

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACION INTERNACIONAL  
(UCI)

“PROPUESTA DE EVALUACIÓN Y PLAN DE MEJORA PARA EL PROCESO DE  
PARRILLAS VERTICALES TIPO “SHAWARMA” EN UN ESTABLECIMIENTO DE  
VENTA DE COMIDA LIBANESA”

ANAYANSI CASASOLA SÁNCHEZ

PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO  
PARCIAL PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE MÁSTER EN GERENCIA DE  
PROGRAMAS SANITARIOS EN INOCUIDAD DE ALIMENTOS

San José, Costa Rica

Mayo 2020

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL  
(UCI)

Este Proyecto Final de Graduación fue aprobado por la Universidad como requisito parcial para optar al grado de Máster en Gerencia de Programas Sanitarios en Inocuidad de Alimentos

---

DR. FÉLIX M. CAÑET PRADES  
PROFESOR TUTOR

---

MIA. ANA CECILIA SEGREDA  
PROFESORA LECTORA

---

ANAYANSI CASASOLA SÁNCHEZ  
SUSTENTANTE

## **DEDICATORIA**

Primeramente, a Dios por darme tantas oportunidades en la vida y sobre todo por mostrarme que soy valiente y capaz de lograr lo que me proponga.

A mi madre, quien gracias a su constancia y perseverancia para salir adelante me inculcó el deseo de superarme, de nunca desistir a pesar de las dificultades, y de ser una mujer valiente como ella siempre lo ha sido.

## **RECONOCIMIENTOS**

A la Universidad de Cooperación Internacional (UCI) por abrirme las puertas para cursar esta maestría, por brindarnos el apoyo y la guía necesaria para sumergirnos en este mundo de conocimiento sobre la Gerencia de Programas Sanitarios en Inocuidad de Alimentos.

A mi tutor, el Dr. Félix Cañet-Prades, por su gran apoyo durante el desarrollo de este trabajo, quien con su gran experiencia y conocimiento hizo aportes a mi trabajo que me alentaron a explorar campos de estudio para mí desconocidos hasta el momento, pero que gracias a eso me abrió la perspectiva sobre muchos temas relevantes, a la vez, reforzó mi inquietud de seguir aprendiendo, a quien quiero dedicar la siguiente frase:

“Me hubiese encantado trabajar más con usted durante esta Maestría” ...

A los lectores, a quienes de antemano les agradezco sus aportes, no tengo duda de que todos ellos ayudarán a mejorar la calidad del trabajo realizado.

A mi novio y a mi familia, quienes me han apoyado durante este proceso de estudio, siempre han estado pendientes de mi progreso y en ocasiones incluso he tenido que sacrificar tiempo de calidad con ellos para dedicarlo a este proceso.

## ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO .....	vii
ABSTRACT .....	ix
1. INTRODUCCIÓN .....	14
1.1. Antecedentes .....	14
1.2. Problemática .....	15
1.3. Justificación .....	20
1.4. Objetivo general.....	21
1.5. Objetivos específicos .....	21
2. MARCO TEÓRICO .....	23
2.1. Ley de Modernización de la Inocuidad de los Alimentos (FSMA) .....	23
2.2. La producción del shawarma y su relación con el FSMA.....	27
2.2.1. Descripción del proceso productivo del shawarma .....	27
2.2.2. Relación del proceso productivo de shawarma con FSMA.....	29
2.3. Programas prerrequisitos.....	29
2.4. Ciclo de crecimiento microbiano .....	32
2.5. Microbiología predictiva y sus potencialidades de aplicación en el marco de FSMA.....	35
2.6. El shawarma como un alimento TCS .....	37
2.7. ComBase y sus potencialidades para predecir el crecimiento microbiano durante el proceso de producción del shawarma como alimento TCS. ....	38
2.8. Evaluación basada en riesgo .....	40
2.9. Análisis de peligros .....	41
2.9.1. Tipos de peligros.....	42
2.9.1.1. Peligros biológicos.....	42
2.9.1.2. Peligros químicos .....	43
2.9.1.3. Peligros Físicos .....	43
2.10. Ecuación Comisión Internacional de Especificaciones Microbiológicas en Alimentos (ICMSF por sus siglas en inglés).....	44
3. MARCO METODOLÓGICO .....	48
3.1. Generalidades metodológicas.....	48

3.2.	Recolección de datos.....	50
3.3.	Análisis de datos.....	50
3.4.	Análisis de peligros .....	51
3.4.1.	Evaluación del riesgo.....	52
3.4.1.1.	Criterios para la probabilidad.....	53
3.4.1.2.	Criterios para la severidad.....	53
3.4.1.3.	Peligros significativos .....	54
3.4.1.4.	Peligros no-significativos .....	54
3.5.	Controles preventivos .....	54
3.5.1.1.	Tipos de controles preventivos .....	54
3.6.	Procedimientos de monitoreo, verificación y documentación.....	55
3.7.	Predicción del crecimiento microbiano.....	56
3.8.	Predicción de letalidad microbiana .....	57
3.9.	Ecuación ICMSF. ....	57
4.	DESARROLLO .....	58
4.1.	Estado actual de los programas prerrequisitos .....	58
4.2.	Pasos preliminares para el plan de Inocuidad .....	58
4.2.1.	Formar el equipo de inocuidad alimentaria. ....	59
4.2.2.	Descripción del producto.....	60
4.2.3.	Uso y consumidores previstos .....	61
4.2.4.	Diagrama de flujo .....	62
4.2.5.	Descripción del proceso.....	63
4.2.6.	Verificar el diagrama de flujo.....	69
4.3.	Plan de Inocuidad .....	69
4.3.1.	Análisis de peligros .....	69
4.3.1.1.	Recibo de materias primas cárnicas.....	70
4.3.1.2.	Recibo de materias primas secas, aceites y emulsiones.....	70
4.3.1.3.	Almacenamiento de materias primas.....	71
4.3.1.4.	Etapas de elaboración de las parrillas verticales .....	71
4.3.1.5.	Proceso de cocción y servicio.....	71
4.3.2.	Controles preventivos y procedimientos de monitoreo, verificación y documentación.....	72

4.3.2.1.	Control de cadena de suministro .....	72
4.3.2.2.	Verificación de proveedores .....	76
4.3.2.3.	Control de temperatura de recibo de materia prima .....	78
4.3.2.4.	Control de temperaturas de las unidades de almacenamiento.....	79
4.3.2.4.	Temperatura de cocción del producto. ....	81
4.3.2.5.	Declaración de alérgenos en el menú .....	82
4.4.	Predicción de crecimiento microbiano.....	83
4.5.	Letalidad microbiana.....	87
4.6.	Análisis de datos crecimiento microbiano y letalidad. ....	91
4.7.	Ecuación ICMSF .....	94
4.7.1.	Aplicación de la fórmula ICMSF para Escherichia coli.....	94
4.7.2.	Aplicación de la fórmula ICMSF para Listeria monocytogenes .....	95
4.7.3.	Aplicación de la fórmula ICMSF para Salmonella spp. ....	96
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	97
5.1.	Respaldo bibliográfico.....	97
5.2.	Análisis de peligros del proceso productivo del shawarma. ....	97
5.3.	Controles preventivos/Puntos Críticos de Control.....	99
5.4.	Predicción de crecimiento microbiano y letalidad. ....	100
5.5.	Ecuación ICMSF .....	101
5.6.	Capacitación del personal.....	101
6.	CONCLUSIONES.....	103
7.	RECOMENDACIONES.....	105
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	108
9.	ANEXOS.....	118
9.1.	Anexo 1. Chárter del proyecto .....	118
9.2.	Anexo 2. Análisis de peligros del proceso de producción del shawarma.	121

## RESUMEN EJECUTIVO

El shawarma es un plato tradicional, originario de la gastronomía árabe, significa “carne a la parrilla”, su preparación consiste en asar carne marinada, sobre un eje de metal frente a una fuente calor, que posteriormente se cortan finas láminas y se sirve de diversas formas, la receta original consiste en un pan árabe o pita relleno con dicha carne asada y vegetales, el proceso de cocción podría tardar hasta 12 horas, de las cuales durante al menos 5 de esas la temperatura interna del cono de carne se mantiene en temperaturas superiores a 4°C e inferiores a 60°C lo cual puede favorecer el crecimiento microbiano, un corte incorrecto de esta “parte cocida” incrementa los riesgos contaminación del producto final, los que ha sido asociados con brotes de enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) entre los consumidores de producto. Sin embargo, a pesar de esto hay poca información sobre las medidas adecuadas de preparación y manejo del shawarma para disminuir los riesgos de inocuidad asociados a su preparación.

El objetivo principal fue desarrollar un plan de mejora para el proceso de elaboración de las parrillas verticales tipo shawarma, para lo que se desarrolló un Plan de Inocuidad según lo requerido por la Ley de Modernización de la Inocuidad Alimentaria de los EE.UU (FSMA por sus siglas en inglés); que fue complementado con estudios de microbiología predictiva aplicando la metodología CombBase y la fórmula ICMSF, para remendar las medidas de control de *E. coli*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp* y *Staphylococcus aureus*, principales patógenos asociados los brotes de ETA, entre los consumidores de shawarma.

El shawarma al ser un producto elaborado en su mayoría a base carne, significa por sí sólo un peligro de contaminación por los niveles de carga microbiana de la carne, asimismo, muchos de los ingredientes utilizados están relacionados con brotes alimentarios y contaminaciones con microorganismos patógenos, en el análisis de peligros se incluyeron todas esas variables mediante un análisis sistemático de la probabilidad y gravedad con el fin de determinar su significancia.

Los resultados del análisis de peligros permitieron la identificación de diferentes peligros tanto físicos, químicos y microbiológicos, después de evaluar su significancia se identificaron 6 controles preventivos, uno de los cuales incluye el único punto crítico de control del proceso de elaboración del shawarma, de los cuales muchos están relacionados en etapas de proceso similares, por lo que se agruparon para facilitar la definición. Debido a lo mencionado anteriormente, hay dos puntos de origen principales: 1) Características inherentes a las materias primas: en su mayoría los peligros significativos están relacionados con la naturaleza de las materias primas como consecuencia inherente del proceso productivo, tanto de origen físico, químico y microbiológico, la mayoría de estos peligros pueden ser controlados con un adecuado programa de control de cadena de suministro. 2) Control de temperatura durante todo el proceso: al tratarse de un producto elaborado a partir de carne es necesario mantener la cadena de frío durante cada una de las etapas del proceso productivo. Asimismo, la etapa más relevante del proceso es la cocción, por lo que durante esta etapa deben

establecerse condiciones para que se alcanzara un nivel crecimiento microbiano que comprometiera la inocuidad del alimento, por lo que lograr una cocción adecuada es la única garantía completamente eficaz de obtener un producto inocuo. Se identificaron 6 controles preventivos: 1) Control de cadena de suministro, 2) Verificación de proveedores, 3) Verificación de temperatura de productos cárnicos, 4) Control de temperatura de unidades de almacenamiento, 5) Punto Crítico de Control: Control de temperatura de cocción , 6) Declaración de alérgenos en el menú.

De manera similar, la predicción de crecimiento microbiano muestra que el proceso previo a la cocción es de suma importancia para la carga microbiana del producto final, iniciar el proceso de cocción con una carga baja garantiza la efectividad de la cocción. Y finalmente, la ecuación ICMSF confirma que inclusive considerando el inevitable aumento de la carga microbiana por el tiempo que la temperatura interna de la carne está en zona de peligro durante la cocción; el proceso térmico tiene la capacidad de eliminar y/o reducir a niveles aceptables los microorganismos patógenos haciendo seguro el consumo del producto terminado.

A partir de estos resultados, se ratifica el establecimiento del límite de una temperatura mínima de cocción de 75°C por un mínimo de 15 segundos, superando significativamente el Objetivo de Inocuidad Alimentaria (OIA) para el shawarma tanto para res como para pollo. El punto más importante que tiene este proceso es asegurar que se cumpla con esta temperatura mínima antes de servir.

Se recomienda que por ser el shawarma un procedimiento no tradicional de preparación de alimentos y para garantizar el cumplimiento de OIA, se debe establecer un procedimiento de capacitación a los operadores enfocado en: a) considerar la posibilidad de congelar el cono de carne una vez armado, con el fin de que cuando se coloque en la parrilla vertical el tiempo que la carne pasa en la temperatura de zona de peligro sea mínimo, b) importancia de garantizar que la temperatura del producto no se mantenga por debajo de los 60°C, c) implementar el segundo paso de cocción en la plancha luego de cortar desde la parrilla vertical, esto para cada una de las porciones cortadas, asimismo, aplicar el respectivo monitoreo según lo definido en los controles preventivos, d) utilizar un cuchillo limpio y desinfectado para cortar la carne cocida del exterior del cono (aproximadamente ¼ de pulgada o su equivalente 0,6 cm) y e) garantizar que las carnes sometidas al proceso de cocción secundaria se usen inmediatamente, o se almacenen en una unidad de mantenimiento caliente a temperaturas de 60°C (140°F) y que en último caso, se enfríen rápidamente a 4°C (40°F), y se almacenen a esa temperatura.

La recomendación indicada en el punto c), relacionada con el monitoreo de la temperatura de cocción, se considera una necesidad de suma importancia controlar y verificar el cumplimiento por parte de los encargados de la etapa de cocción para asegurar que su ejecución se haga a conciencia.

**Palabras clave:** shawarma, parrillas verticales, inocuidad.

## ABSTRACT

Shawarma is a traditional dish, originating from Arab gastronomy, it means "grilled meat", its preparation consist of roasting marinated meat, on a metal shaft in front of a heat source, which is later cut into thin sheets and served in various ways, the original recipe consists of an Arabic bread or pita filled with the roast meat and vegetables, the cooking process could take up to 12 hours, of which during at least 5 of these, the internal temperature of the meat cone is kept at temperatures higher than 4°C and lower than 60°C which can promote the microbial growth, an incorrect cut of this "cooked part" increases the contamination risks of the final product, which has been associated with outbreaks of foodborne diseases among product consumers. However, despite of this situation, there is not much information about the correct conditions required to prepare and handle shawarma to decrease of safety risks associated to its preparation.

The main objective was to develop an improvement plan for the elaboration process of vertical shawarma grills, for which a safety plan was developed as required by the US Food Safety Modernization Act (FSMA); which was complemented with predictive microbiology studies applying the CombBase methodology and the ICMSF formula, to mend the control measures of *E. coli*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp* and *Staphylococcus aureus*, the main pathogens associated with foodborne illness, among consumers of shawarma.

Shawarma, being a product made mostly of meat, turns itself a contamination danger by the levels of microbial load in the meat, likewise, many of the ingredients used are related to foodborne illness and contamination with pathogenic microorganisms, all these variables were included in the hazard analysis through a systematic analysis of probability and severity in order to determine their significance.

The results of the hazard analysis allowed the identification of different physical, chemical and microbiological hazards. After evaluating their significance, 6 preventive controls were identified, one of which includes the only critical control point of the shawarma elaboration process, of the many of which are related in similar process stages, so they were grouped together to facilitate the definition. Due to what was mentioned above, there are two main points of origin: 1) Characteristics inherent in raw materials: most significant hazards are related to the nature of the raw materials as an inherent consequence of the production process, both of physical, chemical and microbiological origin, most of these hazards can be controlled with an adequate supply chain control program. 2) Temperature control throughout the process: since it is a product made from meat, it is necessary to maintain the cold chain during each of the stages of the production process. Likewise, the most relevant stage of the process is cooking, so during this stage conditions must be established so that a microbial growth level is reached that compromises the safety of the food, so achieving adequate cooking is the only completely effective guarantee of obtaining a safe product.

Six preventive controls were identified: 1) Control of the supply chain, 2) Verification of suppliers, 3) Verification of temperature of meat products, 4) Control of

temperature of storage units, 5) Critical Control Point: Control of temperature of cooking, 6) Declaration of allergens in the menu.

Similarly, the prediction of microbial growth shows that the pre-cooking process is of utmost importance for the microbial load of the final product, starting the cooking process with a low load guarantees the effectiveness of cooking. And finally, the ICMSF equation confirms that even considering the inevitable increase in the microbial load due to the time that the internal temperature of the meat is in a danger zone during cooking; the thermal process has the capacity to eliminate and / or reduce pathogenic microorganisms to acceptable levels, making the consumption of the finished product safe.

From these results, the establishment of the limit of a minimum cooking temperature of 75°C for a minimum of 15 seconds is ratified, significantly exceeding the Food Safety Objective (FSO) for shawarma for both beef and chicken, therefore the most important point in this process is to ensure that this minimum temperature is reached before serving.

It is recommended that since shawarma is a non-traditional food preparation procedure and to guarantee compliance with FSO, a training procedure should be established for operators focused on: a) considering the possibility of freezing the meat cone once it is assembled, so that when the meat is placed on the vertical grill the time spent in the temperature of the danger zone is minimal, b) importance of ensuring that the temperature of the product does not stay below 60°C, c) implement the second cooking step on the griddle after cutting from the vertical grill, this for each of the cut portions, likewise apply the respective monitoring as defined in the preventive controls, d) use a clean and disinfected knife for cutting cooked meat from the outside of the cone (approximately ¼ inch or its equivalent 0.6 cm) and e) ensuring that meats subjected to the secondary cooking process are used immediately, or stored in a hot holding unit at temperatures of 60°C (140°F) and, in the latter case, rapidly cooled to 4°C (40°F), and stored at that temperature.

The recommendation indicated in point c), related to the monitoring of the cooking temperature, is considered a very important need to control and verify compliance by those in charge of the cooking stage to ensure that its execution is carried out thoroughly.

**Keywords:** shawarma, vertical grill, food safety

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1. Cuadro descriptivo de la fórmula ICMSF.....	47
Cuadro N° 2. Descripción de producto.....	60
Cuadro N° 3. Control Preventivo: <i>Control de cadena de suministro</i> .....	72
Cuadro N° 4. Control Preventivo: <i>Verificación de proveedores</i> .....	76
Cuadro N° 5. Control Preventivo: <i>Control de temperatura de recibo de materia prima</i> . .....	78
Cuadro N° 6. Control Preventivo: <i>Control de temperaturas de las unidades de almacenamiento</i> .....	79
Cuadro N° 7. Temas sugeridos para capacitación del personal.....	102

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Ilustración sobre el origen del shawarma.....	14
Figura N° 2. Proceso de cocción de parrillas verticales tipo shawarma. ....	16
Figura N° 3. Matriz de análisis de peligros con FSMA integrado .....	51
Figura N° 4. Modelo de Análisis de Riesgos Propuesto por AIB Internacional. ....	52
Figura N° 5. Matriz de monitoreo para controles preventivos y PCC's.....	56
Figura N° 6. Diagrama de flujo: Proceso productivo del shawarma .....	62
Figura N° 7. Carne de res en el proceso de marinado. ....	65
Figura N° 8. Carnes de res en el proceso de armado. ....	66
Figura N° 9. Preparación para el traslado de los conos de carne. ....	67
Figura N° 10. Proceso de cocción de la carne para shawarma. ....	68
Figura N° 11. Temperatura interna del shawarma durante el proceso de cocción.	68
Figura N° 12. Modelo de crecimiento para Escherichia coli. ....	85
Figura N° 13. Modelo de crecimiento para Listeria monocytogenes innocua.....	86
Figura N° 14. Modelo de crecimiento para Salmonella spp. ....	86
Figura N° 15. Modelo de crecimiento para Staphylococcus aureus.....	87
Figura N° 16. Predicción de inactivación térmica para Escherichia coli. ....	88
Figura N° 17. Predicción de inactivación térmica para Listeria monocytogenes innocua. ....	89
Figura N° 18. Predicción de inactivación térmica para Salmonella spp. ....	90

## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>AIBI</b>	Instituto Americano de Panificación Internacional
<b>ALOP</b>	Nivel Adecuado de Protección
<b>APPCC</b>	Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control
<b>A<sub>w</sub></b>	Actividad de agua
<b>BCCDC</b>	Centro de Columbia Británica para el Control de Enfermedades
<b>CODEX</b>	Código de Alimentación
<b>CFR</b>	Código de Regulaciones Federales
<b>ETA</b>	Enfermedades Transmitidas por Alimentos
<b>FDA</b>	Administración de Alimentos y Medicamentos
<b>FSMA</b>	Ley de Modernización de Inocuidad de Alimentos
<b>ERM</b>	Evaluación de Riesgos Microbiológicos
<b>OIA</b>	Objetivos de Seguridad Alimentaria
<b>FSPCA</b>	Alianza de controles preventivos de seguridad alimentaria
<b>GFSI</b>	Iniciativa Global para la Inocuidad de los Alimentos
<b>GRM</b>	Gestión de Riesgos Microbiológicos
<b>HACCP</b>	Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control
<b>ICMSF</b>	Comisión Internacional de Especificaciones Microbiológicas en Alimentos
<b>OMS</b>	Organización Mundial de la Salud
<b>PCC</b>	Punto Crítico de Control
<b>pH</b>	Coeficiente que indica el grado de acidez, neutralidad o basicidad de un alimento
<b>OR</b>	Objetivo de Rendimiento
<b>TCS</b>	Control de temperatura para inocuidad
<b>USDA</b>	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Antecedentes

El shawarma es un plato original de la gastronomía árabe, significa “carne a la parrilla”, su preparación consiste en asar carne sobre un eje de metal frente a una fuente calor, posteriormente se cortan finas láminas y se sirve de diversas formas, la receta original consiste en un pan árabe o pita relleno con dicha carne asada y vegetales (Páginas árabes, 2017).

Sus orígenes remontan en la antigua Persia en el Medio Oriente, hace más de 8 siglos atrás, surge en medio de los enfrentamientos de la sexta cruzada, en la cual los musulmanes pujaban por la recuperación de Jerusalén en manos de los cristianos, para entonces en medio de la guerra surge la idea de asar carne (en ese entonces de cordero) clavada en espadas como se muestra en la Figura N°1, la colocaban entre panes en sustitución de platos y lo complementaban con vegetales, considerados entonces como parte fundamental en la dieta del pueblo árabe (Kibees Fusión, 2019).



Figura N° 1. Ilustración sobre el origen del shawarma.

Fuente: Kibbes Fusion

Como se menciona en el artículo de Kibees Fusion (2019), el shawarma se trasladó desde los campos de batalla hasta los hogares; en un principio, el shawarma fue la comida de los reyes persas, y en la antigüedad los iraníes sólo la consumían una vez al año en el Nowrz, el nuevo persa, pasando luego a convertirse en un plato tradicional de la comida libanesa y árabe en general. Si bien es cierto este platillo surge en un contexto de guerra, con el paso del tiempo logró convertirse en un símbolo de tradición y de hospitalidad libanesa.

Actualmente, el shawarma ha trascendido fronteras, y hoy se consume alrededor del mundo, cada lugar acogió su propia receta logrando diversificar los sabores, por ejemplo, incorporando diferentes tipos de carne como pollo, ternera, pescado, mixtos, entre otros., y diferentes tipos de pan, vegetales y una gran variedad de salsas. A Europa como forma de comida rápida llegó en 1972, año en que un emigrante turco llamado Kadir Nurman quien había llegado a Alemania en los años 60, instaló un puesto de comida rápida cerca de la famosa estación de tren Zoo (Zoologischer Garten) en la entonces Berlín Occidental, el éxito fue tal que actualmente se calcula que el 80% de la carne y las máquinas para cocinar shawarma en todo el mercado de la Unión Europea (UE) provienen de compañías alemanas. (Páginas árabes, 2017).

## **1.2. Problemática**

Los shawarmas, generalmente se preparan con carne de res, aves o cordero almacenadas a menos de 4°C que, cortadas en láminas de carne, se marinan hasta se insertadas pincho vertical en forma de cono, donde se cocinan lentamente por determinado tiempo, frente en un asador giratorio. Para su consumo, la parte externa del cono una vez cocida, se corta en pequeñas tiras, que son servidas en las diferentes presentaciones de esta comida árabe tradicional.

Según Connor (2020), la conductividad térmica es la medida de capacidad de una sustancia para transferir calor por conducción. En este caso en específico, es importante destacar que la carne cuenta con una baja conductividad térmica, que varía de 0,26 W/mK a 0,48 W/mK (Marcotte Tahelria y Karimi 2008). Adicionalmente, durante el proceso de cocción, la temperatura en la parte interna del cono, en dependencia dimensiones del mismo y de la demanda, puede mantenerse a niveles superiores a 4°C e inferiores a 60°C, por períodos de tiempo que pueden extenderse hasta 12 horas o más; lo que favorece un crecimiento significativo de la flora microbiana presente en la carne y en los ingredientes empleados para su marinado; por lo que el consumo de un shawarma proveniente de un trozo de estas parte del cono, incrementa el riesgo de transmisión de una toxiinfección alimentaria.



Figura N° 2. Proceso de cocción de parrillas verticales tipo shawarma.

Fuente: Propia, tomado en el establecimiento de venta de comida libanesa.

Por las causas anteriores, el consumo de shawarma a lo largo de la historia se ha visto relacionado con una serie de enfermedades transmitidas por alimentos (ETA), principalmente relacionados con procesos deficientes de cocción y contaminación

cruzada. James (2017) hace mención en su artículo sobre lo riesgoso que es el proceso de cocción del shawarma, haciendo referencia a las altas posibilidades de contaminación cruzada entre producto aún crudo y producto cocido, y a la posibilidad de servir producto que no se encuentra completamente cocido. El autor también menciona el brote alimentario ocurrido en Canadá entre 2016 y 2017 por *Salmonella thompson*, en el cual hubo 18 casos reportados, un dato curioso de la investigación de este brote es que al parecer la materia prima contaminada (pollo crudo) fue la responsable de éste. La misma, fue distribuida a 40 restaurantes de la misma cadena y sólo 5 estuvieron involucrados en el brote, lo cual prueba que con un buen manejo del producto durante el proceso y la cocción se puede reducir y hasta eliminar el riesgo de afectación al consumidor.

El proceso detallado de elaboración será explicado más adelante, sin embargo; por lo general en la actualidad, los conos de carne se elaboran a partir de carne refrigerada, y se colocan en la parrilla vertical en donde se van cocinando lentamente desde afuera hacia adentro (como se puede ver en la Figura N°2). Esto significa, que el producto en su interior podría mantenerse durante períodos de tiempo extensos en el rango de temperatura ubicada dentro de la zona de peligro. La situación anterior, estaría favoreciendo el crecimiento y reproducción microbiana incrementando a su vez la flora microbiana de los ingredientes añadidos a la carne.

Por lo tanto, el cortar un trozo de esta carne que tiene un proceso de cocción incompleto, puede significar el consumo de alimento con una carga microbiana elevada, aumentando la probabilidad de que se genere una toxiinfección alimentaria. Además, el tiempo que tarda el cono de carne en consumirse, va a depender principalmente de sus dimensiones y de la rotación o demanda del producto, la cual en ciertas ocasiones puede tardar inclusive hasta 12 horas.

Como se mencionó antes, el consumo del shawarma ha sido relacionado con brotes alimentarios y muchos estudios han demostrado la presencia de contaminación microbiológica, entre los que se destaca un brote alimentario causado por *Salmonella thompson* registrado en noviembre del 2016 en Quebec, Canadá, en este caso se reportaron 16 víctimas con síntomas entéricos entre el 21 de noviembre y 2 de diciembre, 2 más hasta febrero del 2017, para un total de 18. La investigación arrojó que 16 de estas personas confirmaron haber comido shawarma de pollo en la misma cadena de restaurantes en noviembre, y de estos 9 admitieron haber comido en el mismo restaurante de dicha cadena. Asimismo, la investigación concluyó que el pollo recibido de dos de los tres mataderos estaba contaminado con *S. thompson*, esta carne llega a una cocina central donde se prepara y se distribuye a los 40 restaurantes de la cadena, sin embargo, sólo 5 de estos estuvieron involucrados en el brote. (Gaulin, et al 2017).

Según James (2018), la investigación a raíz de este brote sugiere que el proceso de cocción del shawarma podría representar un riesgo. También este autor menciona en su artículo que con este método de cocción la carne cruda puede estar en contacto con la carne cocida, cuando el restaurante está lleno, por lo que podría pasar que los tiempos de cocción no sean suficientes y se pueda servir carne que no está completamente cocida. Por lo tanto, concluye que en este tipo de proceso es de vital importancia el control de la contaminación cruzada y de ser necesario, aplicar un segundo paso de cocción a la carne antes de servirla, para asegurar la eliminación de los microorganismos patógenos.

Según un estudio realizado por Odu y Akano (2012), se analizaron 12 muestras de shawarma tomadas al azar de 3 restaurantes locales y 4 de productos preparados en casa, con el fin de detectar la presencia de microorganismos utilizando los medios selectivos apropiados.

Como resultado de los análisis realizados se evidenció la presencia de bacterias en un 84,6% de las muestras y hongos en el 15,4% de las muestras recolectadas que incluían vegetales, masa, carne y algunas muestras combinadas, en resumen, el 100% de las muestras analizadas presentaron algún tipo de crecimiento.

En este trabajo se encontró que las bacterias del género *Proteus* predominaron con una incidencia del 22,7%, seguidas por *Escherichia coli* con un 13,6%, representantes del género *Bacillus* también con un 13,6%, de igual forma contaminaciones por *Staphylococcus aureus* fueron del 13,6%, por último, el 9,1% de las muestras evaluadas presentaron valores similares de contaminación de *Enterobacter aerogenes*, *Serratia marcescens*, *Klebsiella spp* y *Micrococcus spp* (9,1%).

Como parte de las conclusiones de este estudio, se menciona que, si bien es cierto que algunos microorganismos pueden sobrevivir a las altas temperaturas, también en estos resultados interviene en gran medida las prácticas de manufactura durante el almacenamiento y el procesamiento, que son la base para evitar la contaminación cruzada, así como asegurar los procesos correctos de cocción (Odu y Akano, 2012).

Otro ejemplo similar es la investigación realizada en Ismailía, Egipto por Ahmed, El-Hakem e Ibrahim en 2015, para la cual se recolectaron un total de 40 sándwiches de shawarma de carne y pollo al azar (20 de cada uno) de diferentes restaurantes de comida rápida, con el fin de analizar su composición química y la carga microbiológica.

Los resultados microbiológicos de esta investigación evidenciaron la presencia de recuento total aerobio, Enterobacteriaceae, *Staphylococcus aureus*, además de *Salmonella typhimurium* (20% de las muestras), y *Salmonella enteritidis* (5%) Los

conteos de Recuento total aerobio estuvieron entre  $6 \times 10^3$  y  $3,4 \times 10^5$  UFC/mL, de forma similar en las muestras de res y de pollo, por otra parte, los conteos de Enterobacteriaceae estuvieron entre  $2,3 \times 10^2$  y  $2 \times 10^3$  UFC/mL. Para *Staphylococcus aureus*, los conteos estuvieron entre  $1,5 \times 10^3$  y  $9,3 \times 10^3$  UFC/mL también de forma similar en el pollo y la res (Ahmed et al, 2015).

### **1.3. Justificación**

La comida del Medio Oriente, particularmente el shawarma actualmente es un plato que hace mucho que salió de sus fronteras persas para conquistar al mercado gastronómico en prácticamente todo el mundo, a su vez; como se mencionó en el apartado anterior, en la historia se tienen casos reportados de contaminación microbiológica relacionados con este producto, inclusive brotes alimentarios.

Con este proyecto final de investigación (PFG), se pretende comprender el riesgo asociado al proceso productivo de las parrillas verticales tipo shawarma, e identificar las etapas más críticas de dicho proceso, permitiendo establecer e implementar controles preventivos con el fin de disminuir los casos de intoxicación alimentaria de los clientes del establecimiento de venta de comida libanesa, estableciendo procesos estandarizados para el manejo adecuado de este producto, además puede servir como base para otros establecimientos que utilicen las parrillas verticales.

Dicho análisis será desarrollado con base en el Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura Vigentes, Análisis de Peligros y Controles Preventivos basados en el Riesgo para Alimentos de Consumo Humano establecidos por la FDA, como parte de la Ley de Modernización de la Inocuidad de los Alimentos (FSMA) (FSPCA, 2016), considerando el ciclo de crecimiento de las principales bacterias patógenas,

el shawarma como un alimento que requiere control de temperatura para inocuidad (TCS) y la aplicación de la microbiología predictiva.

Se tomará como referencia un establecimiento de venta de comida libanesa que no está ubicado en territorio de estadounidense ni tampoco exporta productos a este país, por lo que técnicamente no le aplica la Ley FSMA. Sin embargo; debido a que esta instalación recibe una cantidad significativa de estadounidenses durante todo el año, se decidió utilizar el modelo sugerido en dicha Ley para analizar el proceso productivo de las parrillas verticales tipo shawarma, de manera que los estadounidenses tengan plena seguridad de que cuando consuman un shawarma en éste establecimiento, van a recibir un producto que ha sido procesado bajo los mismos estándares que acostumbran ver en su país, lo que a su vez representa una ventaja competitiva para el centro y una garantía ante posibles reclamaciones con la inocuidad de sus ofertas alimentarias.

#### **1.4. Objetivo general**

1.4.1. Elaborar una propuesta de evaluación y plan de mejora para el proceso de parrillas verticales tipo shawarma en un establecimiento de venta de comida libanesa, con el fin de identificar medidas de gestión de inocuidad alimentaria para cada una de las etapas del proceso, según las regulaciones del FSMA.

#### **1.5. Objetivos específicos**

1.5.1. Aplicar un diagnóstico cualitativo del proceso productivo de las parrillas verticales tipo shawarma, para la organización de la información requerida para el planteamiento de la propuesta

- 1.5.2.** Analizar los resultados del diagnóstico tecnológico aplicado, para la identificación de las etapas del proceso en las que se requieran controles preventivos.
  
- 1.5.3.** Evaluar la información recopilada con la herramienta utilizada, para el ordenamiento de la evaluación y plan de mejora propuesto.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Ley de Modernización de la Inocuidad de los Alimentos (FSMA)**

La (FSMA), es considerada la reforma más importante de las leyes de inocuidad de los alimentos en los últimos 70 años. Ésta fue firmada por el presidente Obama el 4 de enero del 2011, tiene como objetivo cambiar el enfoque de la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA, por sus siglas en inglés), para no únicamente responder ante un evento de contaminación sino también al establecimiento de sistemas para prevenir que ocurran (LaBorde, 2018).

Según la FDA (2019) la nueva ley FSMA, define en su sección 117.126 la necesidad de desarrollar un Plan de Inocuidad, según FSPCA (2016) este plan DEBE contener un análisis de peligros que permita identificar o descartar la necesidad de controles preventivos (proceso, alérgenos alimentarios, limpieza y desinfección , cadena de suministro, plan de retiro de mercado, entre otros), para cada uno de los controles preventivos identificados debe contener procedimientos de monitoreo, medidas correctivas y de verificación.

Por otra parte, FSPCA (2016) recomienda que el Plan de inocuidad contenga una reseña de la planta y el grupo de inocuidad alimentaria, la descripción del producto, el flujograma y la descripción del proceso. Estas secciones si bien es cierto no son de carácter regulatorio, ayudan mucho a contextualizar el proceso para darle más objetividad al análisis de peligros y los pasos subsiguientes.

Según FSPCA (2016), el análisis de peligros es el “proceso de recolectar y evaluar información sobre los peligros y las condiciones que conducen a su presencia para decidir cuáles son significativos para la inocuidad alimentaria y que, por consiguiente, deben abordarse en el plan de APPCC o en la inocuidad alimentaria”.

El análisis de peligros identifica los peligros conocidos o razonablemente previsibles (peligros potenciales), evalúa la probabilidad y la gravedad de los peligros potenciales para identificar si requieren un control preventivo determina los controles preventivos de proceso, alérgenos, limpieza y desinfección, cadena de suministro o de otra índole para los peligros potenciales.

La Ley FSMA establece en la sección 117.130 del título 21 (FDA, 2019) que debe redactarse siempre indiferentemente del resultado, el objetivo del análisis es identificar y evaluar aquellos peligros que requieran un control preventivo, este análisis debe respaldarse en la experiencia, datos sobre enfermedades o brotes, reportes científicos, o algún otro dato que ayude a justificar su relevancia en los procesos de manufactura, procesamiento, empaque y demás procesos.

A continuación, se incluyen las definiciones de las siguientes partes del Plan de Inocuidad, según lo declarado en la sección 117.3 del título 21 CFR de la ley FSMA (FDA, 2019):

- **Control preventivo:** procedimientos, prácticas y procesos basados en el riesgo y razonablemente adecuados que una persona conocedora de la manufactura, el procesamiento, el envasado o la conservación de alimentos inocuos emplearía para minimizar significativamente o prevenir los peligros identificados en el análisis de peligros, los cuales son coherentes con los conocimientos científicos actuales sobre manufactura, procesamiento, envasado o conservación de alimentos inocuos al momento del análisis.
- **Programa de Retiro:** el plan de retiro por escrito debe incluir procedimientos que describan los pasos a seguir y asigna la responsabilidad de tomar los siguientes pasos: (1) Notificar directamente a los destinatarios directos de los alimentos retirados del mercado, incluida la forma de devolver o eliminar los alimentos

afectados; (2) Notificar al público sobre cualquier peligro presentado por los alimentos cuando sea apropiado para proteger la salud pública; (3) Llevar a cabo controles de efectividad para verificar que el retiro se lleva a cabo; y (4) Desecho adecuadamente los alimentos retirados del mercado, por ejemplo, mediante reprocesamiento, reelaboración, desvío a un uso que no presente un problema de seguridad o destrucción de los alimentos.

- **Monitoreo:** se refiere al proceso de supervisar, realizar una secuencia planificada de observaciones o mediciones para evaluar si las medidas de control funcionan según lo previsto.
- **Medidas correctivas:** significa una acción para identificar y corregir un problema que ocurrió durante la producción de alimentos, sin otras acciones asociadas con un procedimiento de acción correctiva (como acciones para reducir la probabilidad de que el problema vuelva a ocurrir, evaluar la seguridad de todos los alimentos afectados y prevenir alimentos afectados por entrar en el comercio).
- **Verificación:** la aplicación de métodos, procedimientos, pruebas y otras evaluaciones, además del monitoreo, para determinar si una medida de control o combinación de medidas de control está o ha estado funcionando según lo previsto y para establecer la validez del plan de inocuidad de los alimentos.
- **Cadena de suministro:** un control preventivo para un peligro en una materia prima u otro ingrediente cuando el peligro en la materia prima u otro ingrediente se controla antes de su recepción. Según FSPCA (2016), es necesario un programa de cadena de suministro en los casos en que el análisis de peligros indique que alguno de los ingredientes esté asociado con un peligro específico, y dicho peligro se controla antes de que se reciba el ingrediente. En los casos en que el peligro identificado sea controlado en alguna de las etapas del proceso productivo, no es

necesario definir un programa de cadena de suministro, en ese caso es necesario establecer un control de proceso.

Antes de la Ley FSMA, el APPCC era el sistema para el control de la inocuidad de los alimentos más ampliamente utilizado, la nueva regulación sobre Controles preventivos de alimentos para humanos complementa el enfoque de dicho sistema basado en el riesgo.

En el APPCC los pasos son: Análisis de peligros > Puntos Críticos de Control (PCC) > Límites críticos > Monitoreo > Medidas correctivas. En este sistema sólo para los pasos identificados como PCC se definen límites críticos, tareas de monitoreo, acciones correctivas y operaciones de verificación y validación, es cierto que todo se registra y que utiliza la ideología preventiva en su definición (FSPCA, 2016).

Por otra parte, según FSPCA (2016) cuando se mencionan los controles preventivos, la estructura cambia a: análisis de peligros > *Controles preventivos* > *Parámetros y valores* > Monitoreo > *Medidas correctivas o correcciones*. En este modelo se incorporan controles que van más allá de los establecidos como PCC en un sistema de APPCC, se incluyen controles preventivos relacionados con limpieza y desinfección, alérgenos, proveedores y otros que requieran un control. Esto significa que, siempre se controlan los PCC, pero con la posibilidad de incluir operaciones de control en otras etapas que tienen una importancia relevante en el proceso pero que por definición no se consideran PCC. Para estos controles, se omite la definición de límite crítico y se utiliza el concepto de parámetros y valores, que según FSMA (21 CFR 117.135) se definen como “valor mínimos o máximos o combinación de valores en el que debe controlarse cualquier parámetro biológico, químico o físico para minimizar o prevenir un peligro que requiere un control de proceso, asociados a parámetros para controlar el peligro”. Éstos ayudan a

identificar una frecuencia u otra medida para evaluar el cumplimiento, en vez de establecer un valor preciso mínimo o máximo al cual se debe controlar un parámetro. Otro concepto que se incluye es el de las correcciones, a diferencia de las acciones correctivas, son acciones que se aplican cuando se actúa oportunamente para identificar y corregir un problema menor y aislado que no afecta directamente la inocuidad del producto tal como identificar una superficie de contacto que no fue adecuadamente limpiada y volverla a limpiar antes de la producción. Por lo general, las correcciones son muy utilizadas para corregir descuidos en los controles preventivos de limpieza y desinfección, las acciones correctivas se utilizan para fallas en controles preventivos de proceso (similar a las fallas en los PCC).

## **2.2. La producción del shawarma y su relación con el FSMA**

Para comprender la relación entre la producción shawarma y el FSMA, es de suma importancia primero entender el proceso y sus particularidades.

### ***2.2.1. Descripción del proceso productivo del shawarma***

De acuerdo con la recolección de datos realizada en el establecimiento como parte del cumplimiento de este trabajo de investigación, se determinó que el proceso de cocción del shawarma es un proceso lento, debido a que el producto se cocina desde afuera hacia adentro, y la duración de la cocción del cono completo de carne, depende de muchos factores tales como: las dimensiones del cono, la demanda de producto, la potencia del equipo de cocción, entre otros.

En establecimientos con altos volúmenes de demanda como el caso del establecimiento de venta de comida libanesa, cuyo proceso se analiza en este estudio, los conos de carne tienen una dimensión equivalente a un diámetro

aproximado de 20 cm y entre 40 y 45 libras de carne/pollo. Esta dimensión está calculada para que abastezca las necesidades de un día promedio completo, por lo que el cono tarda entre 12 y 14 horas en la parrilla mientras se cocina y/o consume por completo.

Durante estas 12 horas, la parte externa se va cocinando y se van cortando rebanadas delgadas, de manera que sólo se corta la capa que está cocida. El principal riesgo identificado es que internamente la carne/pollo se mantiene en temperaturas de zona de peligro por al menos 5 de las 12 horas que tarda el proceso completo, hasta que el diámetro se reduce lo suficiente y la parte interna alcanza temperaturas seguras de mantenimiento en caliente. Durante estas 7 horas a temperaturas dentro de la zona de peligro se permite el crecimiento microbiano.

A esto se le suma el factor de riesgo: ingredientes, la carne por sí sola ya es un alimento de alto riesgo por sus altos niveles de proteína y humedad, y la formulación del marinador tiene como base mayonesa, junto con una mezcla de especias y sal, la preparación del shawarma completo desde el marinador, el cono de carne y la cocción se hace diariamente por lo tanto la fórmula del marinador no contiene ningún tipo de preservante, depende completamente de la calidad de las materias primas, los controles de temperatura durante el proceso y la cocción adecuada antes de servir, es por esto que es tan importante establecer adecuados controles preventivos durante el procesamiento con el fin de reducir los riesgos de contaminación y crecimiento microbiológico permitiendo mantener los conteos microbianos en niveles tales que con la cocción se logre la reducción a niveles aceptables y/o eliminación de los microorganismos patógenos.

Otro factor de riesgo para la inocuidad del shawarma es la operación de corte, si el operador a cargo de este proceso hace un corte inadecuado cortando trozos muy

profundos de carne que aún no está completamente cocida, esto significaría un riesgo importante para el consumidor de ingerir algún tipo de patógeno.

### **2.2.2. Relación del proceso productivo de shawarma con FSMA**

La metodología de controles preventivos de alimentos para humanos, bajo el principio de establecer rutinas de control durante el procesamiento del producto desde la cadena de suministro y a través de las diferentes etapas del proceso permite controlar las distintas variables que pueden afectar la inocuidad del producto final de manera anticipada, sin depender únicamente del punto crítico de control de cocción como sería en un modelo de APPCC.

### **2.3. Programas prerequisites.**

Según FSPCA (2016) los programas prerequisites son procedimientos, incluidas las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), que brindan las condiciones básicas ambientales y de operación necesarias para apoyar el plan de inocuidad alimentaria, se consideran los cimientos del sistema de inocuidad alimentaria, los programas prerequisite pueden variar dependiendo del tipo de alimento producido y de las instalaciones en donde se procesa y se conserva,

Sin embargo, éstos son programas fundamentales incluidos en un sistema global de inocuidad alimentaria.

Asimismo, FSPCA, (2016) establece que las BPM son regulaciones federales que se aplican a todas las instalaciones que fabrican, procesan, envasan o conservan alimentos regulados por la FDA, estipulan los niveles de acción por defectos naturales o inevitables, que a niveles bajos no son peligrosos para la salud. Por lo que podría suceder que haya algunos casos en los que una tarea específica de las

BPM sea tan importante para la inocuidad de los alimentos, que se le designe como control preventivo en un plan de inocuidad alimentaria, según la regulación 21 CFR 117 Subparte B.

Por lo tanto, las BPM deben incluir al menos las siguientes condiciones y prácticas que debe cumplir la industria de alimentos para procesar alimentos inocuos bajo condiciones sanitarias:

**2.3.1 Personal**: incluye todo lo relacionado con higiene personal, salud del personal o de los colaboradores, uso de joyas, requerimientos de uniforme, manejo de artículos personales, prácticas del personal o de los colaboradores (comer, fumar, mascar chicle, entre otros)

**2.3.2 Planta y terrenos**: relacionado con las condiciones de las instalaciones físicas tanto internas (separación adecuada de operaciones para prevenir la contaminación y el contacto cruzado de alérgenos, superficies fáciles de limpiar, iluminación, ventilación, hermeticidad de las instalaciones, entre otros temas) como externas (drenajes apropiados, manejo de residuos, entre otros)

**2.3.3 Operaciones sanitarias**: se refiere al mantenimiento de las instalaciones tanto en lo relacionado a la infraestructura como a la limpieza, manejo de productos químicos y compuestos para la limpieza y desinfección, limpieza adecuada de superficies de contacto directo, superficies de no contacto, artículos de un solo uso y un control de plagas seguro y eficaz.

**2.3.4 Instalaciones y controles sanitarios**: hace referencia al abastecimiento de agua potable, plomería, sistema de drenajes, eliminación de aguas negras, instalaciones sanitarias adecuadas (inodoros y lavamanos) y la disposición adecuada de basura y desperdicios.

**2.3.5 Equipos y utensilios:** requisitos tanto para las superficies de contacto y no contacto (no tóxicas, resistentes a la corrosión, de fácil limpieza y mantenimiento), manejo adecuado de gases comprimidos, prevención de adulteración de productos, dispositivos de monitoreo de temperaturas de los congeladores y enfriadores, manejo adecuado de los dispositivos de control de procesos (termómetros, pH metros, entre otros).

**2.3.6 Procesos y controles:** relacionados con materias primas y operaciones de manufactura, definición de los procesos de control de calidad realizados por personal competente.

**2.3.7 Almacén y distribución:** en este apartado se deben definir las operaciones de control para evitar que durante las etapas de almacenamiento y distribución se de crecimiento microbiano, contacto cruzado de alérgenos, recontaminación del alimento y deterioro.

**2.3.8 Conservación y distribución de subproductos de consumo humano para utilizarlos como alimento de animales:** de manera que se evite la contaminación de estos (garantizar la inocuidad de los recipientes, evitar contaminación con basura y desperdicios, identificación adecuada de los materiales), asimismo, en ese caso se debe cumplir con lo indicado en la parte 507 del capítulo 21 del CFR.

**2.3.9 Niveles de acción por defecto:** establecimiento de límites mínimos y máximos para defectos naturales e inevitables en alimentos que no presentan ningún peligro para la salud y las operaciones de control para asegurar el cumplimiento de estos (FSPCA, 2016).

## **2.4. Ciclo de crecimiento microbiano**

Según García (2004), el crecimiento bacteriano es el proceso mediante el cual las bacterias se reproducen, para lo cual utilizan el mecanismo de reproducción asexual llamado fisión binaria, bajo el cual la célula crece, duplica su material genético y luego se divide por la mitad dando origen a dos células, cada una de estas repite el proceso. Hay que diferenciar el crecimiento de una célula individual y el crecimiento de una población bacteriana, normalmente se utiliza la segunda definición para los estudios de crecimiento bacteriano. Cada 20 o 30 minutos ocurre la división celular, se dice que el crecimiento bacteriano es exponencial o en progresión genética, es característico de los organismos celulares.

El crecimiento microbiano se da en una serie de fases, se detallan a continuación:

**2.4.1 Fase de latencia “lag”**: durante esta fase no hay crecimiento debido a que las bacterias requieren un período de adaptación al medio, en esta etapa las células toman los nutrimentos del medio para iniciar el proceso de división, las células se encuentran metabólicamente activas, pero se mantienen temporalmente sin aumentar.

**2.4.2 Fase logarítmica “log”**: en esta fase se presenta el crecimiento exponencial de la población bacteriana.

**2.4.3 Fase estacionaria**: durante esta fase cesa el crecimiento, esto ocurre principalmente por la disminución de los nutrientes del medio y a la acumulación de sustancias tóxicas o inhibitorias producidas durante la fase de crecimiento.

**2.4.4 Fase de muerte**: como consecuencia de efectos de la fase anterior, al prolongarse su efecto causa que algunas células empiecen a declinar en número,

se presenta entonces la fase de muerte en la que la población crece exponencialmente (García, 2004).

La duración de cada una de estas fases dependerá de una serie de factores:

**2.4.5 Contenido de humedad:** el requerimiento de agua de los microorganismos generalmente se le llama actividad de agua ( $A_w$ ) del alimento o del ambiente, se mide en una escala de 0,00 a 1,00, en donde 0,00 es un alimento completamente deshidratado y 1,00 es el valor para el agua pura. *El  $A_w$  para las carnes y carne de ave oscila entre 0,99 a 1,00* (IFT, 2001).

**2.4.6 pH y acidez:** la acidez de los alimentos se mide en una escala de pH que va de 0 a 14, en donde 7 es el valor neutro, por debajo de 7 se considera un medio ácido y por encima alcalino, en niveles de pH inferiores a 4,6 los microorganismos patógenos no crecen o crecen muy lentamente (con algunas excepciones). *El pH de la carne ronda entre 5,1 y 6,2, y el del pollo oscila entre 6,2 a 6,4*. (IFT, 2001).

**2.4.7 Contenido de nutrientes:** los microorganismos requieren ciertos nutrientes para el crecimiento y el mantenimiento de las funciones metabólicas, la cantidad y variedad depende del microorganismo, estos incluyen nitrógeno, vitaminas, minerales, entre otros. *Las carnes contienen altos contenidos de proteínas, lípidos, minerales y vitaminas*. (IFT, 2001)

**2.4.8 Necesidades de oxígeno:** la disponibilidad de oxígeno es otro factor que interviene en el crecimiento microbiano, algunas bacterias son capaces de reproducirse en presencia de oxígeno (aerobias), sin oxígeno (anaerobias), con o sin oxígeno (anaerobias facultativas), o con niveles bajos de oxígeno (microaerofílicas). *El proceso de shawarma es completamente aeróbico*, la mayoría

de las bacterias relacionadas con la contaminación de estos productos son aeróbicas (García, 2004).

**2.4.9 Temperatura:** la temperatura es un factor de gran relevancia en el crecimiento microbiano, de esto depende la velocidad con que las bacterias se reproducen, la zona de peligro según USDA (2013) comprende entre 40°F (4°F) y los 140°F (60°F), en este rango de temperatura las bacterias duplican en 20 minutos, por lo tanto, es más seguro mantener los alimentos por encima o por debajo de este rango de temperatura para inhibir el crecimiento. En el caso de estudio, *la parte interna del shawarma se mantiene durante un mínimo de 5 horas en esta zona de peligro de temperaturas, en aproximadamente 3 horas el producto internamente alcanza los 30°C y se mantiene subiendo lentamente por al menos 4 o 5 horas más hasta alcanzar los 60°C, que en todo caso aún no es la temperatura de cocción mínima.*

En el caso del shawarma los estudios demuestran presencia de diferentes bacterias, las cuales en su mayoría crecen en los rangos de temperatura de la zona de peligro, por ejemplo: *E. coli* (2,5°C (36,5°F) y 49,4°C (121°F), *Salmonella* (0 ± 2,0°C (32 ± 35,5°F) y 45,6°C (114°F) ) *Staphylococcus aureus* (10°C (50°F) y 52°C (125,6°F)), *Bacillus* (5°C (41°F) y 50°C (122°F)) (OPS, s.f.) y (Odu y Akano, 2012). Debido a esto, se confirma la relevancia de mantener controles preventivos antes de llegar a la etapa de cocción, inclusive desde la calidad de la materia prima, con el fin de evitar/inhibir el crecimiento microbiano durante el proceso ya que, durante la etapa de cocción, por la naturaleza del tipo de alimento mencionado, hay un espacio considerable para permitir todo tipo de crecimiento. Por lo tanto, si no hay una cocción final adecuada el producto terminado, éste se convierte en un producto de alto riesgo para el consumo.

## **2.5. Microbiología predictiva y sus potencialidades de aplicación en el marco de FSMA.**

Pérez y Valero (2013) resumen la microbiología predictiva de los alimentos como una rama de la microbiología destinada a proporcionar modelos matemáticos, para predecir el comportamiento microbiano en los entornos alimentarios. Por lo tanto, ésta es una combinación entre el conocimiento exhaustivo de la microbiología de alimentos y conceptos matemáticos y de modelado.

Los modelos predictivos permiten predecir el crecimiento, la inactivación, y la probabilidad de crecimiento de bacterias en los alimentos en diferentes condiciones ambientales. Esto ha generado que, actualmente éstos se hayan convertido en una herramienta necesaria para apoyar las decisiones relacionadas con la inocuidad y la calidad de los alimentos. Se dice que los primeros modelos predictivos fueron fechados a inicios del siglo XX. Sin embargo, su gran desarrollo se produjo en las últimas décadas como resultado de los avances de los programas informáticos (Pérez y Valero, 2013)

El crecimiento microbiano está relacionado directamente con diferentes factores, algunos internos y otros externos, la concentración inicial de células bacterianas y el estado fisiológico de las células juegan un papel fundamental relacionado con la fase lag de crecimiento. En esta fase, el crecimiento microbiano puede ser interpretado como variable, proporcional a la concentración inicial de células. Por otra parte; el crecimiento bacteriano también se ve directamente afectado/beneficiado por factores externos como por ejemplo el uso de agentes antimicrobianos, el pH, el  $A_w$ , temperatura, entre otros factores (Baranyi, 1994).

McMekin et al (2012) en su artículo discute entre otros temas, la importancia que tiene la dependencia de la temperatura en la tasa de crecimiento microbiano para

desarrollar diferentes modelos de predicción, los nuevos modelos matemáticos han permitido establecer parámetros de comportamiento, que luego de definir las temperaturas mínimas y máximas en las que los microorganismos muestran crecimiento, permite analizar una a una las etapas del proceso y los factores que intervienen en dichos cambios como la eficiencia metabólica de los microorganismos, el cambio entre crecimiento y supervivencia, la desnaturalización de las proteínas entre otras cosas. Durante mucho tiempo, la microbiología predictiva se ha ocupado de predecir tasas de procesos biológicos particularmente crecimiento e inactivación microbiana, casi exclusivamente usando modelos empíricos, actualmente han surgido una amplia gama de modelos como el modelo de dependencia termodinámica de temperatura.

La evaluación de riesgos es una disciplina recientemente emergente en el área de seguridad alimentaria, una de las dificultades asociadas es la factibilidad de determinar la cantidad de microorganismos en los alimentos en un momento dado, la microbiología predictiva permite estimar los cambios en el número de bacterias en cada una de las etapas de producción y almacenamiento, de manera que se permite estimar la exposición de un individuo a un patógeno (Walls, Scoth, 1997). Por otra parte, Buchanan y Whiting (1995) hacen mención en su artículo sobre la gran relevancia que ha tomado la microbiología como una técnica cuantitativa para la evaluación de riesgos microbiológicos (ERM). Sin embargo, se hace énfasis en que estas herramientas, aunque pueden ser utilizadas para tomar decisiones para la gestión de riesgos, no sustituyen el buen juicio, la información obtenida debería ser usada para dirigir el curso de acción, ya que estas situaciones normalmente son muy complejas y requieren de ciencia, política, economía y comportamiento humano. Los autores concluyen que, la evaluación de riesgos junto con la microbiología predictiva son herramientas que pueden ayudar a responder algunas preguntas sobre las incógnitas que ha dejado la falta de técnicas de evaluación de riesgos que no permitían explicar el crecimiento o la inactivación bacteriana.

## 2.6. El shawarma como un alimento TCS

Según IFT (2001), productos TCS se refiere a los productos que requieren control de tiempo/temperatura para limitar el crecimiento de patógenos o la formación de toxinas que constituyen una amenaza para la salud pública.

Bajo este concepto, el shawarma se considera un producto TCS, ya sea de carne o de pollo, en ambos casos ésta proviene de animales de sangre caliente por lo cual su microflora es heterogénea, contiene bacterias mesófilas y psicrótróficas, incluyendo bacterias introducidas durante el sacrificio y el procesamiento de los productos crudos, adicionalmente las carnes y aves crudas tienen un  $A_w > 0,99$  y un rango de pH de 5 a 7 lo cual es una combinación óptima para el crecimiento microbiano (IFT, 2001).

Si a esta condición natural de la carne se le adicionan todas las etapas de procesamiento, manipulación, adición de ingredientes y demás operaciones se podría dar un incremento de esa carga microbiana inicial llevándolo a niveles inseguros para el consumo.

Según IFT (2001), en su estudio sugiere algunos métodos de conservación para la carne y las aves crudas para controlar el crecimiento de patógenos como *Clostridium botulinum*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp*, entre otros, los métodos que menciona incluyen: 1) control de tiempo/temperatura, 2) pH, 3)  $A_w$ , 4) adición de preservantes, 5) proporción de la humedad de las proteínas, 6) tratamiento térmico.

Tomando en cuenta éstas variables en la elaboración del shawarma, es sencillo comprender que en las únicas en que se tiene injerencia por el momento (a menos

que decidan reformular y agregar preservantes o algo similar) es en el control de tiempo/temperatura y el tratamiento térmico, por lo que es sumamente necesario establecer controles preventivos en cada una de las etapas del proceso, inclusive en la etapa de cocción final para asegurar el control de la calidad microbiana del producto final.

## **2.7. ComBase y sus potencialidades para predecir el crecimiento microbiano durante el proceso de producción del shawarma como alimento TCS.**

Los modelos de predicción de crecimiento microbiano han ido evolucionando con el paso del tiempo, según McMeekin et al (2012), los modelos de predicción microbiana se clasifican en tres modelos: primarios, secundarios y terciarios. Estos últimos, incorporan algoritmos dentro de un software que integra los efectos de las variables ambientales en la respuesta microbiana para lograr obtener predicciones de los resultados, ComBase se considera un modelo terciario de predicción microbiana.

A lo largo de la historia han surgido una serie de aplicaciones que permiten hacer predicciones de crecimiento microbiano. Sin embargo; había detalles sin cubrir en muchas de estas aplicaciones, por ejemplo, una de las quejas de los usuarios era que a pesar de que las predicciones podrían ser publicadas en la literatura científica, los datos crudos en los que se basaban las predicciones no eran fácilmente accesibles lo que hacía que las comparaciones de datos fueran lentas y complicadas. Debido a lo que se menciona anteriormente, surge la necesidad de crear una plataforma que ofrezca una mayor transparencia de los datos y a su vez que estandarice los términos y unidades físicas, químicas y biológicas, para facilitar la comparación de bases de datos. A partir de esto, se conformó ComBase como resultado del esfuerzo combinado del Instituto de Investigación de Alimentos (Norwich, UK), la Agencia de Estándares de Alimentos (UK) y la USDA ARS Eastern

Regional Research Center (Wyndmoor, Pa). Esta herramienta, se lanzó el 16 de junio del 2004 en la 4<sup>ta</sup> Conferencia Internacional de Modelos Predictivos en Alimentos (Quimper, Francia). Debido a esto, ComBase utilizó como base los datos de Pathogen Modeling Program (PMP; U.S. Department of Agriculture [USDA], Agricultural Research Service [ARS], Eastern Regional Research Center) y del Food MicroModel (FMM, de UK), y adicionalmente estos datos se ampliaron con datos representados por institutos colaboradores y datos extraídos de la literatura científica (Baranyi, 2004).

Los modelos predictivos ComBase consisten en un conjunto de aplicaciones en línea gratuitas para predecir el crecimiento o la inactivación de los organismos. Los modelos de crecimiento ComBase predicen la respuesta de una gama de patógenos y microorganismos de descomposición a factores clave (temperatura, pH y concentración de sal, entre otros) que caracterizan el ambiente de los alimentos. La mayoría de sus modelos predicen el crecimiento / supervivencia de los patógenos transmitidos por los alimentos en función de la temperatura, el pH y la concentración de sal, pero en algunos casos se modela el efecto de un cuarto factor ambiental adicional, como la concentración de dióxido de carbono o ácidos orgánicos, también (ComBase, 2020).

Los modelos de crecimiento de ComBase se basan solo en la información obtenida de experimentos de laboratorio observados en medios de cultivo en condiciones de laboratorio bien controladas. La variación de la concentración celular se describe mediante una curva matemática (crecimiento o supervivencia) y se denomina modelo primario. Los modelos secundarios describen cómo los parámetros de los modelos primarios dependen de factores ambientales como la temperatura, el pH y la actividad del agua. Estos se describen mediante funciones matemáticas y, por interpolación, la concentración celular frente al tiempo se puede predecir para cualquier combinación de condiciones (ComBase, 2020).

En la producción de shawarma, ComBase permite analizar el proceso con sus principales variables: Aw, pH, tiempo y temperatura, la plataforma utiliza un valor de concentración inicial del microorganismo seleccionado. Además, con base en los datos suministrados este modelo permite hacer una gráfica de simulación del crecimiento de dicho microorganismo en el tiempo. Este ejercicio de estimación en ComBase, es sumamente útil porque permite conocer con base en las condiciones del producto y del proceso de cocción (que por lo general es muy lento) cuál sería una estimación del crecimiento microbiano durante el tiempo que el producto permanece dentro de la zona de peligro de temperatura.

Adicionalmente, el uso de ComBase es una herramienta eficaz en procesos tales como el estudio de los efectos en las variaciones en el % de sal (relacionado con el Aw) y pH en la formulación, comprensión de la significancia del control de temperaturas durante cada una de las etapas de proceso, e incluso permite hacer estimaciones de vida útil de los productos bajo ciertas condiciones, entre otros de los usos.

## **2.8. Evaluación basada en riesgo**

En la actualidad, diariamente se registran incidentes relacionados con la inocuidad de los alimentos, sumado al aumento en el escrutinio de los medios de comunicación y la evolución de los requisitos normativos, ha hecho que la industria alimentaria también evolucione en la búsqueda de medidas de control que permitan brindar a los consumidores productos inocuos y de alta calidad. Debido a lo mencionado anteriormente, éstos se han visto en la necesidad de estudiar a fondo sus procesos productivos considerando las particularidades de cada uno para definir medidas de control que permitan identificar la raíz de cada uno de los peligros relacionados y de manera preventiva establecer controles que permitan evitar

incidentes relacionados con la inocuidad, dando como resultado una mejor reputación de la marca y mayor lealtad de los clientes (AIBI, 2018).

Según CODEX (2007), la adopción de un enfoque de gestión de riesgos basado en el riesgo es un paso importante para mejorar un sistema de inocuidad de los alimentos de base científica, al vincular los requisitos y los criterios de inocuidad de los alimentos con los problemas de salud pública para los que fueron formulados.

AIBI (2018) establece que esta tendencia de contar con un enfoque preventivo basado en riesgo consiste en recopilar datos u experiencias para identificar posibles problemas de seguridad alimentaria a lo largo de la cadena de producción, distribución y manejo. Es por tal motivo que, la industria necesita demostrar a los reguladores y auditores la investigación que se ha realizado para concluir que cualquier componente es peligros y que validen o muestren evidencia de que controlan el peligro identificado. Para lograr desarrollar una evaluación basada en riesgos, es necesario realizar el análisis respectivo de los peligros de cada una de las etapas de proceso, inclusive lo relacionado con los proveedores. Seguidamente, se deben establecer controles preventivos, muchos de los cuales son adicionales a los PCC que se establecen en el APPCC. Si bien es cierto, éstos son sistemas que trabajan de la mano, la evaluación basada en riesgos va más allá de lo que establece el APPCC, este sistema establece medidas de control para otros pasos del proceso que podrían significar un peligro de contaminación que por definición no se consideran un PCC.

## **2.9. Análisis de peligros**

Según FDA (2019), un peligro se define como cualquier agente biológico químico (incluidos los radiológicos) o físico que tenga el potencial de ocasionar enfermedad

o lesión. En el análisis de peligros se deben identificar aquellos peligros que puedan afectar directamente la inocuidad, según FSPCA (2016), hay muchas condiciones indeseables que pueden ocurrir durante el procesamiento, claramente requieren un control, pero que no se consideran en éste análisis porque no siempre están relacionadas con una afectación a la inocuidad de los alimentos, algunos ejemplos son la presencia de insectos, pelos, suciedad o descomposición (a menos que la descomposición produzca aminos biotécnicos o sustancias tóxicas), fraude alimentario o violaciones a las normas reglamentarias de alimentos.

### ***2.9.1. Tipos de peligros***

#### **2.9.1.1. Peligros biológicos**

Esta categoría incluye los microorganismos y hay algunos que son beneficiosos, en este caso el análisis debe considerar los patógenos, responsables de causar enfermedades, específicamente bacterias, virus, protozoarios, levaduras, mohos e inclusive priones (FSPCA, 2016).

Los patógenos transmitidos por alimentos pueden ocasionar enfermedades en los humanos, ya sea por infección o por intoxicación después de consumir el alimento. Las infecciones transmitidas por alimentos son causadas por el consumo de patógenos vivos que se desarrollan en el cuerpo, generalmente en el tracto gastrointestinal. La intoxicación transmitida por alimentos resulta de consumir las toxinas producidas por grandes cantidades de ciertas bacterias después que se han desarrollado en el alimento. (FSPCA, 2016)

### **2.9.1.2. Peligros químicos**

En esta categoría se incluyen las sustancias químicas que pueden contaminar el alimento de tres formas: 1) Forma natural, como un componente natural del alimento (alérgenos) o que se produce de forma natural sin ninguna interacción humana (toxinas de los mariscos, micotoxinas), 2) adicionadas intencionalmente como parte de la formulación que pueden ser riesgosas debido a errores (sulfitos, nitritos, entre otros), 3) presentes en forma involuntaria o accidental (plaguicidas, residuos de medicamentos, metales pesados, sustancias químicas industriales).

En esta categoría se deben considerar los peligros radiológicos, no son comunes, pero consumir alimentos contaminados con estas sustancias representa un riesgo a la salud. Según (FSPCA, 2016) algunos ejemplos son los radionúclidos como el radio 226, el radio 228, el uranio 235, uranio 238, el plutonio 239, el estroncio 96, el yodo 131, y el cesio 137. La forma más común de contaminación es mediante el uso de agua en la producción o la manufactura que contenga uno de estos radionúclidos, aunque también podría ser accidental como consecuencia de la liberación accidental de una instalación nuclear o del daño a una planta nuclear debido a un desastre natural como ocurrió en 2011 Fukushima, Japón.

La afectación para el ser humano de estas sustancias depende de la sustancia química y su nivel en el alimento. (FSPCA, 2016)

### **2.9.1.3. Peligros Físicos**

Los contaminantes físicos comprenden objetos extraños que pudiesen representar un peligro de asfixia, lesión en la boca u otros efectos adversos a la salud, esto incluye vidrio, plástico quebradizo, metales, madera, piedras, entre otros.

Según la FDA (2005) objetos con tamaños entre 7 y 25 mm se consideran riesgosos para la salud, por lo tanto, ha apoyado medidas reglamentarias para los productos que los contengan.

### **2.10. Ecuación Comisión Internacional de Especificaciones Microbiológicas en Alimentos (ICMSF por sus siglas en inglés)**

“La ICMSF es un grupo de especialistas constituido en 1962, con el objetivo de ofrecer información científica básica para los gobiernos e industrias en asuntos relacionados con la seguridad microbiológica de los alimentos. Los productos principales de la Comisión son los libros, publicaciones científicas y otros documentos. Ésta pertenece a la Unión Internacional de Sociedades de Microbiología (IUMS) y tiene vínculos con la Organización Mundial de la Salud (OMS)” (ICMSF, 2006).

Como lo indica Cole (2004) en su artículo, ICMSF ha propuesto un esquema preventivo para manejar los riesgos microbianos en los alimentos que introduce el nuevo concepto importante de Objetivo de Inocuidad Alimentaria (OIA), Sagua (2006) por su parte declara que este concepto fue adoptado posteriormente por el CODEX como parte de su documento de gestión de riesgo microbiológico (GRM).

En dicho documento, el CODEX (2007) identifica como una opción del GRM para los países la definición de los OIA para una cuestión particular de la inocuidad de alimentos, dando flexibilidad a la industria para seleccionar las medidas de control adecuadas para cumplirlo. Asimismo, éste sugiere que cuando se vayan a estudiar dichas opciones se debe tener en consideración que las opciones de GRM deberían basarse en la capacidad de estas de mitigar los riesgos eficazmente y en la viabilidad práctica y en las consecuencias de éstas. Por ejemplo, las pequeñas

empresas alimentarias y menos desarrolladas pueden seleccionar un enfoque más tradicional, el lugar de un enfoque basado en OIA.

Antes de definir el OIA es importante comprender otro concepto: Nivel Adecuado de Protección (ALOP), el cual se deriva de la Evaluación de Riesgos Microbiológicos (ERM), típicamente expresado en términos de relevancia para la salud pública, por ejemplo, como el número de casos por cada 100 000 personas. Es un concepto que si bien es cierto se utiliza para informar al público, no es una medida útil para ser usada como referencia en la implementación de medidas de inocuidad alimentaria como el grado de inspección/control en el proceso productivo, información que sirvió de referencia para establecer el concepto FSO para ayudar en el desarrollo de posibles opciones de gestión de riesgos microbiológicos (ERM) (Cole, 2004).

ICMSF (2006) define el OIA como “la frecuencia máxima y / o la concentración máxima de un peligro en un alimento al momento del consumo, que provee o contribuye al ALOP”. Éste a su vez, establece una meta para ser alcanzada en la cadena alimentaria, pero no especifica como la meta puede ser lograda. Sagua (2019) complementa esta definición indicando que un OIA no es aplicable a lotes individuales y no especifica planes de muestreo, más bien es una declaración del nivel de control esperado para una operación de procesamiento de alimentos que se puede cumplir con la aplicación adecuada de BPM, sistemas APPCC, criterios de rendimiento, criterios de proceso/producto y/o criterios de aceptación. Idealmente, un OIA debería ser cuantitativo y verificable, aunque no necesariamente mediante un examen microbiológico de los alimentos. Por otro lado, Colen (2004) simplifica los conceptos bajo el siguiente enunciado; “el OIA es el resultado del uso de la curva de caracterización del riesgo para transformar el ALOP a una expresión de concentración/frecuencia del peligro”, CODEX (2007) lo menciona de otra forma considerando que al establecer un OIA, las autoridades competentes indican un límite basado en el riesgo que debería lograrse

operacionalmente dentro de la cadena alimentaria, proporcionando a la vez flexibilidad para distintos enfoques de producción, fabricación, distribución, comercialización y preparación.

CODEX (2007) establece que hay dos métodos para establecer un objetivo de inocuidad de los alimentos. Uno se basa en el análisis de datos de la salud pública y estudios epidemiológicos, y el otro en el análisis de datos sobre el nivel y/o frecuencia de un peligro en un alimento para trazar una curva de caracterización del riesgo que relaciona los niveles de peligro con la incidencia de enfermedades.

Otro concepto importante es la definición de los Objetivos de rendimiento (PO), éstos pueden ser obtenidos a partir de un OIA. Por ejemplo, para algunos peligros alimentarios éste es probablemente muy bajo, referido como “ausencia en una porción de alimento al tiempo del consumo”. Para un procesador que elabora ingredientes o alimentos que requieren cocción antes del consumo, este nivel puede ser muy difícil de usar como una guía en la fábrica. Por lo tanto; con frecuencia se requiere definir un nivel (tolerable o máximo) que deba ser alcanzado en alguna etapa específica de la cadena alimentaria que permita cumplir posteriormente con el OIA, este nivel es llamado objetivo de rendimiento (PO) (ICMSF, 2006). Adicionalmente, Cole (2004) menciona otro concepto, criterio de rendimiento (PC) definido como el efecto de una o más medidas de control necesarias para cumplir o contribuir al cumplimiento de un PO.

ICMSF proporciona la siguiente ecuación simplista para describir el concepto de criterios de desempeño:

Cuadro N° 1. Cuadro descriptivo de la fórmula ICMSF.

<b><math>H_0 - \Sigma R + \Sigma A+C \leq OR \text{ o } OIA</math></b>	
<b>H<sub>0</sub></b>	Nivel inicial de peligro asociado con materias primas e ingredientes
<b><math>\Sigma R</math></b>	Reducción total (inactivación o remoción)
<b><math>\Sigma A+C</math></b>	Incremento total (aumento o contaminación)
<b>OR/PO</b>	Objetivo de rendimiento
<b>OIA/FSO</b>	Objetivo de inocuidad alimentaria
<b><math>\leq</math></b>	El símbolo $\leq$ implica que el efecto acumulativo debe ser menor o, al menos, no mayor que el FSO expresado en términos de unidades log 10 para un organismo específico

Fuente: ICMSF, 2018.

Según Sagua (2019) “dichos cálculos se basan en valores puntuales y no permiten variaciones en la distribución microbiana dentro o entre lotes de ingredientes alimentarios o variaciones en la eficiencia del proceso. No obstante, proporcionan una forma sencilla de demostrar cómo se puede usar un FSO para evaluar el riesgo de productos y procesos específicos”.

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Generalidades metodológicas

En ésta *metodología* de investigación cualitativa, definida según Rodríguez, Gil y García (1996), como aquella que “estudia la realidad en su contexto natural, tal y como sucede, intentando sacar sentido de, o interpretar los fenómenos de acuerdo con los significados que tienen para las personas implicadas”, para definir como el objetivo principal de esta investigación analizar el proceso productivo de las parrillas verticales tipo shawarma tal cual sucede en su contexto, con el fin de identificar los posibles riesgos asociados en cada una de las etapas de proceso y definir aquellos puntos que requieren un seguimiento especial para garantizar la inocuidad del producto final.

Según Hernández, Fernández y Collado (2010), la investigación cualitativa tiene algunas características que se ajustan a las necesidades de este proyecto, explora los fenómenos en profundidad, se conduce básicamente en ambientes naturales, los significados se extraen de los datos, no se fundamenta en la estadística. Los autores declaran que el método de investigación cualitativa utiliza la recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación. Según Rodríguez et al (1996) bajo este método, el investigador no descubre, sino que construye conocimiento como síntesis de su perspectiva, mediante sus habilidades holísticas, empíricas, interpretativas y empáticas.

El *tipo* de investigación utilizado es mixto, que combina la investigación documental con la investigación de campo. Inicialmente se llevó a cabo la recolección en campo de los datos, necesarios para definir las etapas y pormenores del proceso, para luego analizar los posibles riesgos asociados a cada una de estas, seguidamente la

investigación se complementa con una fase documental, en la cual se estudia teóricamente cada uno de los procesos, el soporte bibliográfico será el que ayude a identificar los riesgos relacionados con cada una de sus etapas lo que permitirá establecer recomendaciones objetivas para el control del problema en cuestión.

Las *técnicas* de recolección de información en campo utilizadas para desarrollar este proyecto final de graduación (PFG) incluyeron: observación del proceso de elaboración del shawarma, durante la cual se tomaron notas de campo, datos, temperaturas, fotografías. Adicionalmente, se obtuvo información realizando una serie de entrevistas que se le aplicaron a los colaboradores que están a cargo de la preparación de este alimento. Rodríguez et al (2010) menciona estas dos técnicas como opciones importantes para realizar el trabajo de campo de una investigación cualitativa.

En la investigación documental se consultaron fuentes de información digital como artículos, libros y revistas electrónicas, así como libros impresos. Según Rodríguez et al (2010), la revisión de la literatura en la investigación cualitativa tiene como objetivos detectar conceptos claves, nutrir ideas sobre la recolección de datos y análisis, tomar en cuenta errores que han cometido otros anteriormente, así como mejorar el entendimiento de datos y profundizar las interpretaciones.

El *análisis de los datos* se llevó a cabo de forma secuencial y estructurada siguiendo cada una de las etapas del proceso, de manera que de forma simultánea se analizaron las particularidades de cada fase y la teoría sobre los posibles peligros relacionados, a partir de esto se definieron recomendaciones de manejo para disminuir/eliminar peligros para la inocuidad de los alimentos. Este análisis de peligros se llevó a cabo basado en el modelo de controles preventivos de alimentos para humanos aplicable según la Ley de Modernización de la Inocuidad de los Alimentos (FPSCA, 2016)

Para realizar este análisis, se tomó como referencia el hecho de que el establecimiento de venta de comida libanesa tiene implementados los prerrequisitos base para el análisis de peligros, la evaluación consistió básicamente en analizar las condiciones del proceso de producción de las parrillas verticales tipo shawarma, desde el recibo de la materia prima hasta el servicio en el respectivo restaurante, para lo cual el proceso se centró en tres partes: 1. Descripción del proceso y diagrama de flujo, 2. Análisis de peligros y definición de los controles preventivos, 3. Propuesta de recomendaciones para el establecimiento.

### **3.2. Recolección de datos.**

Para el desarrollo de este PFG, se participó en el proceso de elaboración de dos parrillas verticales en el establecimiento de venta de comida libanesa, una de pollo y una de res. Como respaldo de las actividades desarrolladas, se documentó detalladamente cada una de las etapas del proceso y se registraron las temperaturas en cada una de ellas.

### **3.3. Análisis de datos**

A partir de los datos recolectados sobre el proceso se hicieron tres estudios: 1) Se elaboró el plan de inocuidad de proceso productivo de las parrillas verticales tipo shawarma basado en FSMA (análisis de peligros, controles preventivos, procesos de monitoreo, verificación y documentación) los datos de temperaturas de todo el proceso se organizaron y utilizaron para desarrollar modelos de predicción de crecimiento microbiano y letalidad para los principales microorganismos patógenos con ayuda de la plataforma de ComBase, 3) a partir de los datos obtenidos en ComBase, se aplicó la ecuación ICMSF para estudiar el impacto del tratamiento térmico en el proceso de cocción, para con esto estimar la calidad microbiológica del producto terminado.

### 3.4. Análisis de peligros

En el Anexo N°2, se presenta el análisis de peligros completo del proceso productivo de las parrillas verticales tipo shawarma, para lograr esta síntesis de información se tomaron en cuenta los siguientes aspectos.

Para desarrollar el análisis se utilizó la plantilla que se muestra en la siguiente figura:

(2) Ingrediente / paso de procesamiento	(2) Identifique peligros potenciales para la inocuidad alimentaria introducidos, controlados o potenciados en este paso.  <ul style="list-style-type: none"> <li>- Físico</li> <li>- Químico (Incluyendo alérgenos y radiactivos.</li> <li>- Biológico</li> <li>- Otros (fraude alimentario que afecte la inocuidad, etc.</li> </ul>	(3) ¿Se considera el peligro significativamente potencial para la seguridad alimentaria, tanto así que requiere un control preventivo?		(4) Justifique su respuesta de la columna 3.  <u>Evaluación del riesgo</u> <i>P: Probabilidad:</i> Frecuente, Probable, Puede ocurrir, Remota  <i>G: Gravedad:</i> Alta, Media, Baja, Insignificante  <i>CP: Calificación del peligro:</i> Significativo: A1, A2, A3, B1, B2, C1, C2 NO Significativo: A4, B3, B4, C3, C4, D1, D2, D3, D4	(5) ¿Qué medida(s) de control preventivo se puede(n) aplicar para minimizar significativamente o prevenir el peligro para la inocuidad alimentaria?  Control preventivo de proceso Control preventivo de alérgenos Control preventivo de saneamiento Control de cadena de suministro Otros, especifique	(6) ¿Se aplica en este paso el control preventivo?	
		Si	No			Si	No

Figura N° 3. Matriz de análisis de peligros con FSMA integrado

Fuente: Elaboración propia

El análisis de peligros se llevó a cabo mediante una lluvia de ideas, en cada una de las etapas se identificaron los peligros biológicos, físicos y químicos, analizando inicialmente las materias primas para identificar los peligros relacionados con cada producto con el fin de definir controles preventivos al respecto, seguidamente se analizaron cada una de las etapas del proceso con el mismo objetivo, buscando

identificar aquellas en las que existiera el riesgo de provocar una contaminación del alimento.

La evaluación de peligros se realizó considerando los tipos de peligros: biológico, químico y físico.

### 3.4.1. Evaluación del riesgo

Para evaluar los peligros identificados y definir cuales requerían un control preventivo específico se utilizó la siguiente matriz de probabilidad y gravedad:

		<b>Probabilidad</b>			
		Frecuente A	Probable B	Puede ocurrir C	Remota D
		A	B	C	D
<b>Severidad</b>	Alta 1	<b>Si</b>	<b>Si</b>	<b>Si</b>	No
	Media 2	<b>Si</b>	<b>Si</b>	<b>Si</b>	No
	Baja 3	<b>Si</b>	No	No	No
	Insignificante 4	No	No	No	No

Figura N° 4. Modelo de Análisis de Riesgos Propuesto por AIB Internacional.

Fuente: AIB Internacional, AIBI (s.f.)

Para utilizar dicho modelo AIBI (s.f.) define lo siguiente:

- **Riesgo** = Probabilidad x Severidad
- Probabilidad: Posibilidad de ocurrencia
- Severidad: Gravedad de la enfermedad o lesión para la salud del consumidor

#### **3.4.1.1. Criterios para la probabilidad**

- *Frecuente*: Peligro inherente a las materias primas o al proceso. Ocurrencia común.
- *Probable*: Probable que ocurra según la ciencia que se tenga disponible, o ha ocurrido más de una vez en la organización.
- *Puede ocurrir*: Poco probable según la ciencia que se tenga disponible, pero ha ocurrido una vez en la organización o un caso ha sido publicado.
- *Remota*: Prácticamente imposible según la ciencia que se tenga disponible. Nunca ha ocurrido en la organización y ningún caso ha sido publicado (AIBI, s.f.)

#### **3.4.1.2. Criterios para la severidad**

- *Alta*: Existe una probabilidad razonable que el producto cause consecuencias adversas serias a la salud, o la muerte.
- *Media*: Posibles consecuencias adversas temporarias o médicamente reversibles a la salud. La probabilidad de causar consecuencias adversas serias a la salud es remota.
- *Baja*: Efecto sobre la salud que no requiere de una visita al médico. Puede originar una queja de cliente por inocuidad.
- *Insignificante*: Sin consecuencias visibles sobre la salud (AIBI, s.f.)

### **3.4.1.3. Peligros significativos**

Los peligros calificados como A1, A2, A3, B1, B2, C1, C2, según sea la combinación entre probabilidad y gravedad, son considerados SI: significativos en un modelo básico de HACCP, según la matriz utilizada en este trabajo responden a la pregunta 3) ¿Requiere un control preventivo alguno de los peligros potenciales para la inocuidad alimentaria? Como **SÍ**. Deben ser totalmente prevenidos por programa(s) prerequisite(s) y/o controlados o reducidos a un nivel aceptable por etapa(s) del proceso.

### **3.4.1.4. Peligros no-significativos**

Esos peligros con combinaciones A4, B3, B4, C3, C4 no son considerados como significativos por inocuidad para la organización. Según la matriz utilizada en este trabajo responden a la pregunta 3) ¿Requiere un control preventivo alguno de los peligros potenciales para la inocuidad alimentaria? Como **NO**.

No requieren de un control bajo HACCP. La organización puede necesitar un control de esos peligros no significativos por otras razones que la inocuidad. En este caso, se pueden asignar medidas de control en la matriz, pero el control de estas medidas no tiene que documentarse y gestionarse dentro del HACCP.

## **3.5. Controles preventivos**

### **3.5.1.1. Tipos de controles preventivos**

Según el análisis de peligros se establecieron controles preventivos en las siguientes categorías:

- Control de procesos: Se refiere a los controles requeridos en las partes del proceso que son críticos para la inocuidad del alimento
- Controles preventivos de alérgenos alimentarios, se refiere a controles documentados para evitar el contacto cruzado de alérgenos y garantizar que se coloque un etiquetado exacto sobre alérgenos en los productos alimenticios terminados.
- Control de limpieza y desinfección: se refiere a los controles aplicados para prevenir la contaminación con patógenos ambientales, contaminación cruzada y/o contacto cruzado de alérgenos alimentarios.
- Control de cadena de suministro: se refiere a los controles relacionados con ingredientes que tienen historial de relacionarse con algún peligro en específico, ya sean controles aplicados dentro de la instalación o en la del proveedor.

### **3.6. Procedimientos de monitoreo, verificación y documentación.**

Una vez identificadas las etapas del proceso que se determinó requieren un control preventivo y/o un PCC se procedió a definir los detalles de dicho control, para cada uno de los controles preventivos se utilizó la plantilla mostrada en la siguiente figura:

Tipo de control preventivo		Cadena de suministro <input type="checkbox"/>	Control de proceso <input type="checkbox"/>	Saneamiento <input type="checkbox"/>	Otro <input type="checkbox"/>
Nombre del control preventivo					
Etapa del proceso					
Peligro					
¿Qué tipo de control se aplica en esta etapa?	Control preventivo				
	PCC				
Parámetros y valores // Límites críticos					
Detalle del monitoreo	Actividad				
	Metodología				
	Frecuencia				
	Responsable				
Medida correctiva // Acción correctiva					
Verificación					
Registros					

Figura N° 5. Matriz de monitoreo para controles preventivos y PCC's.

Fuente: Elaboración propia

Para cada uno de los controles preventivos/PCC se definieron los Parámetros y valores/límites críticos, procedimientos de monitoreo, acciones correctivas/medidas correctivas, procedimientos de verificación y registros relacionados.

### 3.7. Predicción del crecimiento microbiano.

Adicionalmente, al análisis de los peligros teórico, se desarrollaron algunos modelos de crecimiento microbiológico utilizando la plataforma de ComBase para evidenciar el crecimiento microbiano durante la fase más crítica del proceso: la cocción, debido a que el proceso de cocción es lento, el cono de carne tarda entre 12 y 14 horas frente a la fuente de calor.

Durante las primeras 5 horas de iniciado el proceso, el producto en su parte interna se mantiene a temperaturas que se encuentran dentro de la zona de peligro, por lo que parte de este PFG, se centralizó en estudiar el comportamiento de los patógenos principales ante estas condiciones de proceso mediante predicciones.

### **3.8. Predicción de letalidad microbiana**

De igual manera se desarrollaron predicciones con algunos de los microorganismos patógenos disponibles en la plataforma de ComBase para estimar el tiempo necesario y la temperatura para eliminarlos durante el proceso de cocción.

### **3.9. Ecuación ICMSF.**

Finalmente, se tomaron los datos sobre la predicción de crecimiento microbiano y letalidad microbiana y se aplicó la ecuación ICMSF con el fin de estimar la efectividad del tratamiento térmico aplicado durante el proceso de cocción y la calidad microbiológica del producto terminado después de finalizado el proceso completo, para esto la ecuación considera las etapas de mayor riesgo en las cuales se puede dar un mayor crecimiento microbiológico con respecto a la efectividad del tratamiento térmico, todo esto calculado utilizando valores log para cada uno de los principales microorganismos.

## **4. DESARROLLO**

### **4.1. Estado actual de los programas prerequisites**

Para respaldar los resultados obtenidos durante el desarrollo de este PFG, se parte del hecho de que el establecimiento de venta de comida libanesa ya cuenta con un programa de prerequisites implementado.

Por otro lado, el establecimiento recibe diferentes tipos de auditorías debido a su relevante posicionamiento en la industria turística, lo que los ha obligado a implementar todo tipo de controles que garanticen a los huéspedes que las instalaciones son seguras, al igual de que la comida es inocua y de calidad.

Para respaldar estas acciones, el establecimiento cuenta con un departamento de control de calidad que dirige las operaciones de desarrollo, implementación, supervisión y capacitación de los colaboradores en los diferentes temas requeridos para asegurar la inocuidad de los alimentos que se le ofrecen al huésped.

### **4.2. Pasos preliminares para el plan de Inocuidad**

Para llevar a cabo esta investigación, primero fue necesario detallar el proceso productivo, con el fin de comprender los pormenores en cada una de las etapas de procesamiento de shawarma. Para respaldar esta gestión, se utilizaron como referencia las 5 etapas preliminares del Plan de Inocuidad según el modelo sugerido por la FDA: Controles preventivos de alimentos para humanos:

#### **4.2.1. Formar el equipo de inocuidad alimentaria.**

El establecimiento tiene definido su equipo de inocuidad alimentaria, por razones de confidencialidad no se detallan los integrantes del equipo, que cumple con los requisitos de FSPCA (2016). Éste, es multidisciplinario ya que cuenta con personas de las diferentes áreas del proceso incluyendo la parte administrativa, con un miembro gerencial que asegura la disposición de los recursos adecuados, brindando apoyo a que el plan sea viable y de que pueda ejecutarse de acuerdo a lo establecido. Esta gestión, permitió indicarles a los colaboradores que el sistema de inocuidad alimentaria es vital para la estabilidad de la industria estudiada.

En el equipo de trabajo, se incluyeron personas de diferentes especialidades con el fin de que cada una desde su enfoque comparta su conocimiento sobre las operaciones diarias y evitar de esta manera no dejar de lado puntos claves o malinterpretar temas importantes de la operación. Lo anterior, debe ser enfocado hacia el personal de calidad, producción, higiene, mantenimiento, entre otros.

En el equipo hubo un “individuo calificado en controles preventivos” que lideró el trabajo para el cumplimiento de lo establecido en el reglamento.

El plan de inocuidad se elaboró en conjunto por el equipo bajo la supervisión del individuo calificado. Es necesario que se defina una tabla con cada uno de los puestos y sus funciones dentro del Plan de Inocuidad Alimentaria.

Según FSPCA (2016), es responsabilidad del equipo de inocuidad alimentaria:

- Desarrollar, documentar, mantener y revisar el Plan de Inocuidad Alimentaria
- Supervisar la implementación del Plan de Inocuidad Alimentaria.
- Asegurar que el personal se capacite para cumplir sus responsabilidades.

#### 4.2.2. Descripción del producto

Cuadro N° 2. Descripción de producto.

<b>Nombre del producto</b>	Carne de res y pollo para shawarma
<b>Descripción del producto</b>	Esta carne se prepara al estilo libanés, utilizando técnicas de corte y marinado característicos. Luego, ésta se cocina con parrillas verticales tipo shawarma, en las cuales el producto gira de forma vertical frente a la fuente de calor, recibiendo una cocción lenta desde afuera hacia adentro. La carne completamente cocida en el exterior se va rebanando para preparar los shawarmas, y sigue girando en la parrilla para completar la cocción de una nueva capa.
<b>pH</b>	Res: 7 (FDA, 2012) Pollo: 6,5 – 6,7 (FDA, 2012)
<b>A<sub>w</sub></b>	0,999 (IFT, 2001)
<b>Ingredientes</b>	Res: Carne de res, crema de ajo, aceite vegetal, mayonesa, sal, especias shawarma, pimienta negra, limón, agua, piña. Pollo: Carne de pollo, ajo, aceite vegetal, mayonesa, sal, especias shawarma, pimienta blanca, limón, agua, piña, canela. Nota: el producto no lleva ningún tipo de preservante.
<b>Tipo de envase</b>	No se sirve empacado, se corta de la parrilla vertical y se come como parte de un producto llamado shawarma, el cual es preparado a pedido.
<b>Vida útil</b>	32 horas (17 horas crudo y 15 horas en la parrilla)
<b>Almacenamiento</b>	Desde la preparación hasta el montaje en la parrilla se almacena a 5°C o menos.
<b>Temperatura mínima de cocción</b>	75°C durante 15 segundos.
<b>Servicio</b>	La carne cocida se sirve de inmediato en cuanto se corta junto con los demás ingredientes del shawarma.

Fuente: Elaboración propia

### ***4.2.3. Uso y consumidores previstos***

La carne obtenida a partir de las parrillas verticales se utiliza como como parte de un plato tradicional libanés llamado shawarma, se sirve con pan pita, vegetales, salsas y otros acompañamientos en un restaurante, cada uno de los ingredientes y por lo tanto el shawarma se considera “Listos para comer”.

El shawarma se sirve en el restaurante de comida libanesa como parte del sistema todo incluido del establecimiento, se ofrece al público en general que disfrute el producto con todas sus particularidades, incluyendo niños, mujeres embarazadas, personas de edad avanzada y personas inmunosuprimidas. La carne se corta solamente contra pedido, y se prepara el shawarma en el momento con el resto de los ingredientes, es la única forma en que se ofrece.

#### 4.2.4. Diagrama de flujo

A continuación, se presenta el diagrama de flujo del proceso:



Figura N° 6. Diagrama de flujo: Proceso productivo del shawarma

Fuente: Elaboración propia según proceso en establecimiento de venta de comida libanesa

#### **4.2.5. Descripción del proceso**

**4.2.5.1 Recibo de materias primas cárnicas:** las materias primas cárnicas se reciben congeladas, en bultos de 20 kg, empacadas en plástico y en cartón como embalaje secundario, llegan en camiones con sistema de enfriamiento que mantienen la temperatura de congelación a  $-18^{\circ}\text{C}$  ( $0^{\circ}\text{F}$ ), o menos. Se reciben en un andén refrigerado en el cual se realizan las labores de verificación.

**4.2.5.2 Recibo de materias primas secas, aceites y salsas:** las materias primas secas se reciben en un andén independiente al de recibo de carnes y vegetales. Productos como la sal, mayonesa, aceite, pimienta (blanca y negra), canela y especias shawarma se reciben empacados, sellados, etiquetados y adecuadamente embalados según su presentación, se verifican al ingreso antes del almacenamiento.

**4.2.5.3 Almacenamiento de carnes:** las carnes se almacenan temporalmente en cámaras de congelación como mínimo a  $-18^{\circ}\text{C}$  ( $0^{\circ}\text{F}$ ). Por lo general, éstas no están más de dos semanas en almacenamiento debido a la alta rotación de productos. Se cuenta con cámaras de almacenamiento separadas por origen: carne de aves, carnes rojas, pescado y mariscos.

**4.2.5.4 Almacenamiento de materias primas secas:** los productos se almacenan según las recomendaciones indicadas en la etiqueta de cada producto a temperatura ambiente y debidamente separados de otros suministros como químicos, utilería, papelería, entre otros.

**4.2.5.5 Descongelado:** el proceso de descongelado se lleva a cabo en cuartos fríos a una temperatura máxima de  $5^{\circ}\text{C}$  ( $41^{\circ}\text{F}$ ), separadas las proteínas por especie, el

descongelado completo tarda 3 días, después de esto el producto se consume máximo en los siguientes 4 días, el proceso completo tarda máximo 7 días.

**4.2.5.6 Formulación de carnes:** este paso consiste en separar las cantidades de carne del corte específico necesario para la parrilla vertical, se trasladan desde el cuarto de congelado al pantry de carnes, donde posteriormente se hace el perfilado, el producto se mantiene a no más de 5°C (41°F) durante esta etapa.

**4.2.5.7 Formulación de ingredientes secos:** esta etapa consiste en hacer el pesaje de los ingredientes necesarios para la preparación del marinador, este proceso se hace en una sala de preparación parcialmente climatizada que se mantiene por debajo de los 18°C (0°F) durante la preparación, este proceso tarda máximo 10 minutos.

**4.2.5.8 Perfilado de la carne:** en el caso de la carne de res, se compran cortes enteros, por lo que es necesario filetearlos para obtener porciones de no más de 1 cm de grosor y de 15 cm de largo x 15 cm de ancho, este proceso se lleva a cabo en un cuarto refrigerado a menos de 5°C (41°F). En el caso del pollo se utilizan las pechugas enteras deshuesadas.

**4.2.5.9 Preparación del marinador:** con todos los ingredientes listos y los utensilios previamente limpios y desinfectados, se procede a preparar el marinador, que básicamente consiste en licuar todos los ingredientes hasta obtener una mezcla homogénea, este proceso se lleva a cabo en una sala de preparación parcialmente climatizada que se mantiene por debajo de los 18°C (64.4°F), ingredientes como la mayonesa y el aceite se refrigeran previamente a la preparación para asegurar que el marinador no supere los 5°C (41°F), este proceso tarda máximo 10 minutos.

**4.2.5.10 Marinado:** manualmente, uno a uno los trozos de carne se extienden y se rebosan de marinador por una de las caras, luego se van colocando de forma extendida en un recipiente, se le coloca otro filete rebosado de marinador encima y así sucesivamente, formado capas: marinador-carne-marinador. Esto se hace en una sala de preparación parcialmente climatizada que se mantiene por debajo de los 18°C (64.4°F), el proceso de marinado para un cono de carne dura máximo 15 minutos, esto asegura que la temperatura no sube más de 5°C (41°F). El proceso se repite con las pechugas de pollo.



Figura N° 7. Carne de res en el proceso de marinado.

Fuente: Establecimiento de venta de comida libanesa.

**4.2.5.11 Reposo:** inmediatamente finalizado este proceso, el contenedor se tapa y se lleva a un cuarto frío a no más de 5°C (41°C), en donde se deja reposando entre 15 y 17 horas.

**4.2.5.12 Armado:** manualmente se procede a armar los conos de carne, se van tomando los trozos de carne y se van insertando en la espada de manera que cada corte se pincha en el centro para que quede extendido. Esto se hace en una sala

de preparación parcialmente climatizada que se mantiene por debajo de los 18°C (64.4°F), el proceso de armado de un cono de carne no tarda más de 15 minutos, por lo que la temperatura no sobrepasa los 5°C (41°F). Este proceso se repite con las pechugas de pollo. Finalmente, se cubre el cono con plástico para alimentos hasta cubrir por completo el producto.



Figura N° 8. Carnes de res en el proceso de armado.

Fuente: Establecimiento de venta de comida libanesa

**4.2.5.13 Traslado:** el traslado desde la sala de preparación hasta el área de cocción (restaurante de comida libanesa) se hace colocando los conos de carne en hieleras y con un baño de hielo encima. El traslado dura máximo 15 minutos.



Figura N° 9. Preparación para el traslado de los conos de carne.

Fuente: Establecimiento de venta de comida libanesa

**4.2.5.14 Cocción:** el proceso de cocción en las parrillas verticales es un proceso lento, porque la transferencia de calor ocurre de afuera hacia adentro. El cono armado con la carne se coloca en la parrilla, éste gira en un eje pasando por la fuente de calor, generando que la primera capa de la carne tarde aproximadamente dos horas en estar completamente. Sin embargo, el cono completo tarda entre 12 y 14 horas en la parrilla vertical, siendo este el tiempo real que tarda el servicio del restaurante. Durante este periodo de tiempo, la capa externa del producto se va cocinando y de forma simultánea se va cortando con respecto a la demanda de producto.

Lo riesgoso de este proceso de producción es que la parte interna del producto se va calentando lentamente, por lo que durante una parte de esas 12 – 14 horas la parte interna del cono de carne se mantiene en temperaturas de zona de peligro.



Figura N° 10. Proceso de cocción de la carne para shawarma.

Fuente: Establecimiento de venta de comida libanesa

En el siguiente gráfico se muestra el comportamiento de las temperaturas internas del shawarma durante todo el tiempo que se mantiene el cono de carne en cocción (13 horas aproximadamente):



Figura N° 11. Temperatura interna del shawarma durante el proceso de cocción.

Fuente: Establecimiento de venta de comida libanesa

**4.2.5.15 Servicio:** para servir el producto es necesario cortar la capa de carne/pollo superficial que ya está cocida, el corte debe ser preciso para lograr obtener sólo la carne que está completamente cocida, de manera que se evite cortar la carne que aún no ha completado la cocción completa. En caso de que haya una alta demanda y no se haya cocido bien el exterior, la carne que se corta se pasa por una plancha caliente entre 3 y 5 minutos para completar la cocción antes de servir.

#### **4.2.6. Verificar el diagrama de flujo**

Según FSPCA (2016), la exactitud del diagrama de flujo es crítica para conducir un análisis de peligros, lo que significa que es necesario verificar cada uno de los pasos en el proceso. Para lograr dicho control de calidad, el equipo de inocuidad alimentaria debe hacer un recorrido por las instalaciones y registrar cualquier cambio que considere necesario realizar en el flujograma. Simultáneamente, deben incluir observaciones relacionadas con la limpieza y desinfección, el potencial de contaminación cruzada o contacto cruzado de alérgenos, y posibles refugios o puntos de introducción de patógenos ambientales.

En este caso en específico, se hizo el levantamiento del diagrama de flujo y la verificación de éste, como parte de los recorridos de auditoría, y, por ende, como parte del formato de la evaluación se fueron haciendo comentarios sobre temas relevantes relacionados con limpieza y desinfección y demás puntos mencionados anteriormente.

### **4.3. Plan de Inocuidad**

#### **4.3.1. Análisis de peligros**

En el Anexo N°2, se encuentra el detalle completo del análisis de peligros, y a continuación se mencionan los hallazgos más importantes del proceso:

#### **4.3.1.1. Recibo de materias primas cárnicas**

Al analizar el proceso específico de recibo de materias primas, se identifica de forma similar para res y pollo que el principal riesgo está relacionado con la calidad del producto adquirido. Por lo tanto, el análisis de peligros confirma que hay números peligros significativos relacionados con la carne cruda, por lo que es de vital importancia un adecuado control en la etapa previa, en la que se lleva a cabo la selección y aprobación de los proveedores, así como la verificación al ingreso de que el producto que se reciba cumpla con todos los parámetros definidos en dicha etapa.

#### **4.3.1.2. Recibo de materias primas secas, aceites y emulsiones**

En lo que respecta al recibo de materias primas secas, aceites y salsas, el análisis de peligro permitió identificar numerosos riesgos relacionados con los diferentes ingredientes. Sin embargo, para muchos de estos como son ampliamente conocidos como en el caso de la posible presencia de materia extraña en las especias, se tienen directrices e inclusive reglamentos regulatorios sobre los parámetros aceptables para cada defecto. Es por tal motivo, por lo que el control en este caso se resume al igual que en el caso de las carnes crudas, en hacer una adecuada selección y aprobación de proveedores, y la verificación adecuada al momento del ingreso de las materias primas.

#### **4.3.1.3. Almacenamiento de materias primas**

Durante la etapa de almacenamiento de materias primas cárnicas, es de suma relevancia mantener la cadena de frío durante el tiempo que se mantenga en almacenamiento, lo cual es significativamente importante para mantener la carga microbiana en nivel bajo previo a la etapa de cocción.

#### **4.3.1.4. Etapas de elaboración de las parrillas verticales**

Durante el análisis de peligros se identificaron algunos riesgos de contaminación física y química, sin embargo, los mismos no se consideran significativos para la inocuidad del producto terminado tomando en cuenta los prerrequisitos y controles preventivos aplicados en las diferentes etapas del proceso, por otra parte, el paso más importante en el proceso productivo es mantener la cadena de frío durante cada una de las etapas, con el fin de inhibir el crecimiento microbiano.

#### **4.3.1.5. Proceso de cocción y servicio**

En la etapa de cocción del producto, al ser éste un proceso extenso y lento, se identificó un peligro de crecimiento microbiano de patógenos debido a que durante el periodo en el que el cono de carne pasa en la parrilla vertical, hay al menos 5 horas en las que la temperatura interna de la carne se mantiene en temperaturas favorables para el crecimiento microbiano, es un proceso inevitable por las características de la cocción. En esta misma etapa se identificó también la parte más importante del proceso productivo para lograr que el producto sea inocuo o seguro para el consumo humano, o sea, la cocción. La aplicación del proceso térmico de forma controlada permite reducir a niveles aceptables y hasta eliminar la carga microbiana inicial de la carne, por lo que es de suma importancia este paso.

Finalmente, durante el servicio de alimentación el principal riesgo es la contaminación cruzada con utensilios o superficies que pudiesen haber estado en contacto con carne cruda.

#### 4.3.2. *Controles preventivos y procedimientos de monitoreo, verificación y documentación*

##### 4.3.2.1. Control de cadena de suministro

Cuadro N° 3. Control Preventivo: *Control de cadena de suministro.*

Tipo de control preventivo	Cadena de suministro <input checked="" type="checkbox"/>	Control de proceso <input type="checkbox"/>	Limpieza y desinfección <input type="checkbox"/>	Otro <input type="checkbox"/>
Nombre del control preventivo	CP.1. Control de cadena de suministro.			
Etapa del proceso Peligro	<p><i>Recibo de materias primas cárnicas: <u>Carne de res y carne de pollo</u></i>  <u>Físico:</u> Las carnes podrían ingresar contaminadas con trozos de metal de agujas de inyección  <u>Químico:</u> Presencia de residuos de antibióticos o medicamentos  <u>Microbiológico:</u> Contaminación y/o crecimiento de microorganismos patógenos</p>			
Etapa del proceso Peligro	<p><i>Recibo de materias primas secas: <u>Mayonesa</u></i>  <u>Microbiológico:</u> Contaminación por <i>Salmonella spp.</i>  <u>Químico:</u> Presencia de alérgenos no declarados</p>			
Etapa del proceso Peligro	<p><i>Recibo de materias primas secas: <u>Pimienta blanca y negra</u></i>  <u>Físico:</u> Presencia de materia extraña como insectos, excretas, materia extraña (pelos, piedras, fibras, entre otros.)  <u>Químico:</u> Presencia de residuos de pesticidas.  <u>Químico:</u> Presencia de alérgenos no declarados</p>			

<b>Etapa del proceso Peligro</b>		<p><i>Recibo de materias primas secas: <u>Sal</u> (Cloruro de sodio-NaCl)</i></p> <p><u>Químico</u>: Presencia de sustancias químicas no autorizadas en el producto o en cantidades no autorizadas como Arsénico (As), Cobre (Cu), Plomo (Pb), Cadmio (Cd), Mercurio (Hg), Yodo (I) y Flúor (F).</p>
<b>Etapa del proceso Peligro</b>		<p><i>Recibo de materias primas secas: <u>Especias Libanesas</u>: Pimienta de Jamaica (Allspice), Cilantro (coriander), Jengibre, Clavo de olor, Nuez moscada, Pimienta negra, Canela.</i></p> <p><u>Físico</u>: Presencia de materia extraña como insectos, excretas, materia extraña (pelos, piedras, fibras, entre otros.)</p> <p><u>Químico</u>: Presencia de residuos de pesticidas.</p> <p><u>Químico</u>: Presencia de contaminación con micotoxinas</p> <p><u>Químico</u>: Presencia de alérgenos no declarados</p>
<b>Etapa del proceso Peligro</b>		<p><i>Recibo de materias primas secas: <u>Canela</u></i></p> <p><u>Físico</u>: Presencia de materia extraña como insectos, excretas, materia extraña (pelos, piedras, fibras, entre otros.)</p> <p><u>Químico</u>: Metales pesados: Plomo, Cadmio, Arsénico, Mercurio</p> <p><u>Químico</u>: Presencia de alérgenos no declarados</p>
<b>¿Qué tipo de control se aplica en esta etapa?</b>	<b>Control preventivo</b>	Selección de proveedores que cumplan con los requisitos definidos abajo para prevenir la incidencia de estos peligros identificados.
	<b>PCC</b>	NA
<b>Parámetros y valores</b> // <b>Límites críticos</b>		<p>1. Cumplimiento de reglamentaciones: cartas de garantía de calidad</p> <p><u>Carnes</u>: proveniente de los Estados Unidos y/o producida bajo las regulaciones de USDA y de la Republica Dominicana.</p> <p><u>Mayonesa</u>: solamente se acepta aquella que utilice huevo pasteurizado en su formulación, en lugar de huevo crudo.</p> <p><u>Especias secas</u>: garantía de cumplimiento de la sección 110.110 del capítulo 21 del CFR sobre tolerancias de materias extrañas.</p>

		<p><u>Espicias secas</u>: garantía de cumplimiento de los límites establecidos para plaguicidas y pesticidas definidos por las regulaciones de la FDA y de la República Dominicana.</p> <p><u>Sal</u> (Cloruro de sodio): garantía de cumplimiento de lo establecido en “Norma para la sal de calidad alimentaria” del CODEX y/o en los respectivos reglamentos locales.</p> <p>Ingredientes en general: declaración de presencia de alérgenos o trazas.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Certificación del proceso del producto en cuestión bajo alguna de las normas GFSI.</li> <li>3. Cumplimiento de los requisitos de la auditoria de proveedores realizada por algún representante del establecimiento o un tercero acordado por ambas partes.</li> </ol>
<b>Detalle del monitoreo</b>	Actividad	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Solicitud de cartas de garantía de calidad.</li> <li>2. Solicitud de certificación vigente</li> <li>3. Auditoría del proceso productivo</li> </ol>
	Metodología	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. De acuerdo con lo definido en el párrafo anterior se le solicita al proveedor una carta de garantía de calidad asegurando el cumplimiento de cada uno de los requisitos establecidos según el tipo de producto.</li> <li>2. Solicitar al proveedor copia vigente del certificado en alguna de las normas aprobadas por GFSI</li> <li>3. Someter la planta de producción a una auditoría bajo el lineamiento interno del establecimiento, por parte de un representante del mismo o un tercero acordado por ambas partes.</li> </ol>
	Frecuencia	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Carta de garantía con vigencia semestral.</li> <li>2. Según la vigencia de la certificación</li> <li>3. Anualmente</li> </ol>
	Responsable	Es responsabilidad del personal de calidad de definir los requisitos aplicables para cada proveedor y gestionar las evidencias del cumplimiento de cada uno de ellos, así como de tomar las medidas correctivas necesarias.
<b>Medida correctiva</b> // <b>Acción correctiva</b>		En caso de no contar con la garantía con la frecuencia establecida, solicitar al proveedor algún control que garantice la disminución a niveles aceptables y/o eliminación de los peligros identificados.

	En caso de no contar con ninguna de las medidas descritas en el apartado de "Parámetros y valores" se debe interrumpir la compra a dicho proveedor.
<b>Verificación</b>	El departamento de compras es responsable de informar a calidad de forma oportuna sobre cualquier cambio de proveedor y/o origen de las materias primas con el fin de que calidad verifique el cumplimiento de los requisitos antes de cualquier negociación formal.
<b>Registros</b>	Matriz de proveedores autorizados "XXXX" Expediente de cada uno de los proveedores.

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.2.2. Verificación de proveedores

Cuadro N° 4. Control Preventivo: *Verificación de proveedores.*

Tipo de control preventivo	Cadena de suministro <input type="checkbox"/>	Control de proceso <input checked="" type="checkbox"/>	Limpieza y desinfección <input type="checkbox"/>	Otro <input type="checkbox"/>
<b>Nombre del control preventivo</b>	CP.2. Verificación de proveedores			
<b>Etapa del proceso Peligro</b>	<p><i>Recibo de materias primas cárnicas: <u>Carne de res y Carne de pollo</u></i>  <u>Físico</u>: Las carnes podrían ingresar contaminadas con trozos de metal de agujas de inyección  <u>Químico</u>: Antibióticos o medicamentos  <u>Microbiológico</u>: Contaminación y/o crecimiento de microorganismos patógenos</p>			
<b>Etapa del proceso Peligro</b>	<p><i>Recibo de materias primas secas: <u>Mayonesa</u></i>  <u>Microbiológico</u>: Contaminación por <i>Salmonella spp.</i>  <u>Químico</u>: Presencia de alérgenos no declarados</p>			
<b>Etapa del proceso Peligro</b>	<p><i>Recibo de materias primas secas: <u>Pimienta negra y blanca</u></i>  <u>Químico</u>: Presencia de residuos de pesticidas, micotoxinas, metales pesados y radionúclidos  <u>Microbiológico</u>: Contaminación por microorganismos patógenos como la <i>Salmonella</i>  <u>Químico</u>: Presencia de alérgenos no declarados</p>			
<b>Etapa del proceso Peligro</b>	<p><i>Recibo de materias primas secas: <u>Sal</u> (NaCl)</i>  <u>Químico</u>: Presencia de sustancias químicas no autorizadas en el producto o en cantidades no autorizadas como Arsénico (As), Cobre (Cu), Plomo (Pb), Cadmio (Cd), Mercurio (Hg), Yodo (I) y Flúor (F).</p>			
<b>Etapa del proceso Peligro</b>	<p><i>Recibo de materias primas secas: <u>Especias Libanesas</u>: Pimienta de Jamaica (Allspice), Cilantro (coriander), Jenjibre, Clavo de olor, Nuez moscada, Pimienta negra, Canela.</i>  <u>Físico</u>: Presencia de materia extraña como insectos, excretas, materia extraña (pelos, piedras, fibras, entre otros.)</p>			

		<u>Químico</u> : Presencia de residuos de pesticidas. Presencia de contaminación con Micotoxinas <u>Químico</u> : Presencia de alérgenos no declarados
<b>Etapa del proceso</b>	<b>Peligro</b>	<i>Recibo de materias primas secas: Canela</i> <u>Físico</u> : Presencia de materia extraña como insectos, excretas, materia extraña (pelos, piedras, fibras, entre otros.) <u>Químico</u> : Metales pesados: Plomo (Pb), Cadmio (Cd), Arsénico (As), Mercurio (Hg), entre otros <u>Químico</u> : Presencia de alérgenos no declarados
¿Qué tipo de control se aplica en esta etapa?	<b>Control preventivo</b>	Verificación al ingreso de que el producto provenga del proveedor previamente autorizado.
	<b>PCC</b>	NA
<b>Parámetros y valores</b> <b>Límites críticos</b>		Verificar que la carne sólo se reciba de proveedores incluidos en la “Lista de proveedores autorizados, XXXX”
<b>Detalle del monitoreo</b>	Actividad	Verificación de la procedencia del producto.
	Metodología	Verificar físicamente las etiquetas del producto para asegurar que venga de proveedores autorizados
	Frecuencia	Cada vez que se recibe materia prima
	Responsable	Encargado de recibo de materia prima
<b>Medida correctiva</b> <b>Acción correctiva</b>		En caso de que la carne provenga de un proveedor no autorizado se debe rechazar de inmediato
<b>Verificación</b>		Una vez por semana el personal de calidad supervisa el recibo de las materias primas para asegurar que el control se esté llevando a cabo
<b>Registros</b>		Registro de recibo de materias primas “XXXX” Lista de proveedores autorizados “XXXX”

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.3.2.3. Control de temperatura de recibo de materia prima

Cuadro N° 5. Control Preventivo: *Control de temperatura de recibo de materia prima.*

<b>Tipo de control preventivo</b>		Cadena de suministro <input type="checkbox"/>	Control de proceso <input checked="" type="checkbox"/>	Limpieza y desinfección <input type="checkbox"/>	Otro <input type="checkbox"/>
<b>Nombre del control preventivo</b>		CP.3. Control de temperatura de recibo de la materia prima cárnica.			
<b>Etapa del proceso</b>		<i>Recibo de materias primas cárnicas: <u>Carne de res y carne de pollo</u></i>			
<b>Peligro</b>		<u>Microbiológico</u> : Contaminación y/o crecimiento de microorganismos patógenos.			
<b>¿Qué tipo de control se aplica en esta etapa?</b>	<b>Control preventivo</b>	Verificación de la temperatura de ingreso de la carne.			
	<b>PCC</b>	NA			
<b>Parámetros y valores Límites críticos</b>		Almacén refrigerado $\leq 5^{\circ}\text{C}$ Almacén congelado $\leq -18^{\circ}\text{C}$			
<b>Detalle del monitoreo</b>	Actividad	Verificar la temperatura interna de la carne			
	Metodología	Para los productos refrigerados utilice un termómetro de espiga, insértelo en el centro del bloque de carne, espere a que se establezca la medición, registre el resultado. Para los productos congelador utilice un termómetro con punta tipo broca, insértelo en el centro del bloque de carne, espere a que se establezca la medición, registre el resultado.			
	Frecuencia	Cada vez que se recibe materia prima			
	Responsable	Encargado de recibo de materia prima			

<b>Medida correctiva</b> <b>Acción correctiva</b>	En caso de que la carne no cumpla con los rangos mínimos de temperaturas se debe rechazar de inmediato.
<b>Verificación</b>	Una vez por semana el personal de calidad supervisa el recibo de las materias primas para asegurar que el monitoreo se esté llevando a cabo.
<b>Registros</b>	Registro de recibo de materias primas "XXXX"

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.2.4. Control de temperaturas de las unidades de almacenamiento.

Cuadro N° 6. Control Preventivo: *Control de temperaturas de las unidades de almacenamiento.*

<b>Tipo de control preventivo</b>	Cadena de suministro <input type="checkbox"/>	Control de proceso <input checked="" type="checkbox"/>	Limpieza y desinfección <input type="checkbox"/>	Otro <input type="checkbox"/>
<b>Nombre del control preventivo</b>	CP.4. Control de temperaturas de las unidades de almacenamiento.			
<b>Etapa del proceso Peligro</b>	<i>Almacenamiento de materias primas cárnicas</i> <u>Microbiológico</u> : Posible crecimiento de microorganismos patógenos			
<b>Etapa del proceso Peligro</b>	<i>Descongelado de materias primas cárnicas</i> <u>Microbiológico</u> : Posible crecimiento de microorganismos patógenos			
<b>Etapa del proceso Peligro</b>	<i>Reposo</i> <u>Microbiológico</u> : Posible crecimiento de microorganismos patógenos			
<b>¿Qué tipo de control se aplica en esta etapa?</b>	<b>Control preventivo</b>	Verificación de temperaturas de almacenamiento de las unidades de almacenamiento.		
	<b>PCC</b>	NA		

<b>Parámetros y valores</b> // <b>Límites críticos</b>		Almacén refrigerado $\leq 5^{\circ}\text{C}$ Almacén congelado $\leq -18^{\circ}\text{C}$
<b>Detalle del monitoreo</b>	Actividad	Lectura visual del monitor de temperatura de la pared de cada cuarto de almacenamiento.
	Metodología	Hacer un recorrido por todos los cuartos de almacenamiento refrigerado y congelado para hacer la lectura de la medición de los monitores de temperatura y registrar los datos.
	Frecuencia	Tres veces al día
	Responsable	Encargado de los almacenes de refrigeración y congelación.
<b>Medida correctiva</b> // <b>Acción correctiva</b>		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Informar a mantenimiento.</li> <li>2. Si la avería no se puede reparar en menos de 3 horas, coordinar la movilización de la materia prima a otro cuarto de almacenamiento funcionando adecuadamente o a un contenedor provisional.</li> </ol>
<b>Verificación</b>		Una vez por semana el personal de calidad hace la verificación de la funcionalidad de cada uno de los monitores de temperatura, con ayuda de un termómetro de espiga debidamente calibrado toman la temperatura del área y la comparan con el dato reflejado por el monitor de temperatura, la variación aceptable no debe ser mayor de $1.5^{\circ}\text{C}$ / $3^{\circ}\text{F}$ , registrar el resultado.
<b>Registros</b>		Registro Control de temperatura de los cuartos de almacenamiento "XXXX" Registro de verificación de la calibración de los monitores de temperatura "XXXX"

Fuente: Elaboración propia

4.3.2.4. Temperatura de cocción del producto.Cuadro N° 7. Control Preventivo: *Temperatura de cocción del producto.*

<b>Tipo de control preventivo</b>		Cadena de suministro <input type="checkbox"/>	Control de proceso <input checked="" type="checkbox"/>	Limpieza y desinfección <input type="checkbox"/>	Otro <input type="checkbox"/>
<b>Nombre del control preventivo</b>		CP.5. PCC Temperatura de cocción del producto.			
<b>Etapa del proceso</b>		Cocción			
<b>Peligro</b>		<u>Microbiológico</u> : Supervivencia de microorganismos patógenos			
<b>¿Qué tipo de control se aplica en esta etapa?</b>	<b>Control preventivo</b>	NA			
	<b>PCC</b>	Asegurar que se alcance la temperatura correcta del producto antes de servirlo.			
<b>Parámetros y valores</b> // <b>Límites críticos</b>		Mínimo 75°C durante 15 segundos (límite impuesto de forma empírica y con control)			
<b>Detalle del monitoreo</b>	Actividad	Verificación de la temperatura de cocción			
	Metodología	Con un termómetro de sonda, insertar en la carne cuando haya finalizado los dos procesos de cocción: en la parrilla vertical y en la plancha, registrar el dato.			
	Frecuencia	Cada tanda de producto que se corta y antes de servirlo.			
	Responsable	Cocinero a cargo del shawarma en el restaurante de comida libanesa			
<b>Medida correctiva</b> // <b>Acción correctiva</b>		En caso de que el producto no haya alcanzado la temperatura requerida se debe dejar el tiempo necesario en la plancha hasta lograr la temperatura correcta.			

<b>Verificación</b>	Una vez al día el personal de calidad supervisa que el cocinero que aplique los dos procesos de cocción (parrilla vertical y plancha) y que tome las temperaturas a cada tanta de producto.
<b>Registros</b>	Registro de Temperaturas de cocción del shawarma "XXXX"

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.2.5. Declaración de alérgenos en el menú

Cuadro N° 7. Control Preventivo: *Declaración de alérgenos en el menú.*

<b>Tipo de control preventivo</b>	Cadena de suministro <input type="checkbox"/>	Control de proceso <input checked="" type="checkbox"/>	Limpieza y desinfección <input type="checkbox"/>	Otro <input type="checkbox"/>
<b>Nombre del control preventivo</b>	CP.6. Declaración de alérgenos en el menú.			
<b>Etapa del proceso</b>	<i>Recibo de materias primas secas: <u>Mayonesa</u></i>			
<b>Peligro</b>	<u>Químico</u> : Presencia de alérgenos no declarados.			
<b>¿Qué tipo de control se aplica en esta etapa?</b>	<b>Control preventivo</b>	Declaración de alérgenos en el menú.		
	<b>PCC</b>	NA		
<b>Parámetros y valores</b> // <b>Límites críticos</b>	El menú impreso y en las pantallas debe indicar que el shawarma de pollo como de res contiene huevo.			
<b>Detalle del monitoreo</b>	Actividad	Verificación de los artes del menú previo a su publicación		
	Metodología	Verificar que debajo de la descripción del shawarma haya una nota que indique el este producto contiene huevo. El personal de mercadeo a cargo de los artes debe solicitar a calidad la validación del arte antes de publicarlo, calidad verifica con respecto a su base de		

		datos de las materias primas que el menú incluya los alérgenos presentes en ese producto.
	Frecuencia	Cada vez que hay una actualización de menú
	Responsable	Personal de calidad y mercadeo.
	<b>Medida correctiva</b> // <b>Acción correctiva</b>	En caso de que el menú no incluya los alérgenos se debe rediseñar, no se aprueba la publicación hasta que se incluya la declaración de alérgenos.
	<b>Verificación</b>	El personal de calidad en sus recorridos diarios por el restaurante verifica que no haya menús o mensajes en las pantallas que no incluyan la declaración de alérgenos.
	<b>Registros</b>	Registro de Verificación operativa del restaurante XXX de comida libanesa. "XXXX"

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4. Predicción de crecimiento microbiano.

Para desarrollar los modelos de crecimiento se utilizaron los siguientes valores:

4.4.1. Nivel inicial del patógeno: el suministrado por default por la plataforma ComBase

4.4.2. Phys.state: el suministrado por default por la plataforma ComBase

4.4.3. pH: 6,2 (según IFT (2001) valor medio entre los pH de la carne y el pollo)

4.4.4. A<sub>w</sub>: 0,999 (según IFT (2001) para la carne)

4.4.5. Temperaturas: Se tomaron como referencia las temperaturas internas del shawarma durante las horas en las que el producto se mantiene dentro del rango de crecimiento microbiano definido en ComBase para los diferentes microorganismos estudiados:

- *Escherichia coli*: 10 – 42°C
- *Listeria monocytogenes*: 1 – 40°C
- *Salmonella spp*: 7 – 40°C
- *Staphylococcus aureus*: 7.5 – 30 °C (ComBase, 2020)

Para definir el rango general a usar para las proyecciones se tomaron los rangos definidos en la plataforma ComBase para cada microorganismo. Tomando de referencia esta información, se definió un rango de temperatura que coincidiera con los 4 microorganismos estudiados, siendo el rango utilizado el que se encuentra entre 10 y 40°F (según la figura N°11 el producto pasa 5 horas dentro de estas temperaturas)

- 1 hora desde iniciado el proceso de la cocción (Valor 0): 10°C
- 2 horas (Valor 1): 21°C
- 3 horas (Valor 2): 29°C
- 4 horas (Valor 3): 37°C
- 5 horas (Valor 4): 40°C

A continuación, se detallan varios modelos de crecimiento de diferentes microorganismos patógenos:

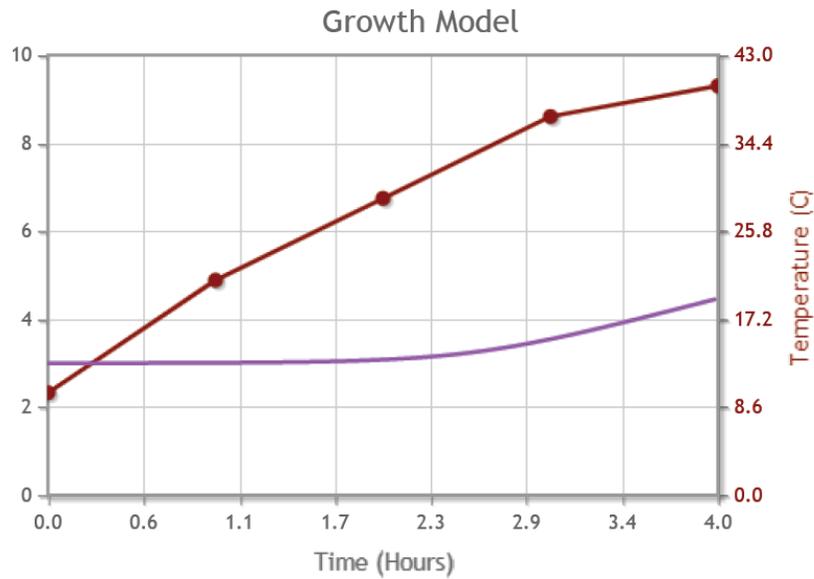


Figura N° 12. Modelo de crecimiento para *Escherichia coli*.

Fuente: Elaboración propia utilizando la plataforma ComBase

Según ComBase, el rango de temperatura de crecimiento para *E.coli* es entre 10°C y 42°C, aproximadamente son 5 horas las que el shawarma pasa dentro de ese rango de temperatura mientras se cocina/consume el cono completo, en este caso el crecimiento de *E. coli* pasa de 3 logUFC/g hasta 4.45 logUFC/g.

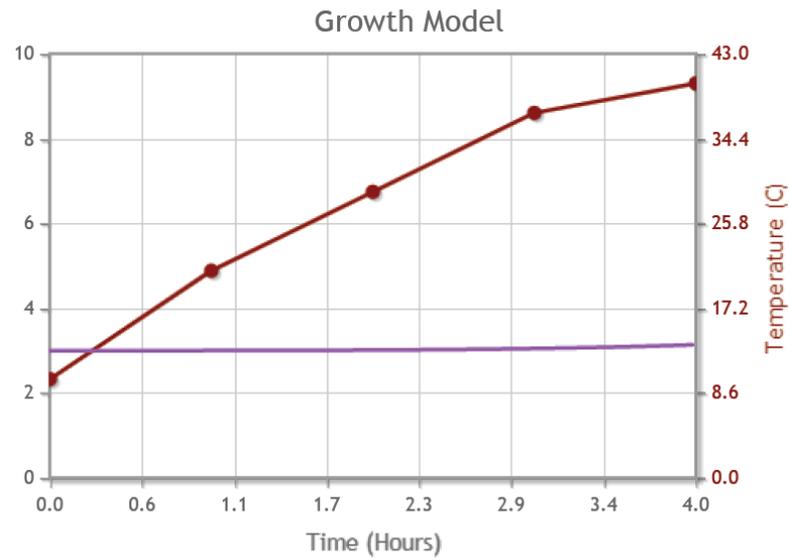


Figura N° 13. Modelo de crecimiento para *Listeria monocytogenes innocua*.

Fuente: Elaboración propia utilizando la plataforma ComBase

En el caso de la *Listeria* según ComBase, el rango de temperatura de crecimiento es entre 1°C y 40°C, el crecimiento de *Listeria* pasa de 3 logUFC/g hasta 3.21 logUFC/g.

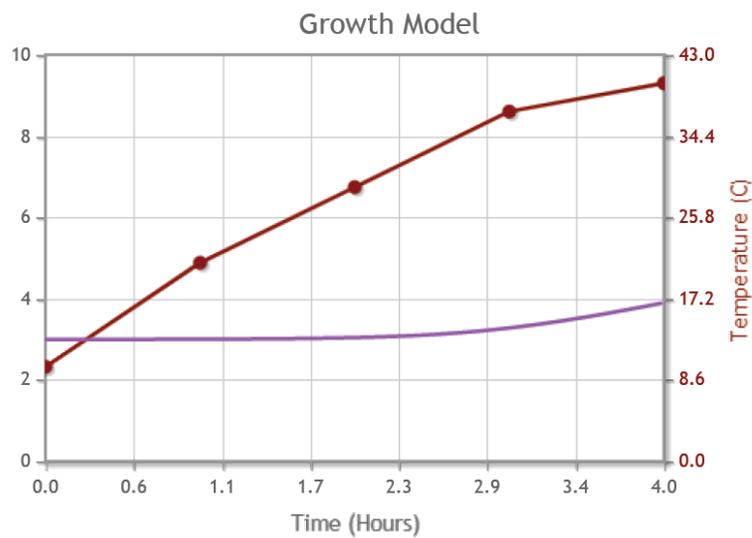


Figura N° 14. Modelo de crecimiento para *Salmonella spp.*

Fuente: Elaboración propia utilizando la plataforma ComBase

Para la *Salmonella spp* según ComBase, el rango de temperatura de crecimiento es entre 7°C y 40°C, el crecimiento de *Salmonella spp* pasa de 3 logUFC/g hasta 3.93 logUFC/g.

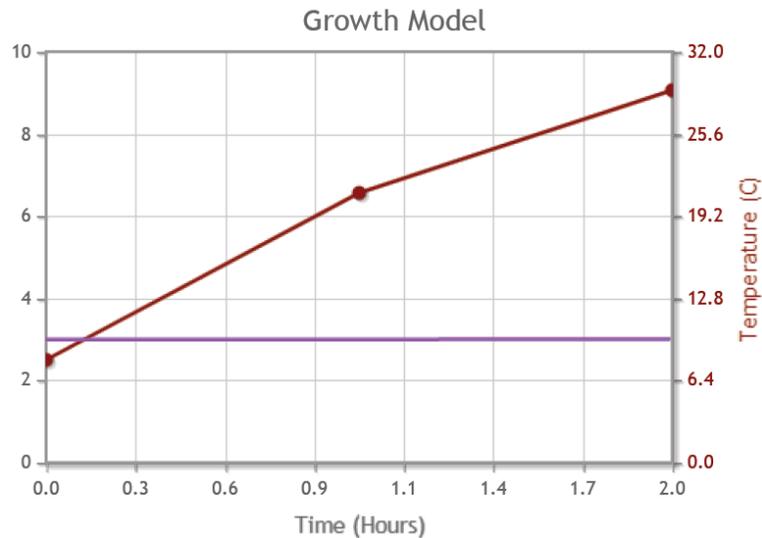


Figura N° 15. Modelo de crecimiento para *Staphylococcus aureus*

Fuente: Elaboración propia utilizando la plataforma ComBase

Para la *Staphylococcus aureus* según ComBase, el rango de temperatura de crecimiento es entre 7.5°C y 30°C, por lo que son aproximadamente 3 horas lo que está el shawarma dentro de ese rango, en este caso el crecimiento es prácticamente nulo, pasa de 3 logUFC/g hasta 3.01 logUFC/g.

#### 4.5. Letalidad microbiana.

Para realizar esta evaluación, se utilizaron los siguientes valores:

- Phys.state: el suministrado por default por la plataforma ComBase
- pH: 6.2 (según IFT (2001) valor medio entre los pH de la carne y el pollo)
- $A_w$ : 0.999 (según IFT (2001) para la carne)

- Temperaturas: La temperatura máxima de cocción definida por ComBase, en cada caso se especifica abajo.

A continuación, se muestra el detalle de la predicción de la inactivación térmica de algunos microorganismos:

Time(h)	Conc (Log10 cells/g)
0	0
0.003	-0.77
0.005	-1.81
0.008	-2.89
0.01	-3.96
0.013	-5.04
0.015	-6.12
0.018	-7.2
0.02	-8.28
0.023	-9.35
0.025	-10.43
0.028	-11.51
0.03	-12.59

Figura N° 16. Predicción de inactivación térmica para *Escherichia coli*.

Fuente: Elaboración propia utilizando la plataforma ComBase

Según la predicción realizada utilizando la plataforma de ComBase, se propone que en 0,03 horas (1,8 minutos) a una temperatura de 64,5°C (temperatura máxima que ComBase tiene predefinida) se logra la inactivación térmica de 12,59 logUFC/g de

*Escherichia coli*, a su vez, según la predicción realizada el crecimiento microbiano máximo durante el proceso de producción del shawarma es de 4,45 logUFC/g, por lo tanto para alcanzar la inactivación de 5,04 logUFC/g se requieren 0,013 horas (46,8 segundos) a 54,5°C, el límite mínimo de cocción definido es de 75°C durante 15 segundos, por lo que supera el mínimo definido en ComBase, garantizando que si el shawarma llega a dicho límite se elimina este tipo de patógeno.

Time(h)	Conc (Log10 cells/g)
0	0
0.003	-1.3
0.005	-2.96
0.008	-4.63
0.01	-6.31
0.013	-7.98
0.015	-9.66
0.018	-11.34
0.02	-13.01

Figura N° 17. Predicción de inactivación térmica para *Listeria monocytogenes* innocua.

Fuente: Elaboración propia utilizando la plataforma ComBase

En este otro caso, según la predicción de letalidad realizada, se propone que en 0,02 horas (1,2 minutos) a una temperatura de 68°C (temperatura máxima que ComBase tiene predefinida) se logra la inactivación térmica 13,01 logUFC/g de *Listeria monocytogenes*. Sin embargo; según la predicción realizada el crecimiento microbiano máximo durante el proceso de producción del shawarma es de 3.21 logUFC/g, por lo tanto para alcanzar la inactivación de 4,63 logUFC/g se requieren

0,008 horas (28,8 segundos) a 68°C, el límite mínimo de cocción definido es de 75°C durante 15 segundos, por lo que supera el mínimo definido en ComBase, garantizando que si el shawarma llega a dicho límite se elimina este tipo de patógeno.

Time(h)	Conc (Log10 cells/g)
0	0
0.003	-1.33
0.005	-3.42
0.008	-5.52
0.01	-7.61
0.013	-9.71
0.015	-11.81
0.018	-13.91

Figura N° 18. Predicción de inactivación térmica para *Salmonella spp.*

Fuente: Elaboración propia utilizando la plataforma ComBase

Para *Salmonella spp.*, la predicción propone que en 0,018 horas (1,8 minutos) a una temperatura de 65°C (temperatura máxima que ComBase tiene predefinida) se logra la inactivación térmica de 13,91 logUFC/g de *Salmonella spp.*, sin embargo; según la predicción realizada el crecimiento microbiano máximo durante el proceso de producción del shawarma es de 3,93 logUFC/g, por lo tanto para alcanzar la inactivación de 5,52 logUFC/g se requieren 0,008 horas (28,8 segundos) a 65°C, el límite mínimo de cocción definido es de 75°C durante 15 segundos, por lo que

supera el mínimo definido en ComBase, garantizando que si el shawarma llega a dicho límite se elimina este tipo de patógeno.

Para el caso de *Staphylococcus aureus* ComBase no cuenta con modelo de inactivación térmica, sin embargo, según Erika (2013) la inactivación térmica de este microorganismo se logra aplicando calor por encima de 45°C, cabe aclarar que esta temperatura inactiva el microorganismo como tal pero no así a las toxinas, estas son termorresistentes, inclusive a temperaturas de 100°C (212°F), por 30 minutos (OPS, s.f.), en este caso es necesario un control durante todo el proceso productivo para prevenir la contaminación y el crecimiento de *Staphylococcus aureus* para prevenir la formación de toxinas.

El establecimiento tiene un límite de cocción definido internamente, que es mucho más seguro de lo que recomienda la bibliografía para la inactivación térmica de los principales patógenos, el riesgo en este proceso está en la posibilidad de corte de carne que no haya completado su proceso de cocción y no haya alcanzado toda la porción completa los 75°C.

#### **4.6. Análisis de datos crecimiento microbiano y letalidad.**

La etapa más crítica del proceso de elaboración del shawarma según la descripción del proceso es la cocción, esto porque se trata de un proceso lento, el cono de carne se coloca en la parrilla vertical y se mantiene frente a la fuente de calor entre 12 y 14 horas, la cocción se da desde afuera hacia adentro por lo que la parte interna del cono de carne se mantiene aproximadamente 5 horas en temperatura de zona de peligro. Sin embargo, según los resultados de las predicciones realizadas con ayuda de ComBase, el crecimiento microbiano durante este periodo de tiempo es mínimo, partiendo del supuesto de que durante todo el proceso previo se cumplieron las

condiciones de higiene y temperatura asegurando que los niveles de microorganismos al inicio de la cocción se mantienen en el mínimo.

A continuación, se muestra el crecimiento estimado según ComBase durante esas 5 horas críticas de proceso y sus respectivos datos de letalidad:

Cuadro N° 7. Crecimiento microbiano y letalidad estimado según ComBase.

Microorganismo	<i>E. coli</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Salmonella spp</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
Hora 1	3 logUFC/g	3 logUFC/g	3 logUFC/g	3 logUFC/g
Hora 5	4,45 logUFC/g	3,21 logUFC/g	3,93 logUFC/g	3,01 logUFC/g
Letalidad	64,5°C 46,8 segundos	68°C 28,8 segundos	65°C 28,8 segundos	45°C

Fuente: Elaboración propia

Para el caso de *E. coli*, la predicción de crecimiento establece que durante las 5 horas en la zona de peligro hay un incremento de 1.45 logUFC/g, llegando a un nivel máximo de 4,45 logUFC/g, según FDA (2012) para *Escherichia coli* Enterotoxigénica (ETEC) y *Escherichia coli* Enteropatógena (EPEC), se necesita entre 10 millones y 10 billones de células (6 y 9 logUFC/g) para causar daños adversos a la salud, en este caso el crecimiento se considera inofensivo. Por otra parte, en el caso de la *Escherichia coli* Enterohemorrágica del serotipo O157:H7 se estima que puede infectar con una dosis muy baja, apenas entre 10 y 100 células (1 y 2 logUFC/g) (FDA, 2012), por lo tanto es de suma importancia el control de cadena de suministro para asegurar la calidad microbiológica de las materias primas, para prevenir el ingreso de materias primas contaminadas con este microorganismo al establecimiento, que pudiesen causar contaminación cruzada a otros productos.

*Listeria monocytogenes* por ejemplo, según la predicción realizada con ayuda de ComBase muestra un crecimiento de 0,21 logUFC/g durante las 5 horas que el producto se mantiene en zona de peligro, según FDA (2012) la dosis infecciosa de este microorganismo depende mucho de la matriz del producto alimenticio y de las características del hospedero, y se reduce en personas susceptibles, ha habido casos de infección en leche pasteurizada inadecuadamente como menos de 1000 células (3 logUFC/mL).

Para *Salmonella spp*, el crecimiento microbiano estimado es de 0,93 logUFC/g, quedando en 3,93 logUFC/g, en este caso la FDA (2012) establece que tan poco como una célula de *Salmonella* podría infectar al huésped, claramente esta susceptibilidad va a depender de la edad y las condiciones de salud del hospedero.

En el caso de *Staphylococcus aureus*, la predicción establece que, durante el tiempo en la temperatura de zona de peligro, el crecimiento de este microorganismo es mínimo, de 0,01 logUFC/g, alcanzando apenas 3,01 logUFC/g, FDA (2012), establece que lo peligroso de este microorganismo es la toxina que produce, menos de 1,0 microorganismo de la toxina es suficiente para afectar la salud.

Sin embargo, para que se produzca esta dosis de toxina se requieren al menos 100000 organismos/g en los alimentos (5 logUFC/g), por lo que para efectos de este estudio no se considera relevante la presencia de *Staphylococcus aureus* en shawarma.

Con respecto a la letalidad de estos microorganismos, el CDC de Columbia británica (2012) establece como recomendación lo siguiente:

- Carne de res o cordero: 71°C o 160°F por un mínimo de 15 segundos
- Aves: 74°C o 165°F por un mínimo de 15 segundos.

En todo caso el límite definido es de 75°C durante 15 segundos, tanto para res como para pollo, por lo que el punto más importante de este proceso es asegurar que se cumpla con esta temperatura mínima antes de servir.

#### **4.7. Ecuación ICMSF**

Utilizando el enfoque de riesgo aplicado al análisis de peligros del proceso productivo permite identificar aquellas etapas en las que por las características del proceso hay mayor riesgo de contaminación y/o crecimiento microbiano, en el caso del proceso productivo del shawarma la etapa de mayor riesgo es la cocción, como se ha mencionado anteriormente, es un proceso lento, en el que el cono de carne permanece entre 12 y 14 horas frente a una fuente de calor, la cocción se da desde afuera hacia adentro, por lo que la parte interna del cono de carne se mantiene aproximadamente durante 5 horas dentro de temperatura de zona de peligro, lo cual significa un riesgo de crecimiento microbiano significativo, a continuación se analiza este proceso utilizando la ecuación ICMSF:  $H_0 - \Sigma R + \Sigma A+C < OR$  u OIA

##### ***4.7.1. Aplicación de la fórmula ICMSF para Escherichia coli.***

En el caso de *E. coli*, para este cálculo se van a utilizar los siguientes valores:

**H<sub>0</sub>:** 3 logUFC/g, se usa como referencia el valor predeterminado por ComBase sobre carga microbiana inicial.

**ΣR:** 12,59 logUFC/g

**ΣA+C:** 1,45 logUFC/g

**OR u OIA:** 6 logUFC/g, se usa como referencia la dosis infectiva establecida por FDA (2012).

La fórmula sería:

$$H_0 - \Sigma R + \Sigma A + C$$

$$3 \log\text{UFC/g} - 12,59 \log\text{UFC/g} + 1,45 \log\text{UFC/g} = -8,14 \log\text{UFC/g}$$

Para el caso de *E. coli*, el tratamiento térmico tiene capacidad de reducir hasta 12,59 logUFC/g, la carga microbiana inicial establecida más el incremento durante el proceso no superan la capacidad del tratamiento térmico de reducción microbiana, el resultado negativo indica que el proceso térmico es capaz de reducir hasta 8,14 logUFC/g adicionales, por tanto, se supera significativamente el Objetivo de Inocuidad Alimentaria definido.

#### **4.7.2. Aplicación de la fórmula ICMSF para *Listeria monocytogenes***

En este caso se van a utilizar los siguientes valores:

**H<sub>0</sub>:** 3 logUFC/g, se usa como referencia el valor predeterminado por ComBase sobre carga microbiana inicial.

**ΣR:** 13,01 logUFC/g

**ΣA+C:** 0,21 logUFC/g

**OR u OIA:** 3 logUFC/g, se usa como referencia la dosis infectiva establecida por FDA (2012).

La fórmula sería:

$$H_0 - \Sigma R + \Sigma A + C$$

$$3 \log\text{UFC/g} - 13,01 \log\text{UFC/g} + 0,21 \log\text{UFC/g} = -9,8 \log\text{UFC/g}$$

Para el caso de *Listeria monocytogenes*, el tratamiento térmico tiene capacidad de reducir hasta 13,01 logUFC/g, la carga microbiana inicial establecida más el

incremento durante el proceso no superan la capacidad del tratamiento térmico de reducción microbiana, el resultado negativo indica que el proceso térmico es capaz de reducir hasta 9,8 logUFC/g adicionales. Por tanto, se supera significativamente el Objetivo de Inocuidad Alimentaria definido.

#### **4.7.3. Aplicación de la fórmula ICMSF para *Salmonella spp.***

En este caso se van a utilizar los siguientes valores:

**H<sub>0</sub>:** 3 logUFC/g, se usa como referencia el valor predeterminado por ComBase sobre carga microbiana inicial.

**ΣR:** 13,91 logUFC/g

**ΣA+C:** 0,93 logUFC/g

**OR u OIA:** 0 logUFC/g, se usa como referencia la dosis infectiva establecida por FDA que identifica hasta una sola célula puede causar daños adversos a la salud dependiendo de la edad y condición de salud del hospedero (2012).

La fórmula sería:

$$H_0 - \Sigma R + \Sigma A+C$$

$$3 \text{ logUFC/g} - 13,91 \text{ logUFC/g} + 0,93 \text{ logUFC/g} = -9,98 \text{ logUFC/g}$$

Para el caso de *Salmonella spp.*, el tratamiento térmico tiene capacidad de reducir hasta 13,91 logUFC/g, la carga microbiana inicial establecida más el incremento durante el proceso no superan la capacidad del tratamiento térmico de reducción microbiana, el resultado negativo indica que el proceso térmico es capaz de reducir hasta 9,98 logUFC/g adicionales, por tanto, se supera significativamente el Objetivo de Inocuidad Alimentaria definido.

## **5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **5.1. Respaldo bibliográfico.**

El shawarma al ser un producto poco tradicional, y a pesar de haber estado relacionado con diferentes casos de brotes e intoxicaciones alimentarias, no cuenta con abundante respaldo bibliográfico sobre las particularidades de su proceso relacionadas con el aseguramiento de la producción inocua de este tipo de producto. Para este estudio, se utilizó como referencia la “Guía para la preparación y servicio seguro de Donairs, Shawarmas y productos similares” emitida por el Centro para el Control de Enfermedades de Columbia Británica (BCCDC, 2012). Este es uno de los pocos documentos formales en los que se definen las reglas generales a seguir para la preparación segura de Shawarma.

### **5.2. Análisis de peligros del proceso productivo del shawarma.**

Según el análisis de peligros realizado (Anexo N°2), se identificaron diferentes tipos de peligros tanto físicos, químicos y microbiológicos. Según la evaluación de probabilidad y gravedad realizada en el análisis, se determinó cuáles de éstos se consideran significativos, de los cuales muchos están relacionados en etapas de proceso similares, motivo por el cual éstos se agruparon para facilitar la definición de controles preventivos, hay dos puntos de origen principales:

**5.2.1. Características inherentes a las materias primas:** la gran mayoría de los peligros significativos identificados están relacionados con la naturaleza de las materias primas, como consecuencia inherente del proceso productivo, la mayoría de estos peligros pueden ser controlados con un adecuado programa de control de cadena de suministro.

**5.2.2. Control de temperatura durante todo el proceso:** el proceso de elaboración de shawarma por su naturaleza requiere de mucha manipulación de la carne de res o de pollo que se utilice. Debido a lo anterior, debe cumplirse con un estricto manejo higiénico de ésta, aunado a los controles de BPM durante toda la cadena de frío durante todas las etapas permite inhibir el crecimiento microbiano logrando mantener los niveles microbiológicos al mínimo. Por el tipo de técnica de cocción utilizada para cocinar este producto, la transferencia de calor es lenta, lo que genera que ésta se mantenga cerca de 5 horas en la zona de peligro. Lo anterior, generar un estado de latencia de los microorganismos crítico, por lo que la calidad de la carne de res o de pollo, debe contener una carga microbiana que se encuentre dentro del rango establecido por los ERM. Es importante mantener controlada la temperatura del producto durante cada etapa del proceso, lo que hace necesario que se establezcan los respectivos controles preventivos del proceso.

El shawarma al ser un producto elaborado en su mayoría a base de carne (res o pollo), se convierte en un peligro de contaminación latente por los niveles de carga microbiana de ésta, generados por su composición, contenido de sangre y alto  $a_w$ .

Asimismo, muchos de los ingredientes utilizados para preparar este producto están relacionados con brotes alimentarios y contaminaciones con microorganismos patógenos provenientes de los ingredientes. Con el fin de determinar su significancia, en el análisis de peligros se incluyeron todas esas variables y un análisis sistemático para determinar la probabilidad y gravedad de éstos sobre la estabilidad del shawarma.

### **5.3. Controles preventivos/Puntos Críticos de Control**

A partir del análisis de peligros se agruparon aquellos que por definición son similares y/o se controlan de la misma forma, en total se definieron 6 controles preventivos, uno de los cuales incluye el único punto crítico de control:

**5.3.1 Control preventivo N°1:** control de cadena de suministro: este control preventivo incluye todo lo relacionado a la selección de proveedores y el establecimiento de medidas de control para asegurar la inocuidad y calidad de los productos.

**5.3.2 Control preventivo N°2:** verificación de proveedores: en este control se establecen las medidas de verificación de que las materias primas que se reciben corresponden a los proveedores debidamente aprobados y verificados en el punto anterior.

**5.3.3 Control preventivo N°3:** verificación de temperatura de productos cárnicos: este control detalla los procedimientos de monitoreo de las temperaturas de recibo de materias refrigeradas y congeladas, como parte del mantenimiento de la cadena de frío.

**5.3.4 Control preventivo N°4:** control de temperatura de unidades de almacenamiento: en este control se establecen los lineamientos con respecto a su control en las unidades de almacenamiento, incluyendo el de las materias primas, descongelado y reposo de la carne marinada. Al igual que lo que se hace en el paso anterior, con el fin de asegurar el mantenimiento de la cadena de frío.

**5.3.5 Control preventivo N°5:** punto crítico de control: en esta etapa de control de la temperatura de cocción: se identificó un único punto crítico de control en el

proceso de cocción. Este paso, tiene la particularidad de ser un proceso lento (tarda entre 12 y 14 horas), por lo que el shawarma permanece unas horas en temperatura de zona de peligro, aunque al final la carne se debe cocinar por completo antes de servirla, es necesario asegurar el cumplimiento de la temperatura mínima de cocción.

**5.3.6 Control preventivo N°6:** declaración de alérgenos en el menú: este control incluye medidas de control para asegurar que los alérgenos y sus trazas estén incluidos en el menú, para que los clientes tengan la información disponible a la vista para elegir de manera informada lo que desean consumir.

#### **5.4. Predicción de crecimiento microbiano y letalidad.**

Según la predicción de crecimiento microbiano realizada con ayuda de ComBase, el aumento en la carga microbiana del shawarma durante la cocción, específicamente durante las 5 horas que el producto se mantiene dentro del rango de temperatura ideal para el crecimiento microbiano, no es significativo para ninguno de los microorganismos estudiados, siempre y cuando se logre iniciar el proceso de cocción con una carga microbiana baja, lo cual se logra cumpliendo con los controles preventivos definidos para las etapas previas del proceso mencionados en el apartado anterior.

En todo caso, la predicción mostró que el proceso térmico aplicado tiene un nivel de letalidad mucho mayor al crecimiento máximo estimado, por lo que si se alcanzan las temperaturas mínimas de cocción y los tiempos de sostenimiento se asegura la eliminación de los microorganismos patógenos.

### **5.5. Ecuación ICMSF**

De manera congruente, la ecuación ICMSF confirma que la aplicación adecuada del tratamiento térmico permite reducir la carga microbiana a niveles seguros para el consumo.

### **5.6. Capacitación del personal.**

Tomando en consideración los resultados del análisis completo del proceso productivo del shawarma, inclusive los resultados de las predicciones microbiológicas y las estimaciones según la fórmula ICMSF, y tomando como referencia las recomendaciones de la Directriz para la preparación y servicio seguros de “donairs”, shawarmas y productos similares” redactada por el Centro del Control de Enfermedades de Columbia Británica (BCCDC, 2012).

A continuación, en el cuadro N° 7 se sugieren, pero no se limita a temas que se considera se deben impartir a los involucrados en cada etapa:

Cuadro N° 7. Temas sugeridos para capacitación del personal.

Etapa del proceso	Temas sugeridos
<b>Recibo de materias primas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procedimientos de verificación de procedencia de las materias primas.</li> <li>• Verificación de condiciones de los empaques y embalajes.</li> <li>• Verificación de temperaturas (en los casos que aplique)</li> </ul>
<b>Almacenamiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Condiciones adecuadas de almacenamiento según el tipo de materia prima.</li> <li>• Interpretación de la información en las etiquetas.</li> </ul>
<b>Descongelado, formulación, perfilado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperaturas adecuadas de conservación.</li> <li>• Monitoreo de las temperaturas.</li> <li>• Acciones correctivas en caso de fallo de temperaturas.</li> <li>• Prevención de la contaminación cruzada.</li> <li>• Limpieza y desinfección de las instalaciones.</li> </ul>
<b>Preparación del marinador, marinado, reposo, armado, traslado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buenas prácticas de manufactura.</li> <li>• Higiene personal.</li> <li>• Limpieza y desinfección de instalaciones, equipos y utensilios.</li> <li>• Medidas de control de temperaturas durante el proceso (tamaño de los conos de carne, congelación de los conos de carne, tiempos mínimos de exposición en áreas que no están a la temperatura requerida, entre otros)</li> </ul>
<b>Cocción</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prevención de la contaminación cruzada.</li> <li>• Temperaturas adecuadas de cocción.</li> <li>• Proceso de segunda cocción</li> <li>• Mantenimiento adecuado del producto después de cocido (e frío o en caliente)</li> <li>• Proceso adecuado de enfriamiento</li> <li>• Proceso adecuado para tratar los sobrantes al final del día</li> </ul>
<b>Servicio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prevención de la contaminación cruzada</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

## 6. CONCLUSIONES

Se concluye que:

**6.1.** La contaminación microbiana inicial del shawarma depende de la calidad de las materias primas utilizadas, por lo tanto, es necesario un riguroso control de cadena de suministro.

**6.2.** Durante el proceso de elaboración del shawarma hay diferentes etapas de manipulación en las que se podría propiciar contaminación de éste, por lo tanto, es necesario un adecuado programa de buenas prácticas de manufactura.

**6.3.** El proceso de elaboración del shawarma se considera seguro microbiológicamente hablando, si se cumplen dos condiciones: 1) se mantiene la cadena de frío durante cada una de las etapas de producción, y 2) se realiza un adecuado proceso de cocción antes de servir.

**6.4.** El establecimiento de controles preventivos de proceso enfocados en mantener la cadena de frío durante cada una de las etapas previas a la cocción es de vital importancia para asegurar que la carga microbiana se mantiene a niveles bajos antes de recibir el proceso final de cocción, asegurando que la capacidad del tratamiento térmico disminuye a niveles aceptables la carga microbiana del producto final.

**6.5.** El crecimiento microbiano durante el tiempo que el shawarma se mantiene en temperatura de zona de peligro es inevitable, la diferencia en que el producto terminado sea inocuo (seguro) o no depende de la carga microbiana inicial de la materia prima al inicio del proceso de cocción.

**6.6.** Se demuestra que el proceso térmico tiene capacidad para eliminar más microorganismos de los que la proyección indica como presentes en el shawarma aun cuando se mantiene durante 5 horas en temperaturas ideales para el crecimiento microbiano.

**6.7.** Es de suma importancia establecer un plan de capacitación para el personal completo involucrado en el proceso.

## 7. RECOMENDACIONES

Se recomienda que se debe:

**7.1.** Considerar la posibilidad de preparar conos de carne de menor dimensión, con el fin de que el proceso completo de cocción del cono de carne sea más corto, y por ende el tiempo que la parte interna del cono se mantiene en temperaturas de zona de peligro se reduzca.

**7.2.** Considerar la posibilidad de congelar el cono de carne una vez armado, con el fin de que cuando se coloque en la parrilla vertical el tiempo que la carne pasa en la temperatura de zona de peligro sea mínimo (según lo que recomienda el CBCDC, 2012).

**7.3.** Considerar la posibilidad de apagar la fuente de calor para que el producto, en los casos en que, por baja demanda de producto, no se sobre cocine y pierda sus atributos sensoriales

**7.4.** Mantener un control constante para que la temperatura del producto no se mantenga por debajo de los 60°C.

**7.5.** Implementar el segundo paso de cocción en la plancha luego de cortar desde la parrilla vertical, esto para cada una de las porciones cortadas, sin omitir el respectivo monitoreo de acuerdo con lo definido en los controles preventivos.

**7.6.** Utilizar un cuchillo de acero inoxidable limpio y desinfectado para cortar la carne cocida del exterior del cono (aproximadamente ¼ de pulgada 0,6 cm).

**7.7.** Usar las carnes que se hayan sometido al proceso de cocción secundaria inmediatamente o almacenarse en una unidad de mantenimiento caliente a temperaturas de 60°C o 140°F o más, o enfriarse rápidamente a 4°C o 40°F o más y almacenarse.

**7.8.** Tomar de referencia el Sistema Canadiense de Inspección de Alimentos para enfriar en 2 horas de 60°C (140°F) a 20°C (68°F) o menos, y luego de 20°C (68°F) a 4°C (40°F) o más frío en 4 horas.

**7.9.** Optar por diferentes usos de los conos parcialmente cocidos cuando termina el día hábil (según lo que recomienda el CBCDC, 2012):

**7.10.** En caso de que se utilicen conos de carne congelados: cortar la carne del exterior del cono hasta donde está la parte congelada, el núcleo congelado se puede envolver (plastificar) y devolver al congelador para usarlo al día siguiente. La carne cortada del exterior debe cocinarse por completo, debe ser enfriada adecuadamente para luego ser colocada en contenedores y refrigerada.

**7.11.** Si el cono de carne no se agota al día siguiente, debe tirarse al final del segundo día. La carne cocida se puede refrigerar.

**7.12.** Verificar detalladamente el análisis de peligros junto con el equipo de inocuidad de alimentos, con el fin de asegurar que todos los posibles peligros están considerados y evaluados según la realidad del establecimiento.

**7.13.** Mantener y/o implementar los controles preventivos definidos en este trabajo de investigación.

**7.14.** Mantener constante supervisión y capacitación del personal en cada una de las etapas del proceso para evitar errores en la manipulación del producto que puedan provocar contaminación cruzada y agregar factores de contaminación no considerados en las condiciones del proceso normal.

**7.15.** Desarrollar un sistema de vigilancia de la calidad microbiológica del shawarma antes de servirlo y en las etapas claves del proceso, con el fin de establecer un valor de referencia para comparar la eficacia de las nuevas actividades de control en el proceso.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

ABC Ciencia (2011) Así actúa la radiación en el ser humano. Recuperado de:  
[https://www.abc.es/ciencia/abci-radiacion-nuclear-201103130000\\_noticia.html?ref=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F](https://www.abc.es/ciencia/abci-radiacion-nuclear-201103130000_noticia.html?ref=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F)

AIB International, AIBI (s.f.) Guía para el Desarrollo de un manual HACCP.  
Recuperado de:  
[https://www.aibinternational.com/aibonline\\_/americalatina.aibonline.org/HACCPForms/BlankGuiaParaElDesarrolloDeUnManualHACCP10.26.2012.pdf](https://www.aibinternational.com/aibonline_/americalatina.aibonline.org/HACCPForms/BlankGuiaParaElDesarrolloDeUnManualHACCP10.26.2012.pdf)

AIB Internacional, AIBI (2018) Adoptando un enfoque preventivo basado en el riesgo para la seguridad alimentaria, a través de la cadena de suministro.  
Recuperado de: <https://www.aibinternational.com/es/Blog-saber-alimentario/PostId/969/adoptando-un-enfoque-preventivo-basado-en-el-riesgo-para-la-seguridad-alimentaria-a-travs-de-la-cadena-de-suministro>

Baranyi, J, Roberts, T (1994) ComBase: A dynamic approach to predicting bacterial growth in food. Recuperado de:  
[https://www.researchgate.net/publication/15326559\\_A\\_Dynamic\\_Approach\\_to\\_Predicting\\_Bacterial-Growth\\_in\\_Food](https://www.researchgate.net/publication/15326559_A_Dynamic_Approach_to_Predicting_Bacterial-Growth_in_Food)

Briceño, K. (s.f.) Curva de Crecimiento Bacteriano: Características Principales.  
Recuperado de: <https://www.lifeder.com/curva-crecimiento-bacteriano/>

Bottemiller, H (2009). Spices May Lessen *E. coli* O157 Toxin. Recuperado de:  
<https://www.foodsafetynews.com/2009/09/spices-may-lessen-e-coli-o157-toxin/>

Buchanan, R y Whiting, R (1995) Risk Assesment and Predictive Microbiology. Journal of Food Protection: December 1996, Vol. 59, No. 13, pp. 31-36. Doi <https://doi.org/10.4315/0362-028X-59.13.31>

Center for Disease Control, CDC (2012). Guideline for the safe preparation and serving of Donairs, Shawarmas y productos similares. Recuperado de: [http://www.bccdc.ca/resource-gallery/Documents/Educational%20Materials/EH/FPS/Food/Guidelines\\_Donairs\\_Final\\_June2012.pdf](http://www.bccdc.ca/resource-gallery/Documents/Educational%20Materials/EH/FPS/Food/Guidelines_Donairs_Final_June2012.pdf)

Codex Alimentarius, CODEX (2001) Examen de la elaboración de LMR para las especias. Recuperado de [http://www.fao.org/tempref/codex/Meetings/CCPR/ccpr33/pr01\\_16s.pdf](http://www.fao.org/tempref/codex/Meetings/CCPR/ccpr33/pr01_16s.pdf)

Codex Alimentarius, CODEX (2006). Norma para la sal de calidad alimentaria CODEX STAN 150-1985. Recuperado de: [http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B150-1985%252FCXS\\_150s.pdf](http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B150-1985%252FCXS_150s.pdf)

Codex Alimentarius, CODEX (2007) Principios y directrices para la aplicación de la gestión de riesgos microbiológicos (GRM) CAC/GL 63-2007. Recuperado de: [http://www.fao.org/input/download/standards/10741/CXG\\_063s.pdf](http://www.fao.org/input/download/standards/10741/CXG_063s.pdf)

Codex Alimentarius, CODEX (2015) Documento de debate sobre la contaminación por micotoxinas en las especias. Recuperado de: [http://www.fao.org/tempref/codex/Meetings/CCCF/cccf9/cf09\\_15s.pdf](http://www.fao.org/tempref/codex/Meetings/CCCF/cccf9/cf09_15s.pdf)

Codex Alimentarius, CODEX (2020) Textos del Codex > Base de datos en línea del Codex > LMR de plaguicidas > Detalle de las materias primas. HS 0777 - Canela, corteza (incluida la canela de la China). Recuperado de: [http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/dbs/pestres/commodities-detail/es/?c\\_id=747](http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/dbs/pestres/commodities-detail/es/?c_id=747)

Connor, N (2020) ¿Qué es la conductividad térmica? Definición. Recuperado de: <https://www.thermal-engineering.org/es/que-es-la-conductividad-termica-definicion/>

ComBase. (2020) FAQ. Recuperado de: <https://browser.combase.cc/FAQ.aspx>

Cole, M (2004) Food safety objectives – Concept and current status\*. Recuperado de [http://www.icmsf.org/wp-content/uploads/2018/02/013-020\\_Cole.pdf](http://www.icmsf.org/wp-content/uploads/2018/02/013-020_Cole.pdf)

Cóppola, B. (s.f) Residuos de medicamentos veterinarios en alimentos de origen animal. Recuperado de: [https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R150/R\\_150\\_48.pdf](https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R150/R_150_48.pdf)

Crawford, L. (1985) El impacto de los residuos en los productos alimenticios de origen animal y en la salud humana. Recuperado: <https://www.oie.int/doc/ged/D8850.PDF>

Food and Drug Administration, FDA (2005). CPG Sec. 555.425 Foods, Adulteration Involving hard or Sharp Foreign Objects. Recuperado de: <https://www.fda.gov/media/71953/download>

Food and Drug Administration, FDA (2012) Bad Bug Book, Foodborne Pathogenic Microorganisms and Natural Toxins. Second Edition. Recuperado de: <https://www.fda.gov/files/food/published/Bad-Bug-Book-2nd-Edition-%28PDF%29.pdf>

Food and Drug Administration, FDA (2018) Food Defect Levels Handbook. Recuperado de: <https://www.fda.gov/food/ingredients-additives-gras-packaging-guidance-documents-regulatory-information/food-defect-levels-handbook>

Food and Drug Administration, FDA (2019) CFR - Code of Federal Regulations Title 21. Recuperado de: <https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfCFR/CFRSearch.cfm?CFRPart=117&showFR=1&subpartNode=21:2.0.1.1.16.3>

Food and Drug Administration, FDA Reader 2018. 117 Subpart G: Supply Chain Program. Recuperado de: <https://www.fdareader.com/blog/2018/12/08/117-subpart-g-supply-chain-program>

Food Safety Preventive Controls Alliance, FSPCA (2016) Controles Preventivos de Alimentos para Humanos. NSF Costa Rica S. A.

Fundación Vasca para la Seguridad Alimentaria, Elika (2013) *Staphylococcus aureus*. Recuperado de: [http://www.elika.net/datos/pdfs\\_agrupados/Documento95/7.Staphylococcus.pdf](http://www.elika.net/datos/pdfs_agrupados/Documento95/7.Staphylococcus.pdf)

García, V (2004) *Introducción a la microbiología*. San José: EUNED.

Gaulin C, Fiset M, Duchesne C, Ramsay D, Savard N, Urbanek A, Pilon PA, Usongo V, Bekal S (2017) *Salmonella Thompson* outbreak associated with consumption of chicken shawarma and the usefulness of genome sequencing in the investigation. Recuperado de:

<https://www.canada.ca/content/dam/phac-aspc/documents/services/publications/canada-communicable-disease-report-ccdr/monthly-issue/2017-43/ccdr-volume-43-9-september-7-2017/ar05-eng.pdf>

Ghosh, M, Kaur, S, Ganguli, A (2007) Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 by cinnamon extracts in carrot-kinnow mandarin blends. Recuperado de:

[https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3450027/pdf/12088\\_2007\\_Article\\_68.pdf](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3450027/pdf/12088_2007_Article_68.pdf)

González, I (2013) Enteras o en polvo, las especias también son alimentos susceptibles. ¿Cuáles son sus contaminantes más comunes?. Recuperado de:

<http://www.ideafoodsafetyinnovation.com/news/2013/11/index.html>

Goswami, K y Mazumdar, I (2014) Lead Poisoning and Some Commonly used Spices: An Indian Scenario. Recuperado de:

[https://www.researchgate.net/publication/270578195\\_Lead\\_Poisoning\\_and\\_Some\\_Commonly\\_used\\_Spices\\_An\\_Indian\\_Scenario](https://www.researchgate.net/publication/270578195_Lead_Poisoning_and_Some_Commonly_used_Spices_An_Indian_Scenario)

Hernández, R, Fernández, C, Batista, P (2010) *Metodología de la investigación*. México D.F.:McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A, de C.V.

Institute of Food Technologists IFT (2001) Evaluation and Definition of Potentially Hazardous Foods. Recuperado de:

<https://www.fda.gov/files/food/published/Evaluation-and-Definition-of-Potentially-Hazardous-Foods.pdf>

Instituto Valenciano de Microbiología, IVAMI (2015). Especies - Implicación en casos o brotes de enfermedades debidas a contaminación microbiana de origen alimentario: cultivo e identificación fenotípica y molecular. Recuperado de: <https://www.ivami.com/es/microbiologia-de-alimentos/2535-especies-implicacion-en-casos-o-brotes-de-enfermedades-debidas-a-contaminacion-microbiana-de-origen-alimentario-cultivo-e-identificacion-fenotipica-y-molecular>

International Atomic Energy Agency, IAEA (2016) Criteria for Radionuclide Activity Concentrations for Food and Drinking Water. ISBN 978–92–0–103816–6. ISSN 1011–4289.

International Commission on Microbiological Specifications for Foods, ICMSF (2006). Guía simplificada para el entendimiento y uso de objetivos de inocuidad de los alimentos y objetivos de rendimiento. Recuperado de: <http://www.icmsf.org/wp-content/uploads/2018/02/GuiaSimplificadosp.pdf>

International Commission on Microbiological Specifications for Foods, ICMSF (2018). Recuperado de: <http://www.icmsf.org/publications/software-downloads/>

James, J. (2017) Salmonella investigation uncovers cooking method risk. Recuperado de <https://www.foodnavigator.com/Article/2017/09/18/Salmonella-outbreak-shows-risk-in-cooking-Chicken-shawarma>

- Kibbes Fusion. (2019) Todo lo que debes saber acerca de la historia del shawarma. Recuperado de: <https://www.kibbesfusion.com/lo-que-debes-saber-acerca-del-shawarma/>
- LaBorde, L (2018) Entendiendo FSMA: Norma de Inocuidad de los Productos Agrícolas Frescos. Recuperado de <https://extension.psu.edu/entendiendo-fsma-norma-de-inocuidad-de-los-productos-agricolas-frescos>
- Marcotte M, Tahelria A and Karimi J. (2008) Thermophysical properties of processed meat and poultry products Journal of Food Engineering 88(3):315-322. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2008.02.016>
- McMeekin, T, Olley, J, Ratkowsky, Corkrey, R, Ross, T (2012) Predictive microbiology theory and application: Is it all about rates? Recuperado de: <https://www.researchgate.net/publication/257398914>
- Medina, M. Ingesta de arsénico: el impacto en la alimentación y la salud humana. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.17843/rpmesp.2018.351.3604>
- Mejía, M (2018) Los usos “desconocidos” de la energía nuclear en la República Dominicana. Recuperado de: <https://www.diariolibre.com/actualidad/tecnologia/los-usos-desconocidos-de-la-energia-nuclear-en-la-republica-dominicana-AC11643245>
- Mytle, N, Anderson, G, Doyle, M, Smith, A (2006). Antimicrobial activity of clove (*Syzygium aromaticum*) oil in inhibiting *Listeria monocytogenes* on chicken frankfurters. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2004.09.008>

Odu, N.N y Akano, U.M. (2012) The Microbiological Assessment of Ready-To-Eat-Food (Shawarma) In Port Harcourt City, Nigeria. *Nature and Science*. 10 (8). ISSN 1545-0740

Organización Mundial de la Salud, OMS (1989) Niveles de intervención derivados para radionuclétidos en los alimentos. Recuperado de: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/40072/9243542338-spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Organización Mundial de la Salud, OMS (2016) ¿Residuos de plaguicidas en los alimentos? Recuperado de: <https://www.who.int/features/qa/87/es/>

Organización Mundial de la Salud, OMS (2018) Micotoxinas. Recuperado de: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mycotoxins>

Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la Salud, OPS (s.f.) Peligros biológicos. Recuperado de: [https://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=10838:2015-peligros-biologicos&Itemid=41432&lang=es](https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10838:2015-peligros-biologicos&Itemid=41432&lang=es)

Páginas Árabes. (2017) Shawarma, tradición de la cultura Árabe.. Recuperado de: <https://paginasarabes.com/2017/11/25/shawarma-%D8%B4%D8%A7%D9%88%D8%B1%D9%85%D8%A7-tradicion-de-la-cocina-arabe/>

Pascual, R (2005) Enfermedades de origen alimentario. Su prevención. Recuperado de: <https://books.google.co.cr/books?id=zy0hd4zDL78C&pg=PA27&lpg=PA27&dq=brotos+alimentarios+relacionados+con+mayonesa&source=bl&ots=dP>

[Wr\\_93VhH&sig=ACfU3U0cn2Ze2AtmsoyyqMX2WZITEZUzTQ&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjey8C5qY7nAhVEwIkKHdHDCssQ6AEwDXoEC AoQAQ#v=onepage&q=brotos%20alimentarios%20relacionados%20con%20mayonesa&f=false](https://www.researchgate.net/publication/44376485_Metodologia_de_la_investigacion_cualitativa_Gregorio_Rodriguez_Gomez_Javier_Gil_Flores_Eduardo_Garcia_Jimenez)

Pérez, F y Valero, A (2013) Predictive Microbiology in Foods. **Doi** [https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5520-2\\_1](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5520-2_1).

Rodríguez, G, Gil, J, García, E (1996) Metodología de la investigación cualitativa. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/44376485 Metodologia de la investigacion cualitativa Gregorio Rodriguez Gomez Javier Gil Flores Eduardo Garcia Jimenez](https://www.researchgate.net/publication/44376485_Metodologia_de_la_investigacion_cualitativa_Gregorio_Rodriguez_Gomez_Javier_Gil_Flores_Eduardo_Garcia_Jimenez)

Sagua, T (2019). Evaluación de Riesgos, Objetivos de Inocuidad Alimentaria y Criterios Microbiológicos para Alimentos. Recuperado de: <http://laenciclopediaagalactica.info/2019/03/05/evaluacion-de-riesgos-objetivos-de-inocuidad-alimentaria-y-criterios-microbiologicos-para-alimentos/>

Segura, A (2017) Razones por las que tu sal podría estar contaminada. Recuperado de: <https://www.lavanguardia.com/comer/materia-prima/20170811/43460707459/contaminacion-sal-marina-plastico.html>

Trello (2017) Food Fraud Risk Information. Peper. Recuperado de: <https://trello.com/b/aoFO1UEf/food-fraud-risk-information>

United States Department of Agriculture, USDA (2013) La Zona de Peligro (40 °F - 140 °F, 4°C - 60°C). Recuperado de:

<https://www.fsis.usda.gov/wps/portal/informational/en-espanol/hojasinformativas/manejo-adecuado-de-alimentos/zona-de-peligro>

Walls, I y Scott, V (1997) Use of predictive microbiology in microbial food safety risk assessment. Doi [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(97\)01260-9](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(97)01260-9)

Wordpress (2010) ¿Por qué se emplean las salazones para conservar alimentos?. Recuperado de: <https://cienciasycosas.com/2010/02/18/por-que-se-emplean-las-salazones-para-conservar-alimentos/>

## 9. ANEXOS

### 9.1. Anexo 1. Chárter del proyecto



#### ACTA (CHARTER) DEL PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN (PFG)

**Nombre y apellidos:** Anayansi Casasola Sánchez

Lugar de residencia: El Coyol, Alajuela, Costa Rica

Institución: NSF Costa Rica S.A.

Cargo / puesto: Entrenadora y auditora líder de servicios de Retail para NSF Costa Rica S.A.

Información principal y autorización del PFG	
Fecha: 01-12-19	<b>Nombre del proyecto:</b> “Propuesta de evaluación y plan de mejora para el proceso de parrillas verticales tipo “shawarma” en un establecimiento de venta”
Fecha de inicio del proyecto: 11-12-19	Fecha tentativa de finalización: 30-6-2020
Tipo de PFG: (tesina / artículo) Tesina	
<b><u>Objetivos del proyecto</u></b>	
<p><b>Objetivo general</b> Elaborar una propuesta de evaluación y plan de mejora para el proceso de parrillas verticales tipo “shawarma” en un establecimiento de venta de comida libanesa, con el fin de identificar medidas de control para cada una de las etapas del proceso.</p>	

**Objetivos específicos**

1. Aplicar un diagnóstico cualitativo del proceso productivo de las parrillas verticales tipo “shawarma”, para la organización de la información requerida para el planteamiento de la propuesta.
2. Analizar los resultados del diagnóstico tecnológico aplicado, para la identificación de las etapas del proceso en las que se requieran controles preventivos.
3. Evaluar la información recopilada con la herramienta utilizada, para el ordenamiento de la evaluación y plan de mejora propuesto.

**Descripción del producto:**

Con este proyecto se pretende estudiar cada una de las etapas del proceso productivo de las parrillas verticales tipo “shawarma”, con el objetivo de identificar los peligros potenciales para la inocuidad de los alimentos que requieran controles preventivos, esto con la finalidad de desarrollar una propuesta de evaluación y plan de mejora para el proceso de parrillas verticales tipo “shawarma” en un establecimiento de venta de comida libanesa, basándose en el Reglamento de *Buenas Prácticas de Manufactura Vigentes, Análisis de Peligros y Controles Preventivos basados en el Riesgo para Alimentos de Consumo Humano* establecidos por la FDA, como parte de la Ley de Modernización de la Inocuidad de los Alimentos.

Asimismo, como parte de las actividades utilizadas para alcanzar los objetivos específicos, se aplicará un diagnóstico cuantitativo de referencia planteado de acuerdo con las necesidades de mejora de la inocuidad de alimentos en el proceso en estudio, aunado al desarrollo de un patrón de crecimiento microbiano utilizando la plataforma ComBase, que ayude a comprender en qué etapa del proceso el riesgo aumenta y así poder definir los controles requeridos para lograr un plan de mejora continua.

**Necesidad del proyecto:**

La idea de este proyecto nace de una necesidad real de un establecimiento de venta de comida libanesa, quienes han tenido algunos reportes de huéspedes enfermos y solicitaron colaboración a la empresa para la que laboro para evaluar sus servicios de alimentación. La evaluación o diagnóstico indicó que uno de los principales focos de contaminación relacionado con la problemática es el manejo de las parrillas verticales tipo “shawarma”, siendo éste un tema sobre el cual el personal del establecimiento no tiene suficiente formación. Como profesional responsable del área de inocuidad de alimentos y a pesar de tener 5 años de trabajar en la evaluación de servicios de alimentación, me tomó por sorpresa porque no es algo que evalúe a diario, por lo que se pretende investigar la situación y para ofrecer recomendaciones objetivas.

<p><b>Justificación de impacto del proyecto:</b>          Lo que se pretende lograr con este proyecto final de investigación (PFG), consiste en comprender el riesgo asociado al proceso productivo de las parrillas verticales tipo shawarma, e identificar las etapas más críticas de dicho proceso, permitirá establecer e implementar controles preventivos para asegurar que el producto al final del proceso sea inocuo. Con esto, lo que se pretende es disminuir los casos de intoxicación alimentaria de clientes del establecimiento de venta de comida libanesa, estableciendo procesos estandarizados para el manejo adecuado de este producto, además puede servir como base para otros establecimientos que utilicen las parrillas verticales.</p>	
<p><b>Restricciones:</b>          La principal restricción de este trabajo de investigación es que al ser éste un servicio técnico que ofrece la empresa NSF Costa Rica, S.A., por políticas de confidencialidad que tiene ésta, no se revelará el nombre del establecimiento en estudio.</p>	
<p><b>Entregables:</b>          Entrega de avances a tutor (a) para revisión en etapa de tutoría.          Entrega del documento aprobado por el tutor (a) al lector (a) para su revisión.          Documento final para calificación del tribunal evaluador.</p>	
<p><b>Identificación de grupos de interés:</b>          Cliente(s) directo(s): Establecimiento de venta de comida libanesa (restaurante parrillas verticales tipo “shawarma”          Cliente(s) indirecto(s): Clientes del establecimiento.</p>	
<p>Aprobado por Director MIA:          Félix Modesto Cañet Prades</p>	<p>Firma:  </p>
<p>Aprobado por profesora Seminario Graduación:          MIA. Ana Cecilia Segreda Rodríguez</p>	<p>Firma:</p>
<p>Estudiante:          Anayansi Casasola Sánchez</p>	<p>Firma  </p>

## 9.2. Anexo 2. Análisis de peligros del proceso de producción del shawarma.

(1) Ingrediente/ paso de procesamiento	(2) Identifique peligros potenciales para la inocuidad alimentaria introducidos, controlados o potenciados en este paso.  Físico Químico (incluyendo alérgenos y radiactivos. Biológico Otros (fraude alimentario que afecte la inocuidad, entre otros.	(3) ¿Se considera el peligro significativame nte potencial para la seguridad alimentaria, tanto así que requiere un control preventivo?		(4) Justifique su respuesta de la columna 3.  <u>Evaluación del riesgo</u> <i>P: Probabilidad:</i> Frecuente, Probable, Puede ocurrir, Remota  <i>G: Gravedad:</i> Alta, Media, Baja, Insignificante  <i>CP: Calificación del peligro:</i>  Significativo: A1, A2, A3, B1, B2, C1, C2  <u>NO</u> Significativo: A4, B3, B4, C3, C4, D1, D2, D3, D4	(5) ¿Qué medida(s) de control preventivo se puede(n) aplicar para minimizar significativamente o prevenir el peligro para la inocuidad alimentaria?  Control preventivo de proceso  Control preventivo de limpieza y desinfección  Control de cadena de suministro  Otros, especifique	(6) ¿Se aplica en este paso el control preventivo?	
		Si	No			Si	No
<b>Recibo de materias primas cárnicas</b>  <b>Carne de res</b>	<b>Físico</b>  Las carnes podrían ingresar contaminadas	X		<i>P: Puede ocurrir.</i> La inyección de la carne es un proceso bastante común en la industria, asimismo, durante el	<i>Control de cadena de suministro</i>  Selección y aprobación de proveedores,		X

	con trozos de metal de agujas de inyección			<p>procesamiento pueden incorporarse materias extrañas.</p> <p><i>G: Media</i> Las partículas extrañas pueden ser causales de lesiones en el tracto digestivo, atragantamiento, daños en piezas dentales, entre otros (FDA, 2005)</p> <p><i>CP: C2=Significativo</i></p>	<p>comprar carne proveniente de los Estados Unidos y/o producida bajo las regulaciones de USDA y de la Republica Dominicana.</p> <p>Verificación al ingreso de que la carne provenga del proveedor previamente autorizado.</p>	X	
	<p><b>Químico</b></p> <p>Presencia de residuos de antibióticos o medicamentos</p>	X		<p><i>P: Puede ocurrir</i> La aplicación de medicamentos a los animales vivos es una práctica común utilizada en las unidades de producción, si no hay un adecuado período de retiro de los medicamentos antes de la cosecha estos residuos pueden estar presentes en la carne al momento del consumo (Crawford, 1985).</p>	<p><i>Control de cadena de suministro.</i></p> <p>Selección y aprobación de proveedores, comprar carne proveniente de los Estados Unidos, producida bajo las regulaciones de USDA y de la Republica Dominicana.</p> <p>Verificación al ingreso de que la carne</p>	X	X

				<p><i>G: Alta</i>  Algunos productos son cancerígenos, teratogénicos (cualquier sustancia, organismo, agente físico o estado de deficiencia que, estando presente durante la gestación, puede causar un defecto congénito), producen alteraciones de los constituyentes de la sangre, causan resistencia a antimicrobianos, reacciones alérgicas, entre otros. (Cóppola, s.f.)</p> <p>CP: C1: Significante</p>	provenga del proveedor previamente autorizado.		
	<b>Químico</b> Radionúclidos Estroncio-90 Yodo-131 Cesio-134 Cesio-137 Plutonio-239		X	<p><i>P: Insignificante</i>  Según IAEA (2016), el criterio de dosis de consumo de alimentos contaminados radiológicamente es de 1 mSv en un año de ingestión, para que cause efectos adversos</p>			X

	<p>(OMS, 1989)</p> <p>Efectos adversos a la salud por ingerir alimentos contaminados con estos radionúclidos.</p>		<p>a la salud. Para esto se asume que un 10% del total de la dieta corresponde a alimentos importados y contaminados radiológicamente durante todo un año; en este caso de estudio, no hay probabilidad de que esto suceda, debido a que se trata de un establecimiento en el cual debido a su exclusividad las personas lo visitan esporádicamente (una vez al año como mínimo), y no consumen shawarma todos los días de su estadía.</p> <p><i>G: Alta</i> La exposición a grandes dosis de radionúclidos tiene efectos adversos a la salud, por ejemplo, la exposición del feto a radiaciones entre la 8<sup>a</sup> y 15<sup>va</sup> semana de</p>			
--	---	--	---	--	--	--

				gestación puede ser causa de retraso mental grave. (OMS, 1989)  <i>CP: A1= NO Significativo</i>			
	<b>Microbiológico</b>  Contaminación y/o crecimiento de microorganismos patógenos como <i>Salmonella</i> , <i>Escherichia coli</i> <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> <i>Clostridium botulinum</i> <i>Clostridium perfringens</i> <i>Yersinia enterocolitica</i> <i>Campylobacter jejuni</i> (FDA, 2012)	X		<i>P: Frecuente</i> La carne fresca, por su contenido nutricional y alto valor de actividad de agua (aw) está considerada dentro del grupo de los alimentos altamente perecederos (Steemit, 2018)  <i>G: Alta</i> Todos estos microorganismos son ampliamente reconocidos por causar afectaciones a la salud de las personas, desde trastornos gastrointestinales como la <i>Escherichia coli</i> hasta inclusive la muerte en el caso de <i>Listeria monocytogenes</i> . (FDA, 2012)	<i>Control de cadena de suministro</i>  Selección y aprobación de proveedores, comprar carne proveniente de los Estados Unidos, producida bajo las regulaciones de USDA y de la República Dominicana.  Verificación al ingreso de que la carne provenga del proveedor previamente autorizado y a la temperatura correcta.  <i>Control preventivo de proceso</i>	X	X

				<i>G: A1: Significativa</i>	Asegurar la cocción completa de la carne antes de servirla a los clientes.		X
<b>Recibo de materias primas cárnicas</b>  <b>Carne de pollo</b>	<b>Físico</b>  Las carnes podrían ingresar contaminadas con trozos de metal de agujas de inyección	X		<i>P: Puede ocurrir.</i> La inyección de la carne es un proceso bastante común en la industria, asimismo, durante el procesamiento pueden incorporarse materias extrañas.  <i>G: Media</i> Las partículas extrañas pueden ser causales de lesiones en el tracto digestivo, atragantamiento, daños en piezas dentales, entre otros (FDA, 2005)  <i>CP: C2=Significativo</i>	<i>Control de cadena de suministro.</i>  Auditorías a proveedores, verificación de sus controles internos para minimizar el riesgo (compra de producto a un proveedor local, fresco).  Verificación al ingreso de que la carne provenga del proveedor previamente autorizado.	X	X
	<b>Químico</b>  Presencia de residuos de antibióticos o medicamentos	X		<i>P: Puede ocurrir</i> La aplicación de medicamentos a los animales vivos es una práctica común utilizada en las unidades de	<i>Control de cadena de suministro.</i>  Cumplimiento las regulaciones USDA y de la Republica		

			<p>producción, si no hay un adecuado período de retiro de los medicamentos antes de la cosecha estos residuos pueden estar presentes en la carne al momento del consumo (Crawford, 1985).</p> <p><i>G: Alta</i> Algunos productos son cancerígenos, teratogénicos (cualquier sustancia, organismo, agente físico o estado de deficiencia que, estando presente durante la gestación, puede causar un defecto congénito), producen alteraciones de los constituyentes de la sangre, causan resistencia a antimicrobianos, reacciones alérgicas, entre otros. (Cóppola, s.f.)</p> <p><i>CP: C1: Significante</i></p>	Dominicana respecto a residuos de medicamentos.		X
--	--	--	--	---	--	---

	<p><b>Químico</b></p> <p>Radionúclidos</p> <p>Estroncio-90 Yodo-131 Cesio-134 Cesio-137 Plutonio-239 (OMS, 1989)</p> <p>Efectos adversos a la salud por ingerir alimentos contaminados con estos radionúclidos.</p>		X	<p><i>P: Insignificante</i></p> <p>Según IAEA (2016), el criterio de dosis de consumo de alimentos contaminados radiológicamente es de 1 mSv en un año de ingestión, para que cause efectos adversos a la salud. Para esto se asume que un 10% del total de la dieta corresponde a alimentos importados y contaminados radiológicamente durante todo un año; en este caso de estudio, no hay probabilidad de que esto suceda, debido a que se trata de un establecimiento en el cual debido a su exclusividad las personas lo visitan esporádicamente (una vez al año como mínimo), y no consumen shawarma todos los días de su estadía.</p>			X
--	---	--	---	--	--	--	---

				<p><i>G: Alta</i> La exposición a grandes dosis de radionúclidos tiene efectos adversos a la salud, por ejemplo, la exposición del feto a radiaciones entre la 8<sup>a</sup> y 15<sup>va</sup> semana de gestación puede ser causa de retraso mental grave. (OMS, 1989)</p> <p><i>CP: A1= NO Significativo</i></p>			
	<p><b>Microbiológico</b></p> <p>Contaminación y/o crecimiento de microorganismos patógenos como <i>Salmonella</i>, <i>Escherichia coli</i>, <i>Staphylococcus aureus</i>, <i>Listeria monocytogenes</i>, <i>Clostridium botulinum</i></p>	X		<p><i>P: Frecuente</i> La carne fresca, por su contenido nutricional y alto valor de actividad de agua (aw) está considerada dentro del grupo de los alimentos altamente perecederos (Steemit, 2018)</p> <p><i>G: Alta</i> Todos estos microorganismos son ampliamente reconocidos por causar</p>	<p><i>Control de cadena de suministro</i></p> <p>Selección y aprobación de proveedores, comprar carne proveniente de los Estados Unidos, producida bajo las regulaciones de USDA y de la República Dominicana</p>		X

	<p><i>Clostridium perfringens</i>  <i>Yersinia enterocolitica</i>  <i>Campylobacter jejuni</i>  (FDA, 2012))</p>			<p>afectaciones a la salud de las personas, desde trastornos gastrointestinales como la <i>Escherichia coli</i> hasta inclusive la muerte en el caso de <i>Listeria monocytogenes</i>. (FDA, 2012)</p> <p><i>G: A1: Significativa</i></p>	<p><i>Control preventivo de proceso</i></p> <p>Asegurar la cocción completa de la carne antes de servirla a los clientes.</p>	X	
<p><b>Recibo de materias primas secas</b></p> <p><b>Mayonesa</b></p>	<p><b>Físico</b></p> <p>Presencia de materia extraña en el producto.</p>		X	<p><i>P: Remota</i>  No se cuenta con historial de presencia de materia extraña en la mayonesa.</p> <p><i>G: Alta</i>  Las partículas extrañas pueden ser causales de lesiones en el tracto digestivo, atragantamiento, daños en piezas dentales, entre otros (FDA, 2005)</p> <p><i>CP: D1= NO Significativo</i></p>			X

	<p><b>Químico</b></p> <p>Presencia de sustancias químicas no autorizadas en el producto, incluyendo alérgenos y contaminación radiológica.</p>		X	<p>P: Remota No se cuenta con historial de sustancias tóxicas en la mayonesa. En el caso del huevo como alérgeno, viene declarado como ingrediente por lo que no hay posibilidad de confusión.</p> <p>G: Insignificante No hay historial documentado.</p> <p><i>CP: D4= NO Significativo</i></p>			X
	<p><b>Químico</b></p> <p>Presencia de alérgenos no declarados</p>	X		<p>P: Puede ocurrir. Presencia de trazas o ingredientes alérgenos no declarados en la etiqueta del producto.</p> <p>G: Alta La presencia de alérgenos no declarados puede ocasionar reacciones alérgicas en los consumidores, un ejemplo es la anafilaxis</p>	<p><i>Control de cadena de suministro</i></p> <p>Solicitar a los proveedores el control de alérgenos en su proceso y el etiquetado correcto de los productos.</p> <p><i>Control de proceso</i></p> <p>Verificar al ingreso de los productos que</p>	X	X

			<p>es una reacción generalizada que puede incluir la Insuficiencia de muchos órganos, así como cualquiera de los demás síntomas arriba enumerados, pérdida severa de la presión arterial y arritmia cardíaca. Esta reacción puede ser fatal. Decenas de miles de visitas a la sala de emergencia y 150-200 muertes al año se pueden atribuir a reacciones anafilácticas. (FSPCA, 2016)</p> <p><i>CP: C1= Significativo</i></p>	<p>correspondan al proveedor previamente aprobado.</p> <p>Asegurar que se declaren en el menú los ingredientes que vienen declarados en la etiqueta de la materia prima, en el caso de la mayonesa se debe declarar la presencia de huevo en el shawarma.</p>		X
	<p><b>Microbiológico</b></p> <p>Contaminación por <i>Salmonella</i> spp. (Pascual, 2005)</p>	X	<p>P: Probable</p> <p>Es muy común debido al uso de huevo no pasteurizado en la elaboración del producto.</p>	<p><i>Control de cadena de suministro.</i></p> <p>Selección y aprobación de proveedores, seleccionar aquellos que sólo utilicen huevo pasteurizado en su formulación.</p>		X

				<p>G: Media La Salmonelosis puede causar enfermedad gastrointestinal, que causa náuseas, vómitos, diarrea, calambres y fiebre, con síntomas que generalmente duran un par de días y disminuyen en una semana. En personas sanas, los síntomas generalmente desaparecen por sí solos, pero puede desarrollarse artritis a largo plazo (FDA, 2012)</p> <p><i>CP: B2= Significativo</i></p>	<p>Verificar el producto en cada ingreso que sea el que se aprobó inicialmente.</p>	X	
<p><b>Recibo de materias primas secas</b></p> <p><b>Aceite</b></p>	<p><b>Físico</b></p> <p>Ninguno.</p>		X	<p>P: Remoto No es un peligro frecuente, el aceite pasa por una serie de filtros durante su procesamiento.</p> <p>G: Insignificante No hay historial documentado</p>			X

				<p><i>CP: D4= NO</i> <i>Significativo</i></p>			
	<p><b>Químico</b></p> <p>Presencia de alérgenos, trazas de soya.</p>		X	<p><i>P: Remota</i> Según el proceso de extracción del aceite podría presentarse trazas de soya en aceite, sin embargo, técnicamente se ha demostrado que no quedan trazas en el producto, por lo tanto, la probabilidad es baja.</p> <p><i>G: Alta</i> La presencia de alérgenos no declarados puede ocasionar reacciones alérgicas en los consumidores, un ejemplo es la anafilaxis es una reacción generalizada que puede incluir la insuficiencia de muchos órganos, así como cualquiera de los demás síntomas arriba enumerados, pérdida severa de la presión</p>			X

				<p>arterial y arritmia cardíaca. Esta reacción puede ser fatal. Decenas de miles de visitas a la sala de emergencia y 150-200 muertes al año se pueden atribuir a reacciones anafilácticas. (FSPCA, 2016)</p> <p><i>CP: D1= NO Significativo</i></p>			
	<p><b>Microbiológico</b> Ninguno.</p>		X	<p>P: Remota El proceso de extracción se lleva a cabo a muy altas temperaturas por lo que las posibilidades de supervivencia de cualquier patógeno son casi nulas.</p> <p>G: Insignificante No hay casos registrados.</p> <p><i>CP: D4= NO Significativo</i></p>			X

<p><b>Recibo de materias primas secas</b></p> <p><b>Pimienta blanca y negra</b></p>	<p><b>Físico</b></p> <p>Presencia de materia extraña como insectos, excretas, materia extraña (pelos, piedras, fibras, entre otros.)</p>	<p>X</p>		<p><i>P: Frecuente</i> Algunos alimentos, presenten cierta «suciedad natural» derivada del proceso de cultivo y producción al que son sometidos. (González, 2013)</p> <p>Para este tipo de suciedad, el capítulo 21 del Código de Regulaciones Federales de los Estados Unidos, en la Sección 110.110 señala que la FDA establece límites máximos permisibles (FDA, 2018)</p> <p><i>G: Media</i> Las partículas extrañas pueden ser causales de lesiones en el tracto digestivo, atragantamiento, daños en piezas dentales, entre otros (FDA, 2005)</p> <p><i>CP: A2= Significativo</i></p>	<p><i>Control de cadena de suministro.</i></p> <p>Solicitar al proveedor garantía de cumplimiento de la sección 110.110 del capítulo 21 del Código de Regulaciones Federales de los Estados Unidos.</p>		<p>X</p>
---	--	----------	--	---	---	--	----------

	<p><b>Físico</b></p> <p>Adulteración motivada económicamente</p> <p>Semillas de papaya en la pimienta negra para diluir la pureza</p>		X	<p>P: Frecuente Hay casos conocidos sobre fraude alimentario con semillas de papaya para diluir la pureza y bajar los costos. (Trello, 2017)</p> <p>G: Insignificante No hay riesgos para la salud asociados con las semillas de papaya.</p> <p>CP: A4= NO Significativo</p>			X
	<p><b>Químico</b></p> <p>Presencia de residuos de pesticidas.</p>	X		<p>P: Puede ocurrir Hay casos registrados sobre presencia de pesticidas en especias, inclusive en pimienta (blanca y negra), por ejemplo; en India y Estados Unidos (CODEX, 2001)</p> <p>G: Alto Los plaguicidas también son potencialmente tóxicos para los seres humanos. Pueden tener</p>	<p>Control de cadena de suministro</p> <p>Selección de proveedores que cumplan con los límites establecidos por las regulaciones de la FDA y de la República Dominicana.</p> <p>Verificación al ingreso de que el producto sea del proveedor aprobado inicialmente.</p>	X	X

				<p>efectos perjudiciales para la salud, por ejemplo, provocar cáncer o acarrear consecuencias para los sistemas reproductivo, inmunitario o nervioso (OMS, 2016)</p> <p><i>CP: D1= Significativo</i></p>			
	<p><b>Químico</b></p> <p>Radionúclidos</p> <p>Estroncio-90 Yodo-131 Cesio-134 Cesio-137 Plutonio-239 (OMS, 1989)</p> <p>Efectos adversos a la salud por ingerir alimentos contaminados con estos radionúclidos.</p>		X	<p><i>P: Insignificante</i></p> <p>Según IAEA (2016), el criterio de dosis de consumo de alimentos contaminados radiológicamente es de 1 mSv en un año de ingestión, para que cause efectos adversos a la salud. Para esto se asume que un 10% del total de la dieta corresponde a alimentos importados y contaminados radiológicamente durante todo un año; en este caso de estudio, no hay probabilidad de que esto suceda, debido a</p>			X

			<p>que se trata de un establecimiento en el cual debido a su exclusividad las personas lo visitan esporádicamente (una vez al año como mínimo), y no consumen shawarma todos los días de su estadía.</p> <p><i>G: Alta</i> La exposición a grandes dosis de radionúclidos tiene efectos adversos a la salud, por ejemplo, la exposición del feto a radiaciones entre la 8<sup>a</sup> y 15<sup>va</sup> semana de gestación puede ser causa de retraso mental grave. (OMS, 1989)</p> <p><i>CP: A1= NO Significativo</i></p>			
	<b>Químico</b>	X	P: Puede ocurrir. Presencia de trazas o ingredientes alérgenos	<i>Control de cadena de suministro</i>		

	<p>Presencia de alérgenos no declarados</p>		<p>no declarados en la etiqueta del producto.</p> <p>G: Alta La presencia de alérgenos no declarados puede ocasionar reacciones alérgicas en los consumidores, un ejemplo es la anafilaxis es una reacción generalizada que puede incluir la Insuficiencia de muchos órganos, así como cualquiera de los demás síntomas arriba enumerados, pérdida severa de la presión arterial y arritmia cardíaca. Esta reacción puede ser fatal. Decenas de miles de visitas a la sala de emergencia y 150-200 muertes al año se pueden atribuir a reacciones anafilácticas. (FSPCA, 2016)</p>	<p>Solicitar a los proveedores el control de alérgenos en su proceso y el etiquetado correcto de los productos.</p> <p><i>Control de proceso</i></p> <p>Verificar al ingreso de los productos que correspondan al proveedor previamente aprobado.</p> <p>Asegurar que se declaren en el menú los ingredientes que vienen declarados en la etiqueta de la materia prima.</p>	<p>X</p>	<p>X</p>
--	---	--	--	---	----------	----------

				<i>CP: C1= Significativo</i>			
	<b>Microbiológico</b>	X		<p><i>P: Frecuente</i> Se han registrado brotes de Salmonelosis en diferentes lugares, por ejemplo, en Canadá en 1974 con 17 casos y en Estados Unidos en 2009 con 272 casos (IVAMI, 2015).</p> <p><i>G: Media</i> La Salmonelosis puede causar enfermedad gastrointestinal, que causa náuseas, vómitos, diarrea, calambres y fiebre, con síntomas que generalmente duran un par de días y disminuyen en una semana. En personas sanas, los síntomas generalmente desaparecen por sí solos, pero puede desarrollarse artritis a largo plazo (FDA, 2012)</p>	<p><i>Control preventivo de proceso</i></p> <p>Asegurar la cocción completa del producto antes de servir.</p>		X

				<i>CP: A2= Significativo</i>		
<b>Recibo de materias primas secas</b>  <b>Sal</b> (Cloruro de sodio)	<b>Físico</b>  Presencia de materia extraña en el producto.		X	<i>P: Remota</i> La sal es cernida durante su proceso productivo para separar las diferentes calidades de sal, la probabilidad de presencia de contaminantes físicos es muy baja.  <i>G: Insignificante</i> No es común la presencia de contaminantes, y por el color sería muy sencillo de identificar si ocurriese.  <i>CP: D4= NO Significativo</i>		X
	<b>Físico</b>  Presencia de micropartículas de plástico provenientes de la sal marina		X	<i>P: Puede suceder</i> Se tienen datos de que en ocasiones la sal a base de cloruro de sodio se mezcla con sal marina, y en la sal marina se ha comprobado la		X

			<p>presencia de micropartículas de plástico como polímeros (polietileno y polipropileno), pigmentos, carbón amorfo y otras partículas sin identificar producto de la degradación de los contaminantes en el mar. (Segura, 2017)</p> <p><i>G: Insignificante</i> Consideran los científicos que la cantidad de sal de ese tipo que se consume no supera las 37 micropartículas por persona y por año, lo que hoy por hoy no pone en riesgo la salud, en todo caso, se supone que la sal utilizada no debe ser de origen marino. (Segura, 2017)</p>			
--	--	--	---	--	--	--

				<i>CP: C4= NO Significativo</i>			
	<b>Químico</b>  Presencia de sustancias químicas no autorizadas en el producto o en cantidades no autorizadas como Arsénico, Cobre, Plomo Cadmio, Mercurio, Yodo y Flúor. (CODEX, 2006)	X		<i>P: Puede ocurrir</i> Existe la probabilidad de que ocurra dicha contaminación si se compra un producto que no cumple con lo establecido en la "Norma para la sal de calidad alimentaria" del CODEX y/o en los respectivos reglamentos locales sobre la calidad de la sal.  <i>G: Alta</i> Estos compuestos en cantidades no autorizadas pueden causar problemas adversos a la salud, por ejemplo, el Arsénico se le ha relacionado con afectaciones a corto plazo y afectaciones crónicas, entre estas últimas se puede mencionar el hidroarsenicismo	<i>Control de cadena de suministro.</i>  Selección y aprobación de proveedores, comprar sólo aquellos que aseguren el cumplimiento de lo establecido en "Norma para la sal de calidad alimentaria" del CODEX y/o en los respectivos reglamentos locales. Verificar al ingreso que el producto provenga del proveedor previamente aprobado.	X	X

				<p>crónico regional endémico (HACRE) presente en Argentina que puede causar afecciones de piel, cáncer de piel, pulmón, vejiga, riñón, entre otros, alteraciones en el desarrollo, afecciones cardiovasculares, neurotoxicidad y diabetes (Medina, 2018)</p> <p><i>CP: C1= Significativo</i></p>			
	<p><b>Microbiológico</b></p> <p>Contaminación con microorganismos patógenos.</p>		X	<p>P: Remota</p> <p>La sal por si sólo se considera un agente antimicrobiano debido a su capacidad de fijar el agua y modificar la presión osmótica del entorno, creando ambientes hipertónicos que provocan la rotura de las células, inhibiendo su multiplicación. (Wordpress, 2010)</p>			X

				<p>G: Insignificante No hay riesgos relacionados</p> <p>CP: D4= NO Significativo</p>		
<p><b>Recibo de materias primas secas</b></p> <p><b>Especias Libanesas</b></p> <p><i>Pimienta de Jamaica (Allspice)</i></p> <p><i>Cilantro (coriander)</i></p> <p><i>Jenjibre (ginger)</i></p> <p><i>Clavo de olor</i></p> <p><i>Nuez moscada</i></p> <p><i>Pimienta negra</i></p>	<p><b>Físico</b></p> <p>Presencia de materia extraña como insectos, excretas, materia extraña (pelos, piedras, fibras, entre otros.)</p>	X		<p><i>P: Frecuente</i> Algunos alimentos, presenten cierta «suciedad natural» derivada del proceso de cultivo y producción al que son sometidos. (González, 2013). Para este tipo de suciedad, el capítulo 21 del Código de Regulaciones Federales de los Estados Unidos, en la Sección 110.110 señala que la FDA establece límites máximos permisibles (FDA, 2018)</p> <p><i>G: Media</i> Las partículas extrañas pueden ser causales de lesiones en el tracto digestivo, atragantamiento, daños</p>	<p><i>Control de cadena de suministro.</i></p> <p>Solicitar al proveedor garantía de cumplimiento de la sección 110.110 del capítulo 21 del Código de Regulaciones Federales de los Estados Unidos.</p> <p>Verificar al ingreso que el producto provenga del proveedor previamente aprobado.</p>	X

<i>Canela</i>				<p>en piezas dentales, entre otros (FDA, 2005)</p> <p><i>CP: A2= Significativo</i></p>			
	<p><b>Físico</b></p> <p>Adulteración motivada económicamente</p> <p>Semillas de papaya en la pimienta negra para diluir la pureza</p>		X	<p>P: Frecuente Hay casos conocidos sobre fraude alimentario con semillas de papaya para diluir la pureza y bajar los costos. (Trello, 2017)</p> <p>G: Insignificante No hay riesgos para la salud asociados con las semillas de papaya.</p> <p><i>CP: A4= NO Significativo</i></p>			X
	<p><b>Químico</b></p> <p>Presencia de residuos de pesticidas.</p>	X		<p><i>P: Puede ocurrir</i> Hay casos registrados sobre presencia de pesticidas en especias, inclusive en pimienta (blanca y negra), por ejemplo; en India y Estados Unidos (CODEX, 2001)</p>	<p><i>Control de cadena de suministro</i></p> <p>Selección de proveedores que cumplan con los límites establecidos por las regulaciones de la FDA y de la República Dominicana.</p>		X

				<p><i>G: Alto</i> Los plaguicidas también son potencialmente tóxicos para los seres humanos. Pueden tener efectos perjudiciales para la salud, por ejemplo, provocar cáncer o acarrear consecuencias para los sistemas reproductivo, inmunitario o nervioso (OMS, 2016)</p> <p><i>CP: D1= Significativo</i></p>	Verificación al ingreso de que el producto sea del proveedor aprobado inicialmente.	X	
	<b>Químico</b>  Presencia de contaminación con Micotoxinas	X		<p><i>P: Frecuente</i> Según un informe del CODEX (2015), el clavo de olor, el jengibre y la nuez moscada se encuentran en la lista de "Prioridades de especias" debido a su alta incidencia en el desarrollo de micotoxinas, especialmente aflatoxinas y ocratoxina.</p>	<p><i>Control de cadena de suministro</i></p> <p>Selección de proveedores que cumplan con los límites establecidos por las regulaciones de la FDA y de la República Dominicana.</p> <p>Verificación al ingreso de que el producto sea del proveedor aprobado inicialmente.</p>	X	X

				<p><i>G: Alta</i> La ingesta de micotoxinas tiene efectos adversos a la salud, que van desde carácter agudo (intoxicación) o crónico (inmunodeficiencia y cáncer). (OMS, 2018)</p> <p><i>CP: A1= Significativo</i></p>			
	<p><b>Químico</b></p> <p>Radionúclidos</p> <p>Estroncio-90 Yodo-131 Cesio-134 Cesio-137 Plutonio-239 (OMS, 1989)</p> <p>Efectos adversos a la salud por ingerir alimentos contaminados con estos radionúclidos.</p>		X	<p><i>P: Insignificante</i> Según IAEA (2016), el criterio de dosis de consumo de alimentos radiológicamente es de 1 mSv en un año de ingestión, para que cause efectos adversos a la salud. Para esto se asume que un 10% del total de la dieta corresponde a alimentos importados y contaminados radiológicamente durante todo un año; en este caso de estudio, no</p>			X

			<p>hay probabilidad de que esto suceda, debido a que se trata de un establecimiento en el cual debido a su exclusividad las personas lo visitan esporádicamente (una vez al año como mínimo), y no consumen shawarma todos los días de su estadía. El documento también menciona que en los casos en que se trate de productos que se consumen en muy pequeñas cantidades como las especias los niveles de referencia se pueden incrementar en un factor de 10, lo que significa que el riesgo es aún menor.</p> <p><i>G: Alta</i> La exposición a grandes dosis de radionúclidos tiene efectos adversos a la salud, por ejemplo, la exposición del feto a</p>			
--	--	--	--	--	--	--



				<p>severa de la presión arterial y arritmia cardíaca. Esta reacción puede ser fatal. Decenas de miles de visitas a la sala de emergencia y 150-200 muertes al año se pueden atribuir a reacciones anafilácticas. (FSPCA, 2016)</p> <p><i>CP: C1= Significativo</i></p>	etiqueta de la materia prima.		
	<p><b>Microbiológico</b></p> <p>Contaminación por microorganismos patógenos.</p> <p>Pimienta de Jamaica (Allspice)</p>		X	<p><i>P: Remota</i></p> <p>La pimienta de Jamaica (allspice) ha sido relacionada con estudios que muestran que esta especia tiene un componente activo llamado Eugenol, que se le reconocen sus propiedades antibacterianas, por ejemplo, reduce significativamente el crecimiento de la toxina de <i>E. coli</i> O157 y su virulencia. (Bottemiller, 2009).</p>			X

				<p><i>G: Insignificante</i> Como se mencionó en el párrafo anterior la pimienta de Jamaica está relacionada con sus propiedades antimicrobianas.</p> <p><i>CP: D4= NO Significativo</i></p>		
	<p><b>Microbiológico</b></p> <p>Contaminación por microorganismos patógenos</p> <p>Cilantro (coriander)</p>		X	<p><i>P: Remota</i> Existen casos registrados de brotes alimentarios relacionados con el cilantro, especialmente fresco, en este caso la mezcla de especies utiliza cilantro deshidratado, por lo que la probabilidad de supervivencia de algún microorganismo se reduce significativamente por el bajo Aw y el proceso de deshidratación que por lo general implica altas temperaturas.</p>		X

				<p><i>G: Insignificante</i> Sobre el cilantro deshidratado no se tiene reporte de brotes registrados.</p> <p><i>CP: D4= NO Significativo</i></p>			
	<p><b>Microbiológico</b></p> <p>Contaminación por microorganismos patógenos</p> <p><i>Clavo de olor (clove)</i></p>		X	<p><i>P: Remota</i> Según IVAMI (2015) el clavo de olor es una especie considerada inhibidor microbiano natural, se considera que acaba con el 80 % de las bacterias. El aceite esencial del clavo de olor se ha utiliza como inhibidor del crecimiento microbiano, Mytle es al (2006) menciona en su estudio el uso de este aceite para el control de <i>Listeria monocytogenes</i> en salchichas de pollo.</p> <p><i>G: Insignificante</i> No hay brotes documentados</p>			X

				<p>relacionados con clavo de olor, si hay estudios resaltando sus propiedades antibacteriales.</p> <p><i>CP: D4= NO Significativo</i></p>			
<p><b>Recibo de materias primas secas</b></p> <p><b>Canela</b></p>	<p><b>Físico</b></p> <p>Presencia de materia extraña como insectos, excretas, materia extraña (pelos, piedras, fibras, entre otros.)</p>	X		<p><i>P: Frecuente</i></p> <p>Algunos alimentos, presenten cierta «suciedad natural» derivada del proceso de cultivo y producción al que son sometidos. (González, 2013)</p> <p>Para este tipo de suciedad, el capítulo 21 del Código de Regulaciones Federales de los Estados Unidos, en la Sección 110.110 señala que la FDA establece límites máximos permisibles (FDA, 2018)</p> <p><i>G: Media</i></p> <p>Las partículas extrañas pueden ser causales de</p>	<p><i>Control de cadena de suministro.</i></p> <p>Solicitar al proveedor garantía de cumplimiento de la sección 110.110 del capítulo 21 del Código de Regulaciones Federales de los Estados Unidos.</p> <p>Verificar al ingreso que el producto provenga del proveedor previamente aprobado.</p>	X	X

				<p>lesiones en el tracto digestivo, atragantamiento, daños en piezas dentales, entre otros (FDA, 2005)</p> <p><i>CP: A2= Significativo</i></p>			
	<p><b>Químico</b></p> <p>Residuos de pesticidas</p>		X	<p>P: Remota Según el sitio oficial del CODEX (2020) no se cuenta con Límites Máximos de Residuos relacionados con la canela, tanto de corteza como de flor, por lo que no se relaciona este producto con este peligro.</p> <p>G: Alto Los plaguicidas también son potencialmente tóxicos para los seres humanos. Pueden tener efectos perjudiciales para la salud, por ejemplo, provocar cáncer o acarrear consecuencias para los</p>			X

				<p>sistemas reproductivo, inmunitario o nervioso (OMS, 2016)</p> <p><i>CP: D1= NO Significativo</i></p>			
	<p><b>Químico</b></p> <p>Micotoxinas</p>		X	<p><i>P: Remota</i> Según un informe del CODEX (2015), la canela no se encuentra en la lista de prioridades de especies relacionadas con presencia de micotoxinas, debido a que no hay datos registrados sobre presencia de micotoxinas y rechazos de este producto.</p> <p><i>G: Media</i> La ingesta de micotoxinas tiene efectos adversos a la salud, que van desde carácter agudo (intoxicación) o crónico (inmunodeficiencia y cáncer).</p>			X

			(OMS, 2018) <i>CP: D1= NO Significativo</i>		
<b>Químico</b> Presencia de alérgenos no declarados	X		<p>P: Puede ocurrir. Presencia de trazas o ingredientes alérgenos no declarados en la etiqueta del producto.</p> <p>G: Alta La presencia de alérgenos no declarados puede ocasionar reacciones alérgicas en los consumidores, un ejemplo es la anafilaxis es una reacción generalizada que puede incluir la insuficiencia de muchos órganos, así como cualquiera de los demás síntomas arriba enumerados, pérdida severa de la presión arterial y arritmia cardíaca. Esta reacción puede ser fatal. Decenas de miles de</p>	<p><i>Control de cadena de suministro</i></p> <p>Solicitar a los proveedores el control de alérgenos en su proceso y el etiquetado correcto de los productos.</p> <p><i>Control de proceso</i></p> <p>Verificar al ingreso de los productos que correspondan al proveedor previamente aprobado.</p> <p>Asegurar que se declaren en el menú los ingredientes que vienen declarados en la etiqueta de la materia prima, en el caso de la mayonesa se debe</p>	<p>X</p> <p>X</p> <p>X</p>

			<p>visitas a la sala de emergencia y 150-200 muertes al año se pueden atribuir a reacciones anafilácticas. (FSPCA, 2016)</p> <p><i>CP: C1= Significativo</i></p>	<p>declarar la presencia de huevo en el shawarma.</p>		
<b>Químico</b>	X		<p><i>P: Puede ocurrir</i> Se cuenta con datos registrados sobre presencia de metales pesados en canela, por ejemplo, según Goswami y Mazumdar (2014), en un estudio realizado se encontró cantidades mayores de Plomo a los niveles aceptables. Asimismo, ha sucedido con otros metales pesados, el autor.</p> <p><i>G: Alta</i> La ingesta habitual de alimentos contaminados con metales pesados puede causar que se acumulen en el</p>	<p><i>Control de cadena de suministro</i></p> <p>Seleccionar proveedores que garanticen que el producto es libre de metales pesados.</p> <p>Solicitar carta de garantía anual que garantice que el producto está libre de metales pesados</p> <p>Verificar al ingreso que el producto corresponda al aprobado inicialmente.</p>	X	X
<p>Metales pesados</p> <p>Plomo Cadmio Arsénico Mercurio Entre otros.</p>					X	

				<p>organismo, lo cual puede llevar a diferentes problemas de salud, en el caso del plomo puede causar parto prematuro, aborto y riesgo de retraso mental en los niños, en adultos se pueden sufrir lesiones en diferentes órganos. (Goswami et al, 2014)</p> <p><i>CP: C1= Significativo</i></p>			
	<p><b>Químico</b></p> <p>Radionúclidos</p> <p>Estroncio-90 Yodo-131 Cesio-134 Cesio-137 Plutonio-239 (OMS, 1989)</p> <p>Efectos adversos a la salud por ingerir alimentos contaminados</p>		X	<p><i>P: Insignificante</i></p> <p>Según IAEA (2016), el criterio de dosis de consumo de alimentos contaminados radiológicamente es de 1 mSv en un año de ingestión, para que cause efectos adversos a la salud. Para esto se asume que un 10% del total de la dieta corresponde a alimentos importados y contaminados radiológicamente</p>			X

	con estos radionúclidos.		<p>durante todo un año; en este caso de estudio, no hay probabilidad de que esto suceda, debido a que se trata de un establecimiento en el cual debido a su exclusividad las personas lo visitan esporádicamente (una vez al año como mínimo), y no consumen shawarma todos los días de su estadía. El documento también menciona que en los casos en que se trate de productos que se consumen en muy pequeñas cantidades como las especias los niveles de referencia se pueden incrementar en un factor de 10, lo que significa que el riesgo es aún menor.</p> <p><i>G: Alta</i> La exposición a grandes dosis de radionúclidos tiene efectos adversos a</p>			
--	--------------------------	--	---	--	--	--

				<p>la salud, por ejemplo, la exposición del feto a radiaciones entre la 8ª y 15ª semana de gestación puede ser causa de retraso mental grave. (OMS, 1989)</p> <p><i>CP: A1= NO Significativo</i></p>			
	<p><b>Microbiológico</b></p> <p>Contaminación con microorganismos patógenos</p>		X	<p><i>P: Remota</i></p> <p>Según IVAMI (2015) la canela es una especie considerada inhibidor microbiano natural, se considera que acaba con el 80 % de las bacterias.</p> <p>Para ejemplificar hay un estudio realizado por Ghosh, Kaur y Ganguli publicado en el 2007, en el cual comprobaron la inactivación de <i>Escherichia coli</i> O157:H7 con extractos de canela adicionados a un jugo de mandarina y zanahoria, un producto</p>			X

				<p>de consumo popular en la India.</p> <p><i>G: Insignificante</i> Las propiedades antimicrobianas de la canela no permiten el desarrollo microbiano, por el contrario, pueden inactivar algunos patógenos como se mencionó anteriormente.</p> <p><i>CP: D4= NO Significativo</i></p>			
<b>Almacenamiento de materias primas cárnicas</b>	<b>Físico</b>		X	<p><i>P: Remota</i> El producto se mantiene en todo momento empacado durante el almacenamiento.</p> <p><i>G: Insignificante</i></p> <p><i>CP: D4= NO Significativo</i></p>			X

	<b>Químico</b>		X	<p><i>P: Remota</i> El producto se mantiene en todo momento empacado durante el almacenamiento.</p> <p><i>G: Insignificante</i></p> <p><i>CP: D4= NO Significativo</i></p>			X
	<b>Microbiológico</b>  Contaminación y/o crecimiento de microorganismos patógenos como <i>Salmonella</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Clostridium botulinum</i> , <i>Clostridium perfringens</i> , <i>Yersinia enterocolítica</i>	X		<p><i>P: Puede ocurrir</i> Debido a un fallo en los sistemas de refrigeración/congelación que provoque un aumento de las temperaturas del producto, sin embargo, la probabilidad es baja porque se cuenta con monitoreo constante de las temperaturas de los cuartos de refrigeración y congelación, por lo que ante cualquier problema se toman acciones correctivas de inmediato para no afectar la inocuidad de los productos.</p>	<p><i>Control preventivo de proceso</i></p> <p>Control de temperaturas de las unidades de almacenamiento.</p> <p>Asegurar la cocción completa de la carne antes de servirla a los clientes.</p>	X	X

	<i>Campylobacter jejuni</i> (FDA, 2012)			<p>Asimismo, se cuenta con una etapa posterior en la que se aplica el proceso de cocción para asegurar la eliminación de los microorganismos patógenos.</p> <p><i>G: Alta</i> Todos estos microorganismos son ampliamente reconocidos por causar afectaciones a la salud de las personas, desde trastornos gastrointestinales como la <i>Escherichia coli</i> hasta inclusive la muerte en el caso de <i>Listeria monocytogenes</i>. (FDA, 2012)</p> <p><i>G: C1: Significativa</i></p>			
<b>Almacenamiento de materias primas secas</b>	<b>Físico</b>		X	<p><i>P: Remota</i> El producto se mantiene en todo momento empacado durante el almacenamiento.</p>			X

				<p><i>G: Insignificante.</i></p> <p><i>CP: D4= NO Significativo</i></p>		
	<b>Químico</b>		X	<p><i>P: Remota</i> El producto se mantiene en todo momento empacado durante el almacenamiento.</p> <p><i>G: Insignificante.</i></p> <p><i>CP: D4= NO Significativo</i></p>		X
	<b>Microbiológico</b>		X	<p><i>P: Remota</i> El producto se mantiene en todo momento empacado durante el almacenamiento.</p> <p><i>G: Insignificante.</i></p> <p><i>CP: D4= NO Significativo</i></p>		X
<b>Descongelado de materias primas cárnicas</b>	<b>Físico</b> Presencia de fragmentos		X	<p><i>P: Remota</i> El producto se descongela dentro de la bolsa plástica en la que</p>		X

	plásticos o materias extrañas			<p>viene la carne, asimismo, el descongelamiento se realiza en bandejas cerradas con tapa.</p> <p><i>G: Media</i> Las partículas extrañas pueden ser causales de lesiones en el tracto digestivo, atragantamiento, daños en piezas dentales, entre otros (FDA, 2005).</p> <p><i>CP: C2=Significativo</i></p>			
	<p><b>Químico</b></p> <p>Contaminación por químicos de limpieza o mantenimiento.</p>		X	<p><i>P: Remota</i> El producto se descongela dentro de la bolsa plástica en la que viene la carne, asimismo, el descongelamiento se realiza en bandejas cerradas con tapa, asimismo, las labores de limpieza y mantenimiento no se llevan a cabo mientras haya producto en</p>			X

			<p>proceso de descongelado.</p> <p><i>G: Insignificante</i> No se considera un riesgo por la logística de operaciones.</p> <p><i>CP: D4=NO</i> <i>Significativo</i></p>			
	<p><b>Microbiológico</b></p> <p>Contaminación y/o crecimiento de microorganismos patógenos como <i>Salmonella</i>, <i>Escherichia coli</i>, <i>Staphylococcus aureus</i>, <i>Listeria monocytogenes</i>, <i>Clostridium botulinum</i>, <i>Clostridium perfringens</i>, <i>Yersinia enterocolitica</i></p>	X	<p><i>P: Puede ocurrir</i> Debido a un fallo en los sistemas de refrigeración/congelación que provoque un aumento de las temperaturas del producto, sin embargo, la probabilidad es baja porque se cuenta con monitoreo constante de las temperaturas de los cuartos de refrigeración y congelación, por lo que ante cualquier problema se toman acciones correctivas de inmediato para no afectar la inocuidad de los productos.</p>	<p><i>Control preventivo de proceso</i></p> <p>Control de temperaturas de las unidades de almacenamiento.</p> <p>Asegurar la cocción completa de la carne antes de servirla a los clientes.</p>	X	X

	<i>Campylobacter jejuni</i> (FDA, 2012)			<p>Asimismo, se cuenta con una etapa posterior en la que se aplica el proceso de cocción para asegurar la eliminación de los microorganismos patógenos.</p> <p><i>G: Alta</i> Todos estos microorganismos son ampliamente reconocidos por causar afectaciones a la salud de las personas, desde trastornos gastrointestinales como la <i>Escherichia coli</i> hasta inclusive la muerte en el caso de <i>Listeria monocytogenes</i>. (FDA, 2012)</p> <p><i>G: C1: Significativa</i></p>			
<b>Formulación de materias primas cárnicas</b>	<b>Físico</b>  Presencia de fragmentos plásticos o materias		X	<p><i>P: Remota</i> Es un riesgo inherente al uso de utensilios para el proceso, sin embargo, la probabilidad es baja</p>			X

	<p>extrañas debido a cuchillos astillados, mal estado de tablas de corte, entre otros. .</p>			<p>porque se cuenta con una supervisión constante de las condiciones de las instalaciones y utensilios de trabajo por parte de los operadores, supervisores del área y personal de calidad.</p> <p><i>G: Media</i> Las partículas extrañas pueden ser causales de lesiones en el tracto digestivo, atragantamiento, daños en piezas dentales, entre otros (FDA, 2005)</p> <p><i>CP: D2=NO</i> <i>Significativo</i></p>			
	<p><b>Químico</b></p> <p>Contaminación por químicos de limpieza o mantenimiento.</p>		X	<p><i>P: Remota</i> La probabilidad de que esto suceda es baja debido a que las labores de limpieza y mantenimiento no se llevan a cabo mientras haya producto en</p>			X

			<p>procesamiento dentro del área.</p> <p><i>G: Insignificante</i> No se considera un riesgo por la logística de operaciones.</p> <p><i>CP: D4=NO</i> <i>Significativo</i></p>			
	<p><b>Microbiológico</b></p> <p>Contaminación y/o crecimiento de microorganismos patógenos como <i>Salmonella</i>, <i>Escherichia coli</i>, <i>Staphylococcus aureus</i>, <i>Listeria monocytogenes</i>, <i>Clostridium botulinum</i>, <i>Clostridium perfringens</i>, <i>Yersinia enterocolitica</i></p>	X	<p><i>P: Puede ocurrir</i> Debido a un fallo en los sistemas de refrigeración/congelación que provoque un aumento de las temperaturas del producto, sin embargo, la probabilidad es baja porque se cuenta con monitoreo constante de las temperaturas de los cuartos de refrigeración y congelación, por lo que ante cualquier problema se toman acciones correctivas de inmediato para no afectar la inocuidad de los productos.</p>	<p><i>Control preventivo de proceso</i></p> <p>Control de temperaturas de las unidades de almacenamiento.</p> <p>Asegurar la cocción completa de la carne antes de servirla a los clientes.</p>	X	X

	<i>Campylobacter jejuni</i> (FDA, 2012)			<p>Asimismo, se cuenta con una etapa posterior en la que se aplica el proceso de cocción para asegurar la eliminación de los microorganismos patógenos.</p> <p><i>G: Alta</i> Todos estos microorganismos son ampliamente reconocidos por causar afectaciones a la salud de las personas, desde trastornos gastrointestinales como la <i>Escherichia coli</i> hasta inclusive la muerte en el caso de <i>Listeria monocytogenes</i>. (FDA, 2012)</p> <p><i>G: C1: Significativa</i></p>			
<b>Formulación de materias primas secas</b>	<b>Físico</b>  Presencia de fragmentos plásticos o materias		X	<p><i>P: Remota</i> Es un riesgo inherente al uso de utensilios para el proceso, sin embargo, la probabilidad es baja</p>			X

	<p>extrañas debido a cuchillos astillados, mal estado de tablas de corte, entre otros. .</p>			<p>porque se cuenta con una supervisión constante de las condiciones de las instalaciones y utensilios de trabajo por parte de los operadores, supervisores del área y personal de calidad.</p> <p><i>G: Media</i> Las partículas extrañas pueden ser causales de lesiones en el tracto digestivo, atragantamiento, daños en piezas dentales, entre otros (FDA, 2005)</p> <p><i>CP: D2=NO</i> <i>Significativo</i></p>			
	<p><b>Químico</b></p> <p>Contaminación por químicos de limpieza o mantenimiento.</p>		X	<p><i>P: Remota</i> La probabilidad de que esto suceda es baja debido a que las labores de limpieza y mantenimiento no se llevan a cabo mientras haya producto en</p>			X

			<p>procesamiento dentro del área.</p> <p><i>G: Insignificante</i> No se considera un riesgo por la logística de operaciones.</p> <p><i>CP: D4=NO</i> <i>Significativo</i></p>			
	<p><b>Microbiológico</b></p> <p>Contaminación microbiológica con <i>Staphylococcus aureus, E. coli</i></p>	X	<p><i>P: Puede ocurrir</i> Debido a malas prácticas higiénicas, sin embargo, durante este proceso se aplican las prácticas higiénicas para el control de lavado de manos y uso de guantes. Por lo tanto, la probabilidad es baja.</p> <p><i>G: Media</i> Estos microorganismos son ampliamente reconocidos por causar afectaciones a la salud de las personas, desde trastornos gastrointestinales como diarrea, vómito,</p>	<p><i>Control preventivo de proceso</i></p> <p>Asegurar la cocción completa de la carne antes de servirla a los clientes.</p>		X

				náuseas, calambres abdominales, entre otros. (FDA, 2012)  <i>G: C2: Significativa</i>		
<b>Perfilado de la carne</b>	<b>Físico</b>  Presencia de fragmentos plásticos o materias extrañas debido a cuchillos astillados, mal estado de tablas de corte, entre otros. .		X	<i>P: Remota</i> Es un riesgo inherente al uso de utensilios para el proceso. Sin embargo, la probabilidad es baja porque se cuenta con una supervisión constante de las condiciones de las instalaciones y utensilios de trabajo por parte de los operadores, supervisores del área y personal de calidad.  <i>G: Media</i> Las partículas extrañas pueden ser causales de lesiones en el tracto digestivo, atragantamiento, daños en piezas dentales, entre otros (FDA, 2005)		X

				<i>CP: D2=NO Significativo</i>			
	<b>Químico</b>  Contaminación por químicos de limpieza o mantenimiento.		X	<i>P: Remota</i> La probabilidad de que esto suceda es baja debido a que las labores de limpieza y mantenimiento no se llevan a cabo mientras haya producto en procesamiento dentro del área.  <i>G: Insignificante</i> No se considera un riesgo por la logística de operaciones.  <i>CP: D4=NO Significativo</i>			X
	<b>Microbiológico</b>  Contaminación microbiológica con <i>Staphylococcus aureus, E. coli</i>	X		<i>P: Puede ocurrir</i> Debido a malas prácticas higiénicas, sin embargo, durante este proceso se aplican las prácticas higiénicas para el control de lavado de manos y uso	<i>Control preventivo de proceso</i>  Asegurar la cocción completa de la carne antes de servirla a los clientes.		X

				<p>de guantes. Por lo tanto, la probabilidad es baja.</p> <p><i>G: Media</i> Estos microorganismos son ampliamente reconocidos por causar afectaciones a la salud de las personas, desde trastornos gastrointestinales como diarrea, vómito, náuseas, calambres abdominales, entre otros. (FDA, 2012).</p> <p><i>G: C2: Significativa</i></p>			
<b>Preparación del marinador</b>	<p><b>Físico</b></p> <p>Presencia de fragmentos plásticos o materias extrañas debido a cuchillas astillados, mal estado del recipiente del procesador/licua</p>		X	<p><i>P: Remota</i> Es un riesgo inherente al uso de utensilios para el proceso, sin embargo, la probabilidad es baja porque se cuenta con una supervisión constante de las condiciones de las instalaciones y utensilios de trabajo por parte de los operadores,</p>			X

	dora, entre otros. .			<p>supervisores del área y personal de calidad.</p> <p><i>G: Media</i> Las partículas extrañas pueden ser causales de lesiones en el tracto digestivo, atragantamiento, daños en piezas dentales, entre otros (FDA, 2005).</p> <p><i>CP: D2=NO</i> <i>Significativo</i></p>			
	<p><b>Químico</b></p> <p>Contaminación por químicos de limpieza o mantenimiento.</p>		X	<p><i>P: Remota</i> La probabilidad de que esto suceda es baja debido a que las labores de limpieza y mantenimiento no se llevan a cabo mientras haya producto en procesamiento dentro del área.</p> <p><i>G: Insignificante</i> No se considera un riesgo por la logística de operaciones.</p>			X

				<i>CP: D4=NO</i> <i>Significativo</i>			
	<b>Microbiológico</b>  Posible contaminación con microorganismos patógenos presentes en los utensilios.		X	<i>P: Remota</i> Debido a procesos deficientes de limpieza y desinfección, por lo cual los equipos y utensilios acumulan suciedad y por ende microorganismos. Sin embargo, la probabilidad es baja debido a que los equipos son lavados y desinfectados después y antes de su uso, inclusive los enseres menores como cuchillos, cuchillas, pinzas, entre otros., se mantienen sumergidos en agua clorada cuando no están en uso.  <i>G: Insignificante</i> No se considera un riesgo debido a la logística de limpieza que se aplica.			X

				<i>CP: D4=NO</i> <i>Significativo</i>		
<b>Marinado</b>	<b>Físico</b>  Contaminación con materia extraña (plástico, metal, entre otros.)		X	<i>P: Remota</i> Debido a malas prácticas de higiene y mantenimiento en las áreas de proceso. Sin embargo, la probabilidad es baja porque las áreas se mantienen en constante verificación.  <i>G: Media</i> Las partículas extrañas pueden ser causales de lesiones en el tracto digestivo, atragantamiento, daños en piezas dentales, entre otros (FDA, 2005).  <i>CP: D2=NO</i> <i>Significativo</i>		X
	<b>Químico</b>  Contaminación por químicos de		X	<i>P: Remota</i> La probabilidad de que esto suceda es baja debido a que las labores de limpieza y		X

	limpieza o mantenimiento.			<p>mantenimiento no se llevan a cabo mientras haya producto en procesamiento dentro del área.</p> <p><i>G: Insignificante</i> No se considera un riesgo por la logística de operaciones.</p> <p><i>CP: D4=NO</i> <i>Significativo</i></p>			
	<p><b>Microbiológico</b></p> <p>Contaminación y/o crecimiento de microorganismos patógenos como <i>Salmonella</i>, <i>Escherichia coli</i>, <i>Staphylococcus aureus</i>, <i>Listeria monocytogenes</i>, <i>Clostridium botulinum</i>, <i>Clostridium perfringens</i></p>	X		<p><i>P: Puede ocurrir</i> Esta operación se realiza en una sala de producción cuyo rango de temperatura son 18°C, un tiempo de exposición prolongado a esta temperatura podría favorecer el crecimiento bacteriano, el proceso está hecho para que el producto no permanezca en esta sala por más de 20 minutos por lo que la probabilidad no es tan alta.</p>	<p><i>Control preventivo de proceso</i></p> <p>Asegurar la cocción completa de la carne antes de servirla a los clientes.</p>		X

	<i>Yersinia enterocolitica</i> <i>Campylobacter jejuni</i> (FDA, 2012)			<i>G: Alta</i> Todos estos microorganismos son ampliamente reconocidos por causar afectaciones a la salud de las personas, desde trastornos gastrointestinales como la <i>Escherichia coli</i> hasta inclusive la muerte en el caso de <i>Listeria monocytogenes</i> . (FDA, 2012)  <i>G: C1: Significativa</i>			
<b>Reposo</b>	<b>Físico</b>  Contaminación con materia extraña (plástico, metal, entre otros.)		X	<i>P: Remota</i> El producto se mantiene en todo momento empacado durante el almacenamiento.  <i>G: Insignificante</i>  <i>CP: D4= NO Significativo</i>			X
	<b>Químico</b>		X	<i>P: Remota</i> El producto se mantiene en todo momento			X

				<p>empacado durante el almacenamiento.</p> <p><i>G: Insignificante</i></p> <p><i>CP: D4= NO Significativo</i></p>			
	<p><b>Microbiológico</b></p> <p>Contaminación y/o crecimiento de microorganismos patógenos como <i>Salmonella</i>, <i>Escherichia coli</i>, <i>Staphylococcus aureus</i>, <i>Listeria monocytogenes</i>, <i>Clostridium botulinum</i>, <i>Clostridium perfringens</i>, <i>Yersinia enterocolitica</i>, <i>Campylobacter jejuni</i> (FDA, 2012)</p>	X		<p><i>P: Puede ocurrir</i></p> <p>Debido a un fallo en los sistemas de refrigeración/congelación que provoque un aumento de las temperaturas del producto, sin embargo, la probabilidad es baja porque se cuenta con monitoreo constante de las temperaturas de los cuartos de refrigeración y congelación, por lo que ante cualquier problema se toman acciones correctivas de inmediato para no afectar la inocuidad de los productos. Asimismo, se cuenta con una etapa posterior en la que se aplica el</p>	<p><i>Control preventivo de proceso</i></p> <p>Control de temperaturas de las unidades de almacenamiento.</p> <p>Asegurar la cocción completa de la carne antes de servirla a los clientes.</p>	X	X

				<p>proceso de cocción para asegurar la eliminación de los microorganismos patógenos.</p> <p><i>G: Alta</i>          Todos estos microorganismos son ampliamente reconocidos por causar afectaciones a la salud de las personas, desde trastornos gastrointestinales como la <i>Escherichia coli</i> hasta inclusive la muerte en el caso de <i>Listeria monocytogenes</i>. (FDA, 2012)</p> <p><i>G: C1: Significativa</i></p>			
<b>Armado</b>	<b>Físico</b>  Contaminación con materia extraña (plástico, metal, entre otros.)		X	<p><i>P: Remota</i>          Debido a malas prácticas de higiene y mantenimiento en las áreas de proceso. Sin embargo, la probabilidad es baja porque las áreas se</p>			X

				<p>mantiene en constante verificación.</p> <p><i>G: Media</i> Las partículas extrañas pueden ser causales de lesiones en el tracto digestivo, atagantamiento, daños en piezas dentales, entre otros (FDA, 2005)</p> <p><i>CP: D2=NO</i> <i>Significativo</i></p>			
	<p><b>Químico</b></p> <p>Contaminación por químicos de limpieza o mantenimiento.</p>		X	<p><i>P: Remota</i> La probabilidad de que esto suceda es baja debido a que las labores de limpieza y mantenimiento no se llevan a cabo mientras haya producto en procesamiento dentro del área.</p> <p><i>G: Insignificante</i> No se considera un riesgo por la logística de operaciones.</p>			X

				<i>CP: D4=NO</i> <i>Significativo</i>		
	<b>Microbiológico</b>	X		<p><i>P: Puede ocurrir</i> Esta operación se realiza en una sala de producción cuyo rango de temperatura son 18°C, un tiempo de exposición prolongado a esta temperatura podría favorecer el crecimiento bacteriano, el proceso está hecho para que el producto no permanezca en esta sala por más de 20 minutos por lo que la probabilidad no es tan alta.</p> <p><i>G: Alta</i> Todos estos microorganismos son ampliamente reconocidos por causar afectaciones a la salud de las personas, desde trastornos gastrointestinales como la <i>Escherichia coli</i> hasta</p>	<p><i>Control preventivo de proceso</i></p> <p>Asegurar la cocción completa de la carne antes de servirla a los clientes.</p>	X
	Contaminación y/o crecimiento de microorganismos patógenos como <i>Salmonella</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Clostridium botulinum</i> , <i>Clostridium perfringens</i> , <i>Yersinia enterocolítica</i> , <i>Campylobacter jejuni</i> (FDA, 2012)					

				<p>inclusive la muerte en el caso de <i>Listeria monocytogenes</i>. (FDA, 2012)</p> <p><i>G: C1: Significativa</i></p>			
<b>Traslado</b>	<b>Físico</b>		X	<p><i>P: Remota</i> El producto se mantiene en todo momento empacado/paletizado con plástico para alimentos durante el traslado, y dentro de una hielera cerrada.</p> <p><i>G: Insignificante</i></p> <p><i>CP: D4= NO Significativo</i></p>			X
	<b>Químico</b>		X	<p><i>P: Remota</i> El producto se traslada paletizado en plástico de alimentos y en hieleras cerradas.</p> <p><i>G: Insignificante</i></p> <p><i>CP: D4= NO Significativo</i></p>			X

	<b>Microbiológico</b>  Ninguno		X	<p><i>P: Remota</i> El traslado desde el área productiva al área de servicio se hace en no más de 10 minutos, la probabilidad baja aún más porque el producto es trasladado en hieleras, y con hielo encima para evitar pérdidas de temperatura.</p> <p><i>G: Insignificante</i></p> <p><i>CP: D4= NO Significativo</i></p>			X
<b>Cocción</b>	<b>Físico</b>  Ninguno		X	<p><i>P: Remota</i> Al ser la parrilla vertical la probabilidad de que algún contaminante caiga y se quede en el producto es muy baja, asimismo, ésta se encuentra debajo de una campana de extracción que protege las parrillas del entorno.</p>			X

				<p><i>G: Media</i> Las partículas extrañas pueden ser causales de lesiones en el tracto digestivo, atragantamiento, daños en piezas dentales, entre otros (FDA, 2005)</p> <p><i>CP: D2=NO</i> <i>Significativo</i></p>		
<b>Químico</b>		X		<p><i>P: Remota</i> En el área de cocción no se utilizan productos químicos, los utensilios y equipos se llevan a lavar a un área específica para esto, por lo tanto, la probabilidad es baja.</p> <p><i>G: Insignificante</i> No se considera un riesgo debido a la logística del proceso.</p> <p><i>CP: D4=NO</i> <i>Significativo</i></p>		X
Ninguno						

	<p><b>Microbiológico</b></p> <p>Contaminación y/o crecimiento de microorganismos patógenos como <i>Salmonella</i>, <i>Escherichia coli</i>, <i>Staphylococcus aureus</i>, <i>Listeria monocytogenes</i>, <i>Clostridium botulinum</i>, <i>Clostridium perfringens</i>, <i>Yersinia enterocolitica</i>, <i>Campylobacter jejuni</i> (FDA, 2012) (FDA, 2012)</p>	X	<p><i>P: Puede ocurrir</i></p> <p>El proceso de cocción del shawarma es lento, el cono completo tarda en cocinarse/consumirse por completo entre 10 y 12 horas, la cocción se da desde afuera hacia adentro, por lo que aproximadamente 5 horas la temperatura interna del producto se mantiene dentro del rango considerado zona de peligro, si la carne tiene una carga microbiana alta durante esta etapa puede ocurrir crecimiento microbiano.</p> <p><i>G: Alta</i></p> <p>Todos estos microorganismos son ampliamente reconocidos por causar afectaciones a la salud de las personas, desde trastornos gastrointestinales como la <i>Escherichia coli</i> hasta</p>	<p><i>Control de proceso</i></p> <p>Asegurar la cocción completa de la carne antes de servirla a los clientes.</p>		X
--	--	---	---	--	--	---

				<p>inclusive la muerte en el caso de <i>Listeria monocytogenes</i>. (FDA, 2012)</p> <p><i>G: C1: Significativa</i></p>		
	<p><b>Microbiológico</b></p> <p>Contaminación y/o crecimiento de microorganismos patógenos como <i>Salmonella</i>, <i>Escherichia coli</i>, <i>Staphylococcus aureus</i>, <i>Listeria monocytogenes</i>, <i>Clostridium botulinum</i>, <i>Clostridium perfringens</i>, <i>Yersinia enterocolitica</i>, <i>Campylobacter jejuni</i> (FDA, 2012)</p>	X		<p><i>P: Probable</i></p> <p>Debido a trozos de carne/pollo que se sirven sin estar completamente cocidas, el corte de las partes externas del cono debe ser muy preciso para cortar sólo aquellas partes que están completamente cocidas.</p> <p><i>G: Alta</i></p> <p>Todos estos microorganismos son ampliamente reconocidos por causar afectaciones a la salud de las personas, desde trastornos gastrointestinales como la <i>Escherichia coli</i> hasta inclusive la muerte en el caso de <i>Listeria</i></p>	<p><i>Control de proceso</i></p> <p>Todo el producto que se corte debe recibir un segundo proceso de cocción en una plancha de 2 a 5 minutos hasta alcanzar la cocción completa.</p>	X

				<p><i>monocytogenes.</i> (FDA, 2012)</p> <p><i>G: C1: Significativa</i></p>		
<b>Servicio</b>	<p><b>Físico</b></p> <p>Presencia de fragmentos plásticos o materias extrañas debido a cuchillos astillados, mal estado de tablas de corte, entre otros. .</p>		X	<p><i>P: Remota</i></p> <p>Es un riesgo inherente al uso de utensilios para el proceso. Sin embargo, la probabilidad es baja porque se cuenta con una supervisión constante de las condiciones de las instalaciones y utensilios de trabajo por parte de los operadores, supervisores del área y personal de calidad.</p> <p><i>G: Media</i></p> <p>Las partículas extrañas pueden ser causales de lesiones en el tracto digestivo, atragantamiento, daños en piezas dentales, entre otros (FDA, 2005)</p>		X

				<i>CP: D2=NO</i> <i>Significativo</i>			
<b>Químico</b>  Ninguno		X	<i>P: Remota</i> En el área de cocción no se utilizan productos químicos, los utensilios y equipos se llevan a lavar a un área específica para esto, por lo tanto, la probabilidad es baja.  <i>G: Insignificante</i> No se considera un riesgo debido a la logística del proceso  <i>CP: D4=NO</i> <i>Significativo</i>				X
<b>Microbiológico</b>  Contaminación cruzada de la carne/pollo cocidos con microorganismos patógenos provenientes de carne cruda,		X	<i>P: Remota</i> Debido a la utilización inadecuada de los utensilios para manipular productos crudos y cocidos como pinzas, tablas utilizados para la manipulación de otras carnes crudas en el área de servicio,				X

	<p>como <i>Salmonella</i>, <i>E.coli</i>, <i>Listeria monocytogenes</i>.</p>		<p>aunque la probabilidad es baja porque todos los utensilios están identificados por colores y se tienen áreas específicas de almacenamiento para cada uno de los utensilios, asimismo, se mantiene supervisión constante por parte de los supervisores y personal de control de calidad</p> <p><i>G: Alta</i></p> <p>Todos estos microorganismos son ampliamente reconocidos por causar afectaciones a la salud de las personas, desde trastornos gastrointestinales como la <i>Escherichia coli</i> hasta inclusive la muerte en el caso de <i>Listeria monocytogenes</i>. (FDA, 2012)</p> <p><i>G: D1: NO Significativa</i></p>			
--	--	--	---	--	--	--

Fuente: Elaboración propia