

CALIDAD SANITARIA Y PERFIL DE RIESGO DE *Salmonella* spp. EN HAMBURGUESAS DE CERDO

Karelia Ávila-González^{1} y René Tejedor-Arias²*

¹UEB Empacadora Abel Santamaría, Empresa Cárnica TAURO. Calle 234 y Final, No. 24922, Abel Santamaría, Boyeros, La Habana, C.P. 10800, Cuba. E-mail: kareag92@gmail.com

²Instituto de Farmacia y Alimentos. Universidad de La Habana, Cuba.

Recibido: 25-02-2023 / Revisado: 29-03-2023 / Aceptado: 23-04-2023 / Publicado: 27-04-2023

RESUMEN

Con este estudio se determinó el perfil de riesgo de *Salmonella* spp. y la calidad sanitaria en hamburguesas de cerdo de una empresa empacadora de carne importante de la capital. Para ello, se realizaron inspecciones higiénico-sanitarias según lo descrito en la Guía de Inspección Sanitaria del CNICA. El nivel de conocimiento de los manipuladores se evaluó mediante una encuesta. Para predecir el crecimiento de *Salmonella* spp. en el escenario de la planta se aplicó el Programa de Modelación de Patógenos (PMP). La caracterización del riesgo fue estimada con el programa de Ross-Sumner. Si bien las condiciones higiénicas de la instalación alcanzaron una puntuación de 82 puntos y los resultados de la encuesta fueron satisfactorios, con 85,9 % de respuestas correctas, se detectaron insuficiencias y abusos en el manejo de las temperaturas durante el proceso que podrían ocasionar el crecimiento microbiano. A través del modelo utilizado, se pudo predecir que cuando la masa de hamburguesa, con 2,1 % de NaCl y pH 6,4, se mantiene a 25 °C, el número de células alcanza la dosis infectiva en 4,1 h, lo que representa un peligro. Finalmente, mediante el programa de Ross y Sumner se estimó un riesgo para los consumidores de 67 %, lo que refleja la probabilidad de ocurrencia de un brote de ETA por consumo de hamburguesas, en caso de ocurrir la contaminación por *Salmonella* a partir de las

materias primas, los manipuladores o la contaminación cruzada durante el proceso.

Palabras clave: calidad sanitaria, perfil de riesgo, hamburguesas, *Salmonella* spp.

ABSTRACT

Sanitary quality and risk profile of *salmonella* spp. in pork hamburgers

With this study were determined the risk profile of *Salmonella* spp. and sanitary quality of a meat packing company in the capital. For this, hygienic-sanitary inspections were made as described in the CNICA Sanitary Inspection Guide. Knowledge level of handlers was evaluated by means of a survey. To predict the growth of *Salmonella* spp. in the plant scenery, the Pathogen Modeling Program (PMP) was applied. Risk characterization was estimated with the Ross-Sumner program. Although the hygienic conditions of the facility reached a score of 82 points and the results of the survey were satisfactory, with 85.9% of correct answers, insufficiencies and abuses were detected in the management of temperatures during the process that could cause the microbial growth. Through the model used, it was possible to predict that when the hamburger dough, with 2.1% NaCl and pH 6.4, is kept at 25 °C, the number of cells reaches the infective dose in 4.1 h,

which represents a danger. Finally, through the Ross-Sumner program, a risk for consumers of 67% was estimated, which reflects the probability of occurrence of a foodborne disease outbreak due to consumption of hamburgers, in the event of contamination by *Salmonella* from raw materials, handlers or cross-contamination during the process.

Keywords: sanitary quality, risk profile, hamburgers, *Salmonella* spp.

INTRODUCCIÓN

La entidad encargada del Control y Prevención de Enfermedades de Estados Unidos (CDC), estima que *Salmonella* spp. no tifoideas son responsables de causar aproximadamente 153 millones de casos de gastroenteritis humana y 57 000 muertes a nivel mundial cada año (1).

Se estima que el mayor número de salmonelosis se presentan en regiones en vías de desarrollo, así, en África, cada año se presentan 91 millones de casos, alcanzando las 32 000 muertes anuales. Aproximadamente 77 millones de personas enferman cada año en Sudamérica por alimentos contaminados, siendo el agente causal *Salmonella* no tifoidea responsable del 95 % de las infecciones (2).

En la región americana se estima que la carga de enfermos por transmisión alimentaria llega a los 48 millones de personas de los cuales se tiene registro de 3000 muertes cada año. En la Unión Europea se ha reportado a *Salmonella* spp., como el segundo agente causal de enfermedades transmitidas por alimentos, después de *Campylobacter* spp. (3).

Las carnes y los productos cárnicos fueron los alimentos en los cuales se identificaron los mayores porcentajes de aislados resistentes y el grupo de alimento que más se relacionó con brotes de ETA en Cuba. Datos de interés epidemiológico de brotes por *Salmonella* spp. reportados por el Ministerio de Salud Pública (2011 a 2016) reportan 562 brotes, de ellos 280 tienen origen en las carnes y subproductos (4).

La mayoría de los brotes de *Salmonella* en humanos, están asociados con el consumo de huevos y carne de aves de corral, mientras que, durante las últimas dos décadas, una proporción significativa se relacionó con el consumo de carne de cerdo y sus productos (5). Se ha reportado que varios de los serovares de esta bacteria, habitan en el intestino de los cerdos, resultando potencialmente patógenos para el ser humano (6). Por lo tanto, el control de *Salmonella* en la industria porcina representa un gran desafío por las implicaciones que conlleva en salud pública (7).

La hamburguesa es un producto crudo elaborado con carne picada a la que se agrega sal, diversos condimentos y especias.

Puede ser obtenida en forma artesanal o industrial, requiriéndose en el caso del proceso artesanal un mayor control en las condiciones higiénico-sanitarias. Por otra parte, se ha reconocido en forma general, que, en los procesos industriales, la mayor tecnificación y automatización en la obtención de productos alimenticios, favorece una mejora en la calidad fisicoquímica y microbiológica, principalmente por el establecimiento de estándares en el proceso y en el control de las condiciones higiénico-sanitarias de la materia prima empleada y el procesamiento (8).

Durante los años 2004 a 2016 en Cuba se reportaron 23 aislados de *Salmonella* spp. resistentes a los antibióticos en hamburguesas, lo que equivale a 13,2 % de los aislamientos con fenotipos resistentes del total identificados (9).

El objetivo del trabajo fue determinar el perfil de riesgo de *Salmonella* spp. y la calidad sanitaria en hamburguesas de cerdo de una empresa empacadora importante de la capital.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para realizar el trabajo, se seleccionó una empresa empacadora importante de la capital cuya misión fundamental consiste en la elaboración de productos cárnicos. Al analizar el proceso se tuvo en cuenta las características de preparación de la masa de hamburguesa, el proceso de conformación y las condiciones de almacenamiento, lo cual puede ser indicador de la probable existencia de riesgos microbiológicos.

Con vistas a identificar el estado higiénico-sanitario del centro se procedió a aplicar la Guía de Inspección Sanitaria del CNICA (10), en la que se evalúan los principales aspectos que inciden en las condiciones higiénicas de la instalación, con el objetivo de identificar las deficiencias en los siguientes aspectos: edificación e instalación, condiciones del área de elaboración, equipos y utensilios, manipuladores de alimentos, requisitos higiénicos de elaboración, aseguramiento y control de calidad y saneamiento. A partir de las deficiencias encontradas se otorgaron puntuaciones a los diferentes objetos de inspección: áreas exteriores, edificios, aguas industriales, aguas residuales y otros residuales líquidos, plagas, higiene del personal, equipos y útiles de producción y almacenamiento. Según los puntos obtenidos la instalación obtiene una clasificación: excelente: 100 a 90 puntos, buena: 80 a 89,9 puntos y deficiente: 70 a 79,9 puntos. Para la determinación del tamaño de muestra se estableció el Nivel de Inspección para usos generales II, y se empleó el plan de muestreo simple para inspección normal (11). La encuesta se aplicó a 15 trabajadores.

La Evaluación de Riesgos se realizó a través de la metodología siguiente:

1. Determinación del propósito de la evaluación

En esta etapa se precisaron las razones, metas a cumplir y el escenario acorde a las situaciones donde se aplicó la Evaluación del Riesgo. Se identificó el par *Salmonella* spp. – hamburguesa.

2. Identificación del peligro

Para la identificación del peligro se tuvo en cuenta la información obtenida de la literatura científica consultada, la cual apunta hacia *Salmonella* spp. como una bacteria responsable de una gran parte de las toxiinfecciones alimentarias, por su elevada incidencia en los productos de aves y la carne de cerdo y productos derivados, tanto en Cuba como en el resto del mundo.

3. Caracterización del peligro.

Salmonella spp. puede contaminar los alimentos a través de diversas vías, en caso de incumplimientos de las Buenas Prácticas de Manufactura y los Programas de Saneamiento. Una vez en los alimentos es capaz de multiplicarse en un rango de temperatura de 6,7 a 45 °C, actividad de agua de 0,93 y valores de pH en un intervalo de 4 a 9 y llegar a alcanzar dosis infectivas del orden de 5 log ufc/g o incluso a niveles más bajos. Resulta notable su supervivencia en carnes congeladas. Si bien la bacteria muere por los tratamientos de cocción y pasteurización, la infección puede ocurrir por contaminaciones cruzadas antes del consumo, causando enterocolitis (12).

Para la caracterización del peligro se utilizó el Programa de Modelación de Patógenos de la USDA. Para el manejo de la predicción microbiológica, se consideró un posible abuso en la temperatura de conservación y las variaciones en la concentración de sal. Se realizaron mediciones de temperatura en varias etapas del proceso, cuyos datos se emplearon en el modelo, así como los resultados de la concentración de NaCl de los lotes analizados en el laboratorio.

4. Evaluación de la exposición

Para la evaluación de la exposición del consumidor al peligro en estudio, se tuvo en consideración las características de la población y la frecuencia probable de consumo.

5. Caracterización del riesgo

La caracterización del riesgo se estimó mediante el empleo del programa interactivo semicuantitativo de simulación de Ross y Sumner, basado en 11 preguntas relativas al riesgo. Las mismas, de forma general, incluyen cuestiones referidas a la severidad del peligro, características de consumo, proceso y preparación del producto, entre otros. Los resultados fueron expresados como: Probabilidad de enfermar consumidor por día, predicción del número total de enfermos en la población de interés y rango de riesgo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado de la aplicación de la guía de inspección se obtuvo una calificación de bien, con un total de 82 puntos. No obstante, se detectaron las siguientes deficiencias: Las puertas del área de producción y almacén no son autocerrables. No hay instaladas cortinas de aire que den suficiente protección. No existen equipos de protección contra la entrada de insectos cerca de las puertas de entrada o salida del recinto. Existe presencia de moscas y cucarachas por lo que pueden ser perjudiciales para la situación sanitaria de la entidad, a pesar de la existencia y aplicación de un plan de control integrado de plagas. No se garantiza la adecuada climatización de las áreas de proceso, cuestión fundamental para garantizar la inocuidad de los productos. Los tratamientos de aguas residuales son insuficientes, ya que solo se utilizan trampas de grasa, que, al ser limpiadas de acuerdo con la programación, pueden contaminar el área de producción debido a su localización. Las unidades sanitarias incluyendo las taquillas personales no están en buen estado, aunque se encuentran en fase de remodelación. Los resultados de la aplicación del Perfil Sanitario se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Resultados de la aplicación de la Guía de Inspección Sanitaria

Indicador	Valor de referencia	Puntuación
I. Áreas exteriores		
Indicador 1: orden y limpieza	5	5
II. Edificios		
Indicador 2: mantenimiento	3	2
Indicador 3: ventilación.	3	2
Indicador 4: iluminación	3	3
Indicador 5: orden de áreas interiores	7	5
Indicador 6: limpieza de áreas interiores	8	6
Indicador 7: almacenamiento de materias primas y materiales	4	4
III. Aguas industriales		
Indicador 8: cantidad de agua	2	2
Indicador 9: calidad del agua	5	5
IV. Aguas y otros productos residuales		
Indicador 10: sistema de eliminación de aguas y otros productos residuales	6	3
V. Desechos sólidos		
Indicador 11: almacenamiento	4	3
Indicador 12: recogida	4	4
VI. Servicios sanitarios		
Indicador 13: orden y limpieza	5	3
VII. Plagas		
Indicador 14: roedores	3	3
Indicador 15: insectos nocivos	3	0
Indicador 16: pájaros	3	3
VIII. Manipulación de la producción y los servicios		
Indicador 17: aspectos y hábitos de higiene personal	7	7
IV. Equipos y útiles de producción		
Indicador 18: orden y mantenimiento	4	4
Indicador 19: limpieza y desinfección	15	12
X. Productos		
Indicador 20: almacenamiento	4	4
Indicador 21: transportación	2	2
TOTAL	100	82

El resultado fue satisfactorio, alcanzando 85,9 % de respuestas correctas. Todos los manipuladores contestaron correctamente las preguntas de la 2 a la 6, de la 10 a la 12 y la 17. Sin embargo, aunque el personal tiene conocimientos de los

aspectos básicos de manipulación, las preguntas con más errores fueron las siguientes: 8, 9, 14 y 16, como se muestra en la Tabla 2 y en la Fig. 1. se expresa el porcentaje de respuestas correctas.

Tabla 2. Resultado de las encuestas a los manipuladores

Pregunta	Respuesta Incorrecta (%)
1. ¿Qué es una enfermedad transmitida por alimentos? a) Cuando el alimento contaminado provoca una infección e intoxicación b) Enfermedad ocasionada por consumir mucha azúcar c) Enfermedad que ocasiona cuando consumimos alimentos chatarra con alto contenido de grasa	93,33
2. ¿Cuál de las siguientes acciones provocaría enfermedades transmitidas por alimentos? a) Cocinar a temperaturas elevadas los alimentos b) Lavarse las manos a cada momento c) Manipular el alimento sin antes haberse lavado las manos	100
3. ¿De qué manera se contaminan los alimentos? a) Cuando el manipulador de alimentos tiene heridas en la mano y trabaja sin guantes b) Cuando se almacenan alimentos crudos y cocidos en el mismo lugar c) Todas las anteriores	100
4. ¿Qué es higiene del manipulador de alimentos? a) Son costumbres del manipulador aprendidas en la televisión b) Son prácticas y comportamientos que todo manipulador de alimentos debe tomar con el fin de prevenir trasmisión de enfermedades c) Es un acto en donde el manipulador cocina a altas temperaturas un alimento	100
5. ¿Cuál de los siguientes sucesos afectaría la salud? a) Que el alimento esté en mal estado o vencido b) Que el alimento esté expuesto al polvo, animales e insectos c) Todas las anteriores	100
6. ¿Qué síntomas provocaría una infección o intoxicación alimentaria por una mala manipulación de alimentos? a) Fiebre, dolor estomacal y diarreas b) Muchas ganas de orinar c) Dolor en los pies	100
7. ¿Cuál de las opciones cumple con la correcta vestimenta de un manipulador de alimentos? a) Gorra, mascarilla, reloj, delantal b) Gorra, guantes, pulsera, delantal c) Gorra, mascarilla, guantes, delantal	86,67
8. ¿Dónde se pueden localizar principalmente las bacterias si el manipulador no cumple con la protección adecuada? a) brazos y piernas b) Cabello, uñas, manos, saliva c) Solamente en la nariz	67
9. ¿Si una persona que manipula los alimentos estornuda cerca o en el propio alimento que tipo de contaminación ocasiona? a) Contaminación cruzada b) Contaminación directa c) Contaminación indirecta	53
10. ¿Cuáles son los alimentos más rápidos a contaminarse? a) Productos enlatados (atún, aceite, duraznos en conserva) b) Gaseosas, snacks c) Leche, huevos, carnes y cremas	100
11. Si Usted es fumador realiza esta actividad: __En el área de trabajo __En un área destinada a ello __En los pasillos	100
12. El manipulador de alimentos se lava las manos: __Solo cuando comienza a trabajar. __Frecuentemente. __Al terminar su trabajo.	100
13. Las tablas de corte, mesas, y otros recipientes se limpian:	93,3

Pregunta	Respuesta Incorrecta (%)
__Al final de cada operación o producto a elaborar. __Al final del turno. __Cada 3 horas exactamente.	
14. ¿Cuál es el rango de temperatura óptimo para el crecimiento de microorganismos? __85 a 100 °C __4,4 a 60 °C __0 a 4 °C.	60
15. Cuáles de las siguientes enfermedades son consideradas ETA __tuberculosis __ brucelosis __candidiasis __ salmonelosis	66,67
16. ¿Cuál es el rango de temperatura óptimo para el crecimiento de microorganismos? __85 a 100 °C __4,4 a 60 °C __0 a 4 °C.	40
17. ¿Cuál es una de las principales causas de los brotes de Enfermedades Transmitidas por los Alimentos (ETA)? __Correcto lavado de las manos. __Mantener los alimentos a temperaturas inadecuadas durante y después de procesarlos. __Ubicación apropiada de equipos y utensilios en las áreas de la cocina.	100

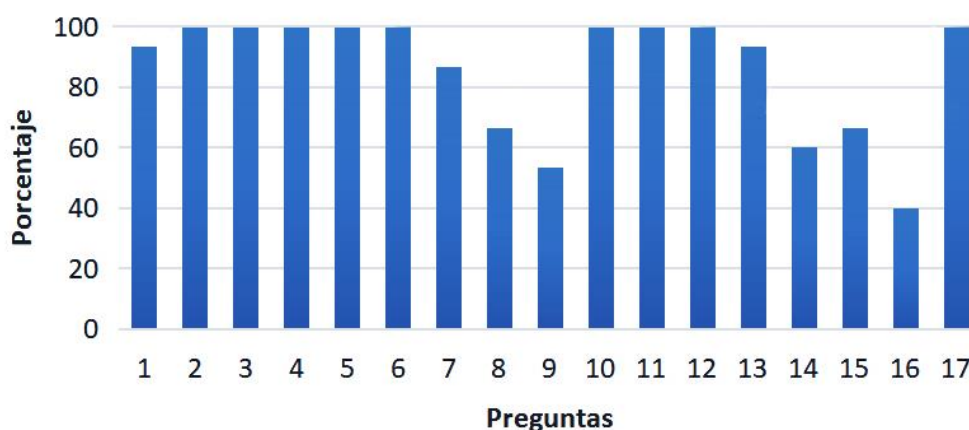


Fig. 1. Porcentaje de respuestas contestadas correctamente en base al total de las preguntas encuestadas.

Se recomendó al área de capacitación realizar charlas y seminarios, reforzando el contenido de las preguntas con más errores (13).

Las Fig. 2 y 3 muestran el comportamiento del crecimiento probable de *Salmonella* spp. a diferentes valores de temperatura y concentración de NaCl a partir de datos reales obtenidos de la producción. El resultado indica que, en la misma etapa, pero en diferentes momentos, con una temperatura de 25 °C y concentración de 2,1 % de NaCl, puede

ocurrir un incremento de 2 log ufc en un promedio de 4,1 h, lo que constituye un peligro, a diferencia de otros momentos de procesamiento con temperaturas inferiores y porcentajes de sal más elevados. Estos resultados constituyen una alerta de peligro en que se puede incurrir al no manejar adecuadamente la etapa final del proceso de conformación de las hamburguesas hasta que llega al cliente, teniendo en cuenta que *Salmonella* spp. puede sobrevivir en temperaturas de congelación.

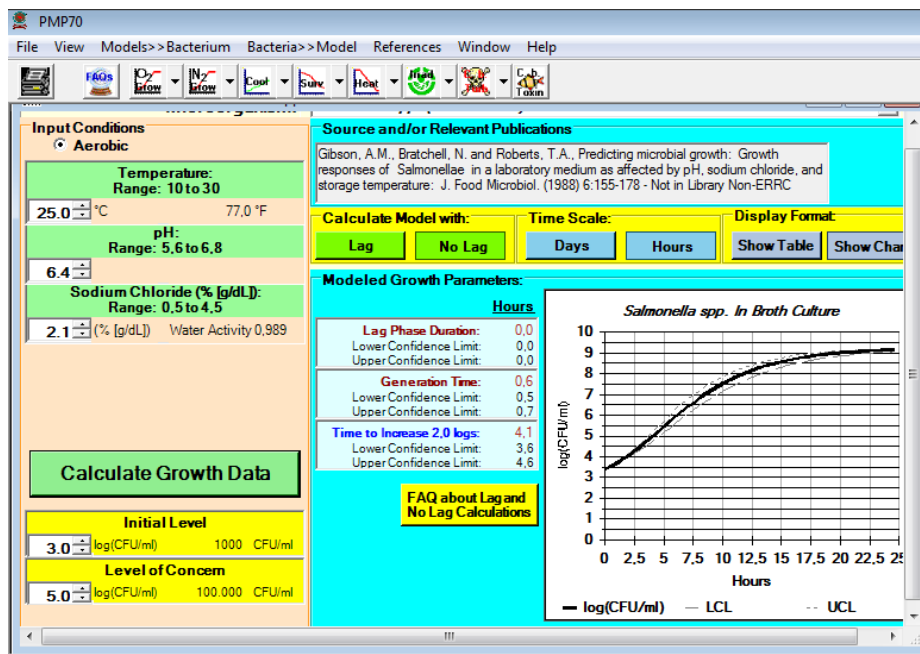


Fig. 2. Crecimiento de *Salmonella* spp. en la conformación de hamburguesa de cerdo a 25 °C, pH 6,4 y 2,1 % de NaCl según el modelo predictivo (PMP, ver. 7.0).

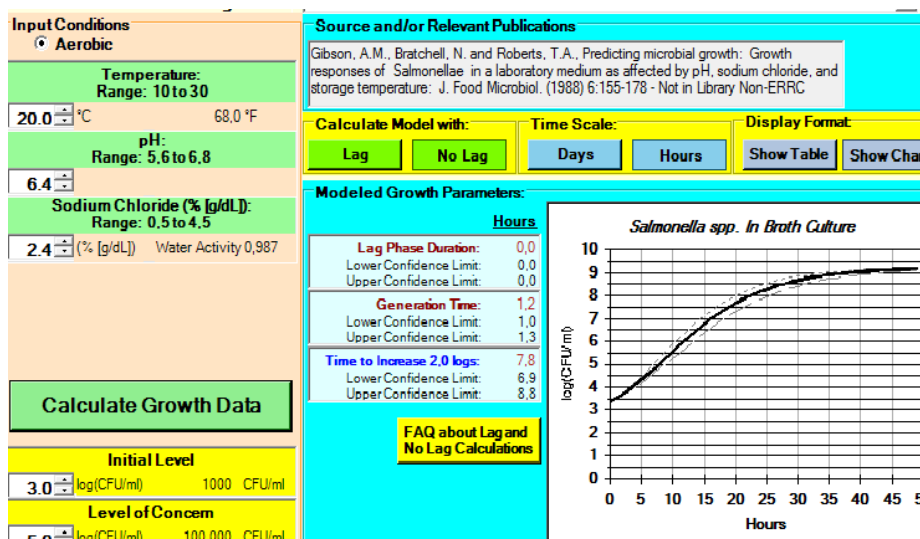


Fig. 3. Crecimiento de *Salmonella* spp. en la conformación de hamburguesa de cerdo a 20 °C, pH 6,4 y 2,4 % de NaCl según el modelo predictivo (PMP, ver. 7.0).

El programa de Ross y Sumner para la caracterización de riesgo arrojó resultados para cada una de las preguntas formuladas, a través de la información adquirida durante la investigación (Tabla 3). El riesgo estimado fue de 67 %, mayor que el aceptado por los países industrializados de 60 a

63 % (13), por lo que se concluye que los resultados reflejan la probabilidad de ocurrencia de un brote de ETA por consumo de hamburguesas, en caso de existir una contaminación por *Salmonella* y ocurrir su multiplicación según el modelo predictivo en las condiciones del proceso.

CONCLUSIONES

Las condiciones higiénico-sanitarias y la capacitación del personal de la planta empacadora son satisfactorias, pero deben ser objeto de una mejora continua en base a las deficiencias detectadas. Se comprobó que se cometen abusos en los parámetros de tiempo y temperatura en una etapa del proceso y por ello *Salmonella* spp. es capaz de crecer en el producto hamburguesa con riesgo para los consumidores, en correspondencia con los modelos matemáticos utilizados.

REFERENCIAS

1. Hunter J. Watkins L. Salmonellosis (Non typhoidal). Centers for Disease Control and Prevention, Ch 3; 2017.pp 1-12
2. Puig-Hernández R, Leyva-Castillo V, Pérez-González Y. Agentes bacterianos asociados a brotes de enfermedades transmitidas por alimentos en La Habana. Rev Cub Hig Epid 2013; 51(1):74-83.
3. EFSA. The European Union summary report on antimicrobial resistance in zoonotic and indicator bacteria from humans, animals and food in 2017. EFSA Journal 2017; 274-8.
4. Da Silva-Guiz J. Plasmid-mediated colistin resistance in *Salmonella enterica*: A Review. Microorganisms 2019; 7(2):11-5.
5. De Frutos-Jimenez M, López-Lugo L, Berbel-Herrera M. Brote de *Salmonella typhimurium* monofásica asociada al consumo de carne asada de cerdo. Rev QUiMiC. 2018; 7(5):156-9.
6. Puig-Jiménez Y. Perfil de riesgo de bacterias resistentes a los antimicrobianos en alimentos que se comercializan en Cuba (tesis de doctoral). Instituto Nacional de Higiene Epidemiología y Microbiología. La Habana; 2021.
7. Ríos-Casas A. Morales-Cauti S. Vilca-Carhuallanqui, A. Determinación del perfil de resistencia antibiótica de *Salmonella enterica* aislada de cerdos faenados en un matadero de Lima, Perú (tesis doctoral). Universidad Veterinaria del Perú; 2019.
8. WHO. WHO's first ever global estimates of food borne diseases find children under account for almost one third of deaths. Retrieved from. http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2015/foodbornedisease_estimates.pdf; 2015. Acceso en noviembre 2022.
9. Tejedor R. Evaluación de Riesgos en la Manipulación de Alimentos. En: El análisis de riesgos como base de los sistemas de inocuidad de los alimentos. Centro de Gestión y Desarrollo de la Calidad (CDGC) y Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), La Habana, 2013; pp 169-87.
10. Guía de Inspección Sanitaria. CNICA, Cuba; 2000
11. NC-9204. Control de la calidad. Inspección por atributos y por conteo de defectos. Planes de muestreo de aceptación. Cuba; 1979.
12. Tejedor R. Curso de Microbiología e Higiene de los Alimentos. Maestría en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Instituto de Farmacia y Alimentos. Universidad de La Habana 2019.
13. Lupin-Hernández M. Curso general de análisis de riesgo aplicado a la inocuidad alimentaria. FAO. Roma; 2010.