasteurización en diferentes rangos de temperatura, la esterilización de alimentos y los procesos de cocción por aire caliente, agua u otro líquido como aceite o grasas (Cheng *et al.*, 2021). Es fundamental la provisión de alimentos inocuos a los consumidores por lo que, ya sea que el alimento se comporte como medio de crecimiento o como vehículo de transporte, los microorganismos patógenos deben estar ausentes y las medidas de control son claves para asegurar el bienestar de la salud de la población.

#### **LA IMPORTANCIA DEL CONTROL POR MUERTE TÉRMICA DE SALMONELA**

La salmonela es uno de los principales microorganismos patógenos que se desarrollan en los alimentos, siendo una de las principales causas de enfermedad de transmisión alimentaria (ETA) (OMS, 2018). Las características de su crecimiento generan un sinnúmero de brotes de ETA a nivel mundial tanto por contaminación en la elaboración como en la manipulación para su consumo. Dentro de las ETA causadas por salmonela se encuentran la infección con *Salmonella spp* que genera salmonelosis común y la infección con *Salmonella tiphimurium* responsable de la fiebre tifoidea la cual es una variante de la salmonelosis común pero aún más perjudicial. Estas dos ETA generan cuadros de enfermedad en los consumidores cuando se infectan por alimentos contaminados. Los productos de producción primaria pueden contener salmonela, pero

es en el procesamiento de los alimentos en donde debe eliminarse mediante el control de las operaciones vinculadas a la elaboración del mismo, con el objetivo de obtener un producto final apto para su consumo, ya sea que necesite una cocción posterior o sea un alimento *ready to eat* (listo para consumir). Para que los alimentos se presenten inocuos frente a los consumidores, una de las medidas de control adecuadas es el uso de *parámetros de muerte térmica* de salmonela mediante el uso de dos indicadores que brindan información sobre el proceso térmico y la eficacia del mismo. Dichos parámetros son el **valor D** (tiempo de reducción decimal) y el **valor Z** (Jarvis *et al.*, 2016). El *valor D* hace referencia al tiempo, en minutos, que se requiere para disminuir 10 veces (90% de reducción de las unidades formadoras de colonias "UFC", es decir el número de bacterias) a una determinada temperatura. A modo de ejemplificar, supongamos un valor D de 8,5 minutos a 120°C, esto significaría que se necesitan 8,5 minutos a una temperatura de 120°C para disminuir el número de microorganismos 10 veces; es decir que se pasaría de contar con 100 UFC inicialmente a 10 UFC posterior al tratamiento térmico. Continuando con el ejemplo, si con este valor D de 8,5 a 120°C se necesitara bajar la cantidad de bacterias a 1 UFC al final del proceso sería necesaria la reducción de 2 decimales (2 valores D), por lo cual se necesitan 8,5 min para bajar de 100 UFC a 10 UFC y 8,5 minutos adicionales para bajar de 10 UFC a solamente 1 UFC a 120°C. De esta manera el proceso necesita un tiempo total de 17 minutos a 120°C para bajar de 100 UFC a 1 UFC.

El *valor Z* representa el cambio de temperatura que se debe aplicar en un sistema térmico para reducir un valor D. Es decir que un valor Z de 30°C implica que es necesario subir 30°C la temperatura para acelerar la disminución de microorganismos. Un valor D de 5 minutos a 60°C en un sistema con un contenido inicial de 100 UFC, significa que el contenido de bacterias disminuye a 10 UFC si se mantiene dicha temperatura durante 5 minutos. Si se quiere acelerar el proceso y obtener un conteo final de 1 UFC, se puede incrementar la temperatura de 30°C (valor Z), por lo que se necesitarían 5 minutos a 90°C (60°C de referencia + 30°C del valor Z) para alcanzar 2 reducciones logarítmicas. Si se aplica esta nueva condición de temperatura, es decir 90°C, el sistema contendrá solo 1 UFC en 5 minutos en lugar de alcanzar dicha condición a los 10 minutos (2 valores D) a una temperatura menor (60°C). Estos valores de D y Z son característicos para cada microorganismo y según las condiciones a las cuales se ejecuta el proceso o ensayo. La importancia de estos valores radica en la posibilidad de determinar la letalidad de los procesos térmicos que se utilizan en la producción de alimentos.

## EL CONTEXTO DE LA SALMONELA EN LA INDUSTRIA MANISERA

La importancia del control de los procesos térmicos para salmonela en maní cobró auge a partir de un brote de salmonela ocurrido en pasta de maní que se comercializaba en Estados Unidos. La compañía "Peanut Corporation of America" (PCA) era una empresa dedicada a la producción de productos de maní que en el año 2008 distribuyó en el mercado estadounidense pasta de maní contaminada con salmonela, transformándose en el evento de ETA relacionado al maní más importante a nivel mundial con un total de 529 casos confirmados de infección de *Salmonella tiphimurium* (CDC, 2009). En marzo del 2009, posterior al evento, la Administración de Drogas y Medicamentos de Estados Unidos (FDA) emite un documento llamado "Guía para la industria: Medidas para abordar el riesgo de contaminación por especies de salmonela en alimentos que contienen un producto derivado del maní como ingrediente". En dicha guía se sugiere la utilización de 5 reducciones logarítmicas (5D) en los procesos térmicos donde el maní es cocido (FDA, 2009). Además, indica que debe evaluarse la característica del producto, y a su vez, las determinaciones de transferencia térmica dentro del mismo. En este contexto, Estados Unidos posee la reglamentación más estricta del mundo en cuanto a los procesos térmicos.

A nivel mundial, numerosas empresas utilizan maní en sus productos por lo que solicitan que los procesos térmicos de elaboración (por ejemplo, del maní tostado o de la pasta de maní) cumplan con algunos criterios de reducción logarítmica de muerte térmica (entre 2D y 5D). Para calcular cuantas reducciones decimales son aplicadas en el proceso térmico de cocción, se utiliza el *cálculo de letalidad*. Este cálculo está dado por la ecuación  $F_0 = F_R \times 10^{(T_R - T)/Z}$ , en donde:  $F_0$  es la letalidad del proceso,  $F_R$  es el valor D,  $T_R$  es la temperatura de referencia en donde se determinó el valor D, T es la temperatura del proceso y Z es el valor de reducción decimal por temperatura. Esta letalidad se determina operativamente a través de la utilización de una sonda de temperatura (termómetro) que mide la temperatura en el interior de la cama de maní a intervalos de segundo de medición, mientras recorre todo el largo del proceso de horneado.

## EL CONTROL DE LA SALMONELA EN LA INDUSTRIA MANISERA

De acuerdo al Código Alimentario Argentino los productos de maní deben estar libres de salmonela para su comercialización y se consideran no aptos para

consumo si se detecta su presencia (CAA, 2021). Los lotes de maní que son liberados para su comercialización son estadísticamente evaluados mediante un muestreo aleatorio de unidades y una posterior confirmación de ausencia del patógeno para su comercialización de manera de asegurar el cuidado de la salud de los consumidores. Sin embargo, esta es una verificación de adecuación microbiológica en donde se evidencia la necesidad de actuar en forma preventiva ya que de demostrarse la presencia de salmonela en el producto se debe tomar una acción correctiva como la destrucción total del lote. Si bien el producto no sale al mercado comercial, la empresa sufre graves pérdidas relacionadas a la destrucción total de la mercadería, tiempos productivos perdidos por descontaminación de las líneas de producción con procedimientos de higiene y capacitación del personal involucrado en la manipulación de los alimentos. A su vez, también se pueden generar gastos relacionados al incumplimiento de contratos comerciales lo que conlleva a una pérdida adicional y una reducción del margen de beneficio, el cual afecta a la rentabilidad del negocio (**Tabla 1**).

**Tabla 1.** Resumen de potenciales perjuicios por incidentes por presencia de salmonela en un escenario interno en una compañía x (sin salir el producto al mercado)

| PERJUICIO DE INCIDENTE DE SALMONELA: ESCENARIO INTERNO DE LA COMPAÑÍA |  |                                      |
|---|--|--------------------------------------|
| Costos  | Asociados a las pérdidas que están identificadas en el proceso de elaboración del producto | Destrucción del producto             |
|   |  | Detención de línea de proceso        |
|   |  | Horas laborales perdidas             |
|   |  | Capacitación del personal            |
|   |  | Implementación de nuevos controles   |
| Gastos  | Asociados a las pérdidas no identificadas en el proceso de elaboración del producto        | Retraso en cumplimiento de contratos |
|   |  | Búsquedas de nuevos proveedores      |
|   |  | Daño en la imagen de la compañía     |
|   |  | Incremento de póliza de seguro       |
|   |  | Perdida de ganancia por venta        |
|   |  | Investigación del desvío             |

Utilizando control de muerte térmica de salmonela mediante el cálculo de letalidad del horno (fórmula que involucra D y Z) se puede saber el daño que se genera en la salmonela y cuantos logarítmicos de muerte térmica son necesarios en la elaboración de determinados productos. Identificar los valores D y Z en productos

específicos de maní es uno de los desafíos más importantes del proceso térmico, ya que no son extrapolables los valores calculados en un medio líquido porque las matrices son muy diferentes. Además, la problemática implica que los procesos de elaboración de los productos de maní son dinámicos y no estáticos. Un sistema estático de elaboración se relaciona con una producción de un lote de productos estándar, como por ejemplo, una lata de dulce de batata, la cual se elabora siempre de la misma manera y se brinda un proceso térmico constante (por ejemplo de 20 minutos a 105°C). En la industria manisera, en cambio, los procesos de control de las operaciones térmicas en un horno (cocción con aire caliente) se dan en condiciones dinámicas, ya que los diferentes clientes solicitan distintos tipos de productos de maní con variaciones en el color final (que depende del tratamiento térmico recibido), del tamaño del maní y, a su vez, de los procesos internos relacionados a la productividad, como por ejemplo los kilos/horas de producción del horno que genera la cama de maní (altura de la cantidad de maní en la cinta transportadora dentro de un horno continuo) que puede variar entre 3 a 6 cm de alto. Todo esto dificulta tener una determinación estándar del tiempo y la temperatura para calcular la letalidad del proceso, por lo que la recomendación más adecuada es trabajar en las condiciones que aseguren los mínimos procesos térmicos de tiempo y temperatura en las condiciones más críticas de horneado y en las situaciones en las que disminuye la transferencia de calor. Por ejemplo, el maní pequeño se empaqueta mejor generando una mayor densidad a granel, con una altura de cama de 6 cm y utilizando baja temperatura de cocción para la obtención de un maní color claro). Si este proceso alcanza la letalidad buscada se infiere que los procesos que implican una mejor transferencia de calor (mayor temperatura de horneado, maní más grandes que permita la circulación de aire caliente en la cama, cama de maní más angosta, etc.) van a incrementar la letalidad del proceso. Teniendo en cuenta estas variables para el proceso térmico, se estará trabajando de manera preventiva para evitar la aparición de desvíos en los criterios microbiológicos en productos de maní que presentan diferentes formas físicas (Figura 1).

#### DETERMINACION DE VALOR D Y Z DE SALMONELA EN PRODUCTOS DE MANI

Los cálculos de letalidad se realizan, en la mayoría de los casos, en base a la muerte térmica de salmonela determinada en un medio líquido, el cual, es utilizado como referencia por el Panel de Almendras de California (California Almonds, 2009). Sin embargo, los valores D y Z dependen del proceso y las condiciones del medio

donde se encuentre. Es por ello, que el Laboratorio de Tecnología de Alimentos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (LabTA-FCA-UNC) se encuentra abocado en la caracterización de valores D y Z de salmonela regionales en productos de maní elaborado.

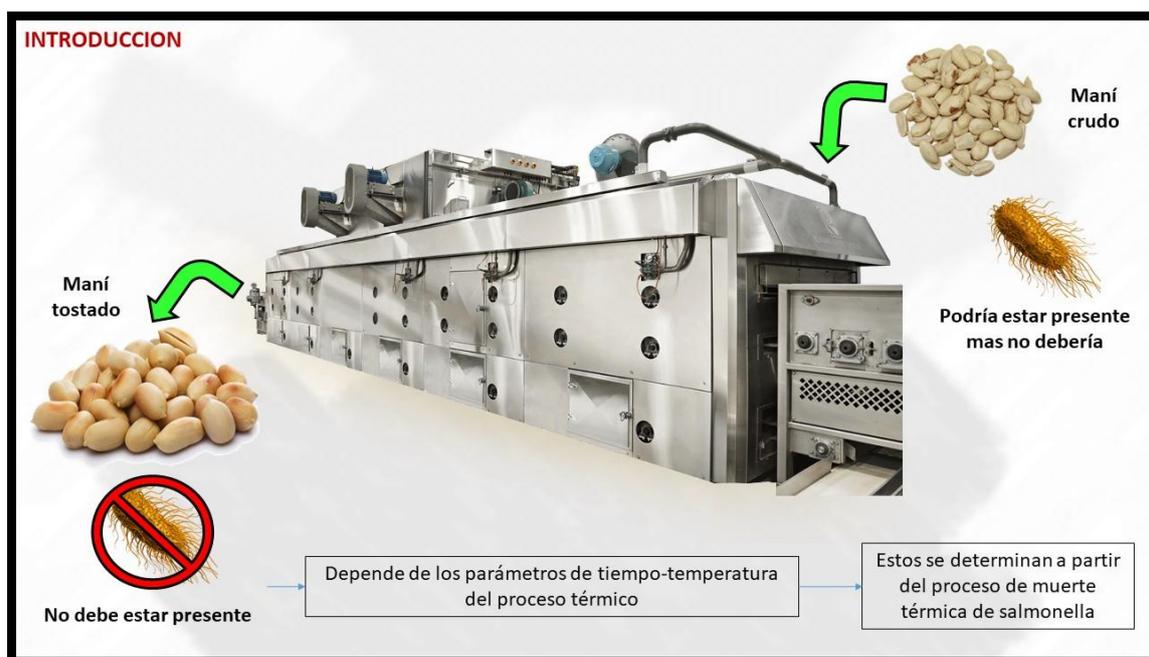


**Figura 1.** Muestras controles de maní tostado y pasta de maní que fueron inoculadas con salmonela para el cálculo de valores Z y D.

La formación del grupo “Inocuidad Alimentaria en el Sector Manisero” conformado por el socio productivo “Fundación Maní Argentino”, la institución beneficiaria “Facultad de Ciencias Agropecuarias – UNC” y financiado en forma conjunta con el Ministerio de Ciencia y Tecnología de la Provincia de Córdoba (Mincyt-Cba) a través del Programa “Proyectos Especiales de Innovación Científico – Tecnológico Integrados en Red” permite la ejecución del proyecto denominado “Determinación de los parámetros de muerte térmica de salmonela en productos de maní para validación de procesos térmicos”. Este proyecto busca brindar caracterización sobre los valores D y Z en los productos de maní para mejorar los programas de inocuidad en el sector manisero de una manera preventiva mediante el control de los procesos térmicos de muerte térmica de salmonela (Figura 2).

#### BIBLIOGRAFÍA

- Cheng, T., Tang, J., Yang, R., Xie, Y., Chen, L., Wang, S. 2021. Methods to obtain thermal inactivation data for pathogen control in low-moisture foods. Trends in Food Science & Technology, 112, 174-187.
- ANMAT. 2011. Análisis Microbiológico de los Alimentos. Metodología Analítica Oficial. Microorganismos Patógenos. Volumen 1. [http://www.anmat.gov.ar/renaloe/docs/Analisis\\_microbiologico\\_de\\_los\\_alimentos\\_Vol\\_1.pdf](http://www.anmat.gov.ar/renaloe/docs/Analisis_microbiologico_de_los_alimentos_Vol_1.pdf).



**Figura 2.** Captura de presentación de seminario de transferencia en el grupo asociativo “Inocuidad Alimentaria en el Sector Manisero” del proyecto.

OMS. 2018. Salmonella (no tifoidea).

[https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/salmonella-\(non-typhoidal\)](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/salmonella-(non-typhoidal))

Jarvis, N. A., O’Byran, C. A., Dawoud, T. M., Park, S. H., Kwon, Y. M., Crandall, P. M., Ricke, S. C. 2016. Review: An overview of Salmonella thermal destruction during food processing and preparation. Food Control, 68, 280-290.

CDC. 2009. Multistate Outbreak of Salmonella Typhimurium Infections Linked to Peanut Butter, 2008-2009 (Final Update). <https://www.cdc.gov/salmonella/2009/peanut-butter-2008-2009.html>

CNN. 2015. Sentencian a 28 años a dueño de compañía de maní por brote de salmonella en EE.UU. <https://cnnspanol.cnn.com/2015/09/21/sentencian-a-28-anos-a-dueno-de-compania-de-mani-por-brote-de-salmonela-en-ee-uu/>

FDA. 2009. Guidance for Industry: Measures to Address the Risk for Contamination by Salmonella Species in

Food Containing a Peanut-Derived Product as an Ingredient. [https://www.fda.gov/regulatory-information/search-fda-guidance-](https://www.fda.gov/regulatory-information/search-fda-guidance-documents/guidance-industry-measures-address-risk-contamination-salmonella-species-food-containing-peanut)

[documents/guidance-industry-measures-address-risk-contamination-salmonella-species-food-containing-peanut](https://www.fda.gov/regulatory-information/search-fda-guidance-documents/guidance-industry-measures-address-risk-contamination-salmonella-species-food-containing-peanut)

FDA. 2016. Hazard Analysis and Risk-Based Preventive Controls for Human Food: Draft Guidance for Industry.

<https://www.fda.gov/media/99572/download>

CAA. 2021. Capitulo III: De los Productos Alimenticios. [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/an\\_mat\\_caa\\_capitulo\\_iii\\_prod\\_alimenticiosactualiz\\_2021-03.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/an_mat_caa_capitulo_iii_prod_alimenticiosactualiz_2021-03.pdf)

California Almonds. 2009. Good Manufacturing Practices.

<https://www.almonds.com/sites/default/files/2020-04/gmp-manual.pdf>.