



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



**iata**

Instituto de Agroquímica  
y Tecnología de Alimentos

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

## EVALUACIÓN DE RIESGOS SEMICUANTITATIVA DE *E. coli* O157:H7 EN ALIMENTOS PARA ALIMENTACIÓN COLECTIVA EN PERÚ

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER UNIVERSITARIO EN GESTIÓN  
DE LA SEGURIDAD Y CALIDAD ALIMENTARIA

ALUMNA:  
RAQUEL NAIVARES OCAMPO

TUTOR ACÁDEMICO:  
ANTONIO MARTÍNEZ LÓPEZ  
COTUTOR:  
DOLORES RODRIGO ALIAGA

Curso Académico:  
2017-2018

VALENCIA, 13 SETIEMBRE DEL 2018

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

# EVALUACIÓN DE RIESGOS SEMICUANTITATIVA DE *E. coli* O157 EN ALIMENTOS PARA ALIMENTACIÓN COLECTIVA EN PERÚ

Raquel Naivares Ocampo, Antonio Martínez López<sup>1</sup>, Dolores Rodrigo Aliaga<sup>1</sup>.

## RESUMEN

En el presente trabajo se ha llevado a cabo una evaluación de riesgos semicuantitativa de *Escherichia coli* O157: H7 en hamburguesa y lechuga lista para su consumo con objeto de evaluar las herramientas Risk Ranger y sQMRA para su aplicación en comedores colectivos en Perú. Los resultados obtenidos indican que la lechuga lista para su consumo presenta un mayor riesgo para el consumidor que la hamburguesa. El riesgo relativo en el Risk Ranger es 62% en la hamburguesa y 69% en la lechuga lista para consumo. En el caso de sQMRA el resultado indica que el porcentaje del total de la población que enfermaría se estima en un 0,9% por consumo de hamburguesa y un 19% en el caso de la lechuga lista para su consumo. Esta herramienta también nos dice que, en el caso de la hamburguesa, el factor que más contribuye en la exposición y el número de casos es la contaminación cruzada, mientras que en la lechuga es el hecho que se consume cruda.

En relación al resultado comparativo entre ambas herramientas, se puede decir que no hay diferencias importantes en cuanto a la apreciación del riesgo (riesgo relativo) ni en cuanto al número estimado de enfermos resultante del consumo de ambos alimentos, considerando los parámetros de entrada para ambos modelos, que provienen del estudio y análisis de las bases de datos disponibles.

En consecuencia, este estudio nos permite concluir que ambas herramientas son simples y que podrían ser muy útiles para priorizar los riesgos en los comedores colectivos en el Perú. Sin embargo, consideramos que la herramienta sQMRA proporciona más información.

**PALABRAS CLAVE:** sQMRA, Risk Ranger, hamburguesa, lechuga, *E. coli* O157:H7

## RESUMN

En el present treball s'ha dut a terme una avaluació de riscos semicuantitativa d'*Escherichia coli* O157: H7 en hamburguesa i encisam llest per al seu consum a fi d'avaluar les eines Risk Ranger i sQMRA per a la seua aplicació en menjadors col·lectius a Perú. Els resultats obtinguts indiquen que l'encisam llest per al seu consum presenta un major risc per al consumidor que l'hamburguesa. El risc relatiu en el Risk Ranger és 62% en l'hamburguesa i 69% en l'encisam llest per a consum. En el cas sQMRA el

---

<sup>1</sup> Instituto de Agroquímica y Tecnología de los Alimentos (IATA – CSIC), Avda. Agustín Escardino, 7, 46980 Paterna (Valencia), España.

resultat indica que el percentatge del total de la població que emmalaltiria s'estima en un 0,9% per consum d'hamburguesa i un 19% en el cas de l'encisam llest per al seu consum. Aquesta eina també ens diu que, en el cas de l'hamburguesa, el factor que més contribueix en l'exposició i el nombre de casos és la contaminació creuada, mentre que en l'encisam és el fet que es consume cruu.

En relació al resultat comparatiu entre ambdues eines, es pot dir que no hi ha diferències importants quant a l'apreciació del risc (risc relatiu) ni quant al nombre estimat de malalts resultant del consum de tots dos aliments, considerant els paràmetres d'entrada per a tots dos models, que provenen de l'estudi i anàlisi de les bases de dades disponibles.

En conseqüència, el present estudi permet concloure que ambdues eines són senzilles i que podrien ser de gran utilitat per a prioritzar riscos en menjadors col·lectius a Perú. No obstant això, considerem que l'eina sQMRA proporciona més informació.

**PARAULES CLAU:** sQMRA, Risk Ranger, hamburguesa, encisam, *E. coli* O157:H7

## **ABSTRACT**

In the present work, a semiquantitative risk assessment of *Escherichia coli* O157: H7 in hamburger and lettuce ready for consumption was carried out to evaluate the Risk Ranger and sQMRA tools for its application in collective dining rooms in Peru. The results obtained indicate that lettuce ready for consumption presents a greater risk to the consumer than hamburger. The relative risk in the Risk Ranger is 62% in the hamburger and 69% in the lettuce ready for consumption. In the case sQMRA the result indicates that the percentage of the total population that would be sick is estimated at 0.9% for hamburger consumption and 19% in the case of lettuce ready for consumption. This tool also tells us that, in the case of the hamburger, the factor that most contributes to the exposure and the number of cases is cross contamination, while in lettuce it is the fact that it is consumed raw.

In relation to the comparative result between both tools, it can be said that there are no important differences in terms of risk assessment (relative risk) or in the estimated number of patients resulting from the consumption of both foods, considering the input parameters for both models, which come from the study and analysis of the available databases.

Consequently, this study allows us to conclude that both tools are simple and that they could be very useful to prioritize risks in collective dining rooms in Peru. However, we consider that the sQMRA tool provides more information.

**KEY WORDS:** Risk assessment, sQMRA, Risk Ranger, hamburger, lettuce, *E. coli* O157: H7

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Justificación

El número creciente y la gravedad de los brotes toxiinfecciones alimentarias a nivel mundial han determinado la preocupación pública por la seguridad alimentaria (Forsythe, 2000). Uno de los microorganismos que más alarma produce es la *Escherichia coli*, O157:H7 y por consiguiente se considera como uno de los mayores problemas de salud pública a nivel mundial (Burgos et al., 2003).

En el Perú, así como en otros países en desarrollo, junto a la economía formal del estado, existe una economía informal, dentro de las cuales las actividades como la producción, comercialización y expendio de alimentos se realizan en forma no convenientemente controlada, lo que puede repercutir en un mayor riesgo sanitario para el consumidor. Así mismo, existe una gran probabilidad de que las hortalizas obtenidas directamente de las producciones agrícolas de la periferia de muchas ciudades en Perú estén contaminadas con *E. coli* O157:H7. Hay estudios que han indicado la presencia de *E. coli* O157:H7 con una prevalencia del 11,67% en lechugas procedentes de algunas de estas explotaciones agrícolas (Ayala, 2017). En general, las fuentes más comunes de contaminación microbiológica de lechugas son el agua de riego contaminada y el uso de abono a base de estiércol no procesado (Torres et al., 2016).

La carne de ganado de vacuno picada o molida que se utiliza en la preparación de hamburguesas tanto a nivel industrial como doméstico (incluidos los comedores institucionales), es también una fuente de *E. coli* O157:H7 con una prevalencia en Perú de 1,54% (Méndez et al., 2013). Esto hace que haya un riesgo en el caso de que la hamburguesa este insuficientemente cocinada, y ha sido un vehículo muy frecuente en los brotes de enfermedad de origen alimentario (Riley et al. 1983 y Altekruze et al., 1997).

Dada la importancia del problema en Perú, se plantea el siguiente trabajo cuyo objetivo es llevar a cabo una evaluación de riesgos semicuantitativo en las dos parejas patógeno alimento, *E. coli* O157:H7/lechuga y *E. coli* O157:H7/hamburguesa. Las herramientas a aplicar son el Risk Ranger desarrollada por Ross y Summer (2002) (Australia) y sQMRA desarrollada por Evers y Chardon (2010) (Holanda).

### 1.2. *E. coli* O157:H7

La *E. coli* enterohemorrágica (EHEC) de tipo O157:H7 es de gran importancia en la salud pública debido a su alta patogenicidad. Esta variedad está asociada específicamente a carnes y productos cárnicos (hamburguesas y embutidos), a productos lácteos sin pasteurizar, a vegetales y aguas contaminadas; por lo que es importante su detección y control (WHO, 2005).

*E. coli* es una especie gram negativa, anaerobia facultativa, con forma bacilar. La infección es una enfermedad moderada o grave e incluso puede

acarrear la muerte, el tiempo en aparecer la enfermedad varía desde 3 a 9 días. Los síntomas abarcan colitis hemorrágica, el síndrome hemolítico urémico (HUS) y el síndrome trombótico trombocitopénico (ICMSF, 2004).

Posee capacidad para sobrevivir en condiciones ácidas, crecer a muy bajas temperaturas (TABLA 1) y permanecer viable durante varios meses en productos congelados, concretamente más de 9 meses en carne picada congelada a -20°C (Pascual, 2005). Así mismo la presencia de grasas incrementa ligeramente la tolerancia térmica. Sin embargo, un calentamiento de 68,3°C en la parte más interna de los alimentos de origen animal, mantenida durante al menos 15-20 segundos, resulta suficiente para garantizar la inactivación bacteriana.

También son eficaces contra *E. coli* O157:H7 el hidróxido sódico, el ácido nítrico, el hipoclorito sódico, los compuestos yodóforos y el ácido paracético, siendo poco eficiente el formaldehído (Sánchez, 2009 y Pascual, 2005).

**TABLA 1.** Factores que afectan al crecimiento y a la supervivencia de *Escherichia coli* O157:H7 (Sánchez, 2009).

Parámetro	Rango de crecimiento		
	Mínimo	Óptimo	Máximo
Temperatura (°C)	5-7	37	45
pH	2,5	7,0	9,0
Actividad de agua (aw)	0,95	-	-
% ClNa	-	-	6,5%
Velocidad de crecimiento (T <sub>d</sub> )	25 horas/generación, 8°C, Valor D <sub>60</sub> =45 seg.		

En la TABLA 2 se presenta un ejemplo del efecto de la temperatura de cocinado en la supervivencia de *E. coli* O157:H7. Como puede apreciarse se necesita un buen control de la temperatura, dado que la relación entre muerte bacteriana y temperatura es logarítmica.

**TABLA 2.** Efecto de la temperatura de calentamiento en la supervivencia de *E. coli* O157:H7 (Forsythe, 2000).

Temperatura (°C)	Tiempo para reducir el recuento de viables en 6 ciclos logarítmicos (min)
58,2	28,2
62,8	2,80
67,5	0,28

Por ejemplo 10<sup>7</sup> UFC /g., D<sub>62.8</sub>=0,4, z=4,65.

La enfermedad se transmite por vía fecal-oral y el vehículo más frecuente de infección humana es la carne de bovino, principalmente las hamburguesas poco cocidas. También se ha documentado la infección vehiculada por ensaladas, vegetales crudos y agua (Pauta, 2016).

La transmisión de persona a persona también ha sido demostrada (Frías, 1996). En estudios realizados por Pascual (2005), se ha encontrado el microorganismo en carne picada de bovino en una tasa superior al 3-5%. EFSA (2012) informó que la infección por *E. coli* O157:H7 en la UE afectó a 0,6 personas por cada 100 en el 2007. En regiones de Escocia, Canadá y Estados Unidos se ha notificado tasas de incidencia anuales de 8 por 100.000 habitantes. Además, Argentina tiene una incidencia 5-10 veces mayor que la existente en América del Norte. La infección con *E. coli* O157:H7 es más común en los meses de verano debido al incremento de la temperatura ambiente.

### **1.3. Herramientas de Evaluación de riesgos**

Las herramientas de evaluación de riesgos tienen como objetivo fundamental proporcionar apoyo a la toma de decisiones por parte de las autoridades sanitarias o los responsables de las empresas productoras de alimentos. En la bibliografía científica se pueden encontrar una serie de "herramientas" que permiten llevar a cabo este tipo de trabajo dando como resultado un valor relativo sobre el riesgo que puede suponer una combinación patógeno/alimento para una población en cuestión (por ejemplo; población general o de riesgo). Estos incluyen diversos sistemas de puntuación semicuantitativos, árboles de decisión, etc. (Ross et al., 2002).

Actualmente están tomando gran relevancia las evaluaciones de riesgo semi-cuantitativas. La evaluación de riesgos semi-cuantitativa proporciona un nivel intermedio entre la evaluación textual de la evaluación cualitativa del riesgo y la evaluación numérica de la evaluación cuantitativa del riesgo, evaluando los riesgos con un puntaje.

Las evaluaciones de riesgo semi-cuantitativas ofrecen un enfoque más consistente y riguroso para evaluar y comparar riesgos y estrategias de gestión de riesgos que la evaluación de riesgos cualitativa, y evita algunas de las ambigüedades que puede producir dicho tipo de evaluación de riesgos. Por otro lado, no requiere las mismas habilidades matemáticas que la evaluación de riesgos cuantitativa, ni requiere la misma cantidad de datos, lo que significa que puede aplicarse a riesgos y estrategias donde faltan datos precisos.

La evaluación de riesgos semi-cuantitativa es más útil para proporcionar una forma estructurada de clasificar los riesgos según su probabilidad, impacto o ambos (gravedad), y para clasificar las acciones de reducción de riesgos por su efectividad. La clasificación de riesgos es un proceso científico coherente, integral, transparente y basado en evidencias para priorizar y evaluar los riesgos asociados con los peligros biológicos en los alimentos (EFSA, 2015).

En el presente trabajo, se evalúan dos herramientas para llevar a cabo evaluaciones de riesgo semicuantitativas, el Risk ranger (Australia) (Ross et al., 2002) y sQMRA (Holanda) (Evers et al., 2010). Son herramientas en formato de hoja de cálculo Excel para la evaluación de riesgos referente a la inocuidad de los alimentos. La filosofía de ambas herramientas es ligeramente diferente, aunque el resultado es muy parecido. Mientras que la

primera se basa en la combinación de la probabilidad de exposición a una intoxicación alimentaria, el peligro y la magnitud del peligro en un alimento, cuando dicho peligro está presente y la de la gravedad de los resultados que puedan surgir de ese nivel y frecuencia de exposición; la segunda abarca la cadena alimentaria desde la venta al por menor hasta la preparación, el consumo y continúa con la infección y la enfermedad.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Búsqueda de información

De acuerdo con las herramientas de Evaluación de riesgos a utilizar en el presente estudio, el Risk Ranger (Ross et al., 2002) y sQMRA (Evers et al., 2010), se llevó a cabo la búsqueda de información necesaria, teniendo en cuenta las necesidades de datos de cada herramienta y que el método a emplear es semicuantitativo. Para ello se ha procedido a la revisión de páginas oficiales y/o científicas procedentes de Perú. En ausencia de datos para dicho país se ha recurrido también a la información proveniente de Chile y Argentina (países de la región) o de Estados Unidos, con el objetivo de conseguir los datos que requieren ambas herramientas.

En resumen, y considerando la información más relevante para cada herramienta, podemos decir que la **severidad** se calculó a partir del número de informes de las investigaciones de brotes por *E. coli* O157:H7 desde el 2013 al 2018 por el CDC (Centers for Disease Control and Prevention).

Para el cálculo de la **susceptibilidad**, de acuerdo a Signori y Frizzo (2009), se consideró toda la población.

La **frecuencia de consumo** se define como la cantidad de alimento que un habitante consume en un periodo de tiempo determinado (Hidalgo, N. F., 2015). Las **porciones consumidas** por periodo de tiempo se calcularon a partir de los datos de consumo de hamburguesa Signorini y Frizzo (2009) y datos de volumen de producción de lechuga del Ministerio de Agricultura y Riego MINAGRI-Perú (2015).

El **tamaño de la porción** se calculó considerando datos existentes en la bibliografía (Signorini y Frizzo, 2009 y ENCA-Chile, 2014)

Para la **proporción de la población** que consume hamburguesa y lechuga se ha considerado una **población** comprendida entre 15 a 64 años aproximadamente que representa un 65,27% de la población en Perú (INEI, 2018). Se considera esta población porque respondería a una población con un perfil de riesgo general y no población de riesgo. Es la población donde el consumo de hamburguesas y ensaladas es mayor.

La **prevalencia** nos indica el porcentaje de muestras que están contaminadas con *E. coli* O157:H7. Los valores de prevalencia se han obtenido de artículos científicos publicados sobre estudios realizados en lechugas listas para consumo (Pauta, 2016) y hamburguesa fresca (Cagney et al., 2004).

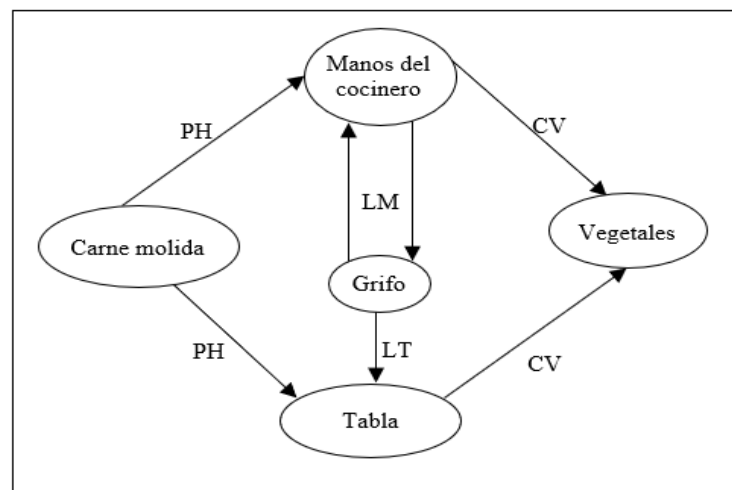
El **efecto del procesado** al cocinar una hamburguesa está parcialmente determinado por la preferencia del consumidor (Cassin et al., 1998). Las lechugas que se utilizan en un servicio de alimentación colectiva, según

indica la norma para el funcionamiento de restaurantes y servicios afines en el Perú, RM N° 363-2005/MINSA, deben haber sido sometidas a una etapa de preparación previa, posterior al lavado y la desinfección. En general, para estos procedimientos se ha utilizado hipoclorito de sodio. El hipoclorito de sodio ha sido extensamente estudiado por su eficacia para inactivar los patógenos bacterianos, *E.coli* O157:H7 en lechuga (Posada, 2013 y Keskinen et al., 2009). Teniendo en cuenta esta normativa, en el trabajo se ha considerado que se utilizan lechugas LPC (listas para su consumo).

Para la **recontaminación** del producto, se ha considerado que el modelo Risk Ranger incluye la posibilidad de que la recontaminación pueda ocurrir posteriormente a las etapas de higienización o preparación y reintroducir el riesgo. Se consideraron factores relacionados con la contaminación cruzada como la limpieza deficiente del equipo y fuentes inseguras de manipulación como se indica en la FIGURA 1 (Forsythe, 2000 y Signorini et al., 2009).

**La efectividad del sistema de control** en el post-procesado se ha considerado no controlado para la hamburguesa y no relevante en la lechuga. El Perú cuenta con la norma RM N° 363-2005/MINSA para el funcionamiento de restaurantes y servicios afines, sin embargo, no existe un buen sistema de control que permita su cumplimiento. Además, esta norma no está diseñada para comedores colectivos donde se manejan grandes cantidades de comensales como son los campamentos mineros.

El **valor ID50**, que es la dosis por porción que causa un problema de salud en la mitad de la población expuesta, para la *E. coli* O157:H7 varía según diversos autores Cassin et al. (1998) indicaron que esta sería del orden de 2000 UFC (unidades formadoras de colonias), mientras que Lee (2004) estima concentraciones menores de 100 UFC.



**FIGURA 1.** Modelo de contaminación cruzada, durante la elaboración de hamburguesas caseras (Signorini y Frizzo, 2009). Preparación de la hamburguesa (PH), corte de los vegetales (CV), lavado de manos (LM) y lavado de la tabla (LT).



La **concentración promedio** de UFC/gramo en las porciones contaminadas se calculó a partir de artículos científicos (Bosilevac et al., 2010 y AESAN, 2012).

El **porcentaje de porciones** que contamina el ambiente de trabajo se calculó a partir de la cantidad de porciones consumidas y el porcentaje de porciones contaminadas en la zona de venta.

Para la **contaminación del producto** al entorno se ha considerado un valor de 75,8%, valor promedio de la transferencia de contaminación a la mano (76,52%) y a la tabla (75,16%) (Giménez, 2013).

La **contaminación del entorno al producto ingerido** se determinó a partir de la mediana de valores de transferencias de 2,3% a 100% del entorno en contacto con el alimento (Kusumaningrum et al., 2002; Scott y Bloomfield, 1990; Moore et al., 2003).

Para el **efecto del cocinado** en las porciones de hamburguesa que se prepara, medio hecho o crudo, se asumió que el 90% de las porciones se prepara medio bien hechas (poco jugosas) y el 10% bien hechas (secas), con relación a la preferencia se tomó como referencia valores de temperatura interna de Cassin et al (1998) (TABLA 3). Respecto a la lechuga LPC se consideraría que el 100% del producto se consume crudo.

**TABLA 3.** Temperatura interna lograda al cocinar hamburguesas según varias preferencias de "cocción" (Cassin et al., 1998).

<b>Preferencia</b>	<b>Porcentaje de población</b>	<b>Temperatura interna</b>
Crudo	3,0 %	54,4°C
Medianamente crudo	16.1%	58,6 °C
Medio	17.9%	62,7°C
Medio bien	23,4%	65,6°C
Bien	39,6%	68,3°C

## **2.2 Herramienta Risk Ranger**

Es una herramienta sencilla para la evaluación de riesgos de inocuidad de los alimentos desarrollada por Australian Food Safety Center (Ross et al., 2002). La herramienta está en formato de hoja de cálculo e incorpora los principios establecidos de evaluación de riesgos en seguridad alimentaria, es decir, la combinación de probabilidad de exposición a un peligro transmitido por los alimentos, la magnitud del peligro en un alimento cuando está presente y la probabilidad y gravedad de los resultados que podría surgir de ese nivel y frecuencia de exposición. La herramienta requiere que el usuario seleccione entre declaraciones cualitativas y/o brinde datos cuantitativos sobre los factores que afectarán el riesgo de inocuidad de alimentos para una población específica, derivados de un producto alimenticio específico y un riesgo específico, durante los pasos desde la cosecha hasta el consumo. La hoja de cálculo convierte las entradas cualitativas en valores numéricos y los combina con las entradas cuantitativas en una serie de pasos matemáticos y lógicos utilizando funciones de hoja de cálculo estándar. Esos

cálculos se utilizan para generar índices del riesgo para la salud pública (Ross et al., 2002).

En este programa se hacen tres tipos de medidas del riesgo y se dan tres tipos de resultados. El primero es la "probabilidad de enfermedad por consumidor por día", calculada como  $P_{inf} \times P_{exp}$ , donde  $P_{inf}$  es la probabilidad de que una dosis causante de enfermedad esté presente en una porción del producto de interés y  $P_{exp}$  es la probabilidad de exposición al producto por persona por día. Esta medida no es estrictamente una medida del riesgo, porque no incluye la gravedad de la enfermedad como resultado de la exposición al peligro.

La segunda medida es la "enfermedad pronosticada total / año en la población de interés", que tampoco diferencia la gravedad, pero proporciona otra medida que podría entenderse más fácilmente que el riesgo por día.

La tercera medida es la "clasificación de riesgo", que proporciona un índice de riesgo relativo más fácil de usar y robusto, y se calcula basándose en el cálculo del "riesgo comparativo".

Un "riesgo comparativo" de 1 representa la situación en la que cada persona en la población consume el producto de interés diariamente, y que cada porción del producto contiene una dosis letal del peligro. El valor de "clasificación de riesgo" se escala logarítmicamente entre 0 y 100, donde 0 representa sin riesgo y 100 representa el extremo opuesto, donde cada miembro de la población come todos los días una comida que contiene una dosis letal del peligro.

Los parámetros de entrada son los siguientes: severidad, susceptibilidad, frecuencia de consumo, proporción de la población, población, proporción de encontrar una porción contaminada, efecto del procesado, efectividad del sistema de control en el post-procesado, recontaminación del producto tras el post procesado, cuanto se ha de aumentar el nivel de contaminación para que se produzca infección o intoxicación a la media de los consumidores y el efecto de la preparación de la comida.

Los parámetros de salida son los siguientes: probabilidad de enfermar/día/consumidor, total de enfermos/año/población estudiada y la clasificación Risk Ranger.

### **2.3. Herramienta de evaluación cuantitativa de riesgos microbiológicos (sQMRA)**

De igual manera que la herramienta anterior, el sQMRA se puede utilizar para evaluar los riesgos microbiológicos en salud pública producidos por alimentos, por contacto directo o que pueden estar relacionados con el medio ambiente (Evers et al., 2010). Se utiliza para calcular la presencia y la propagación de un patógeno a través de la cadena alimentaria, que en este caso se inicia desde el punto de venta hasta el número de personas enfermas, así como, para conocer la exposición al patógeno a la que están sometidos los consumidores, permitiendo estimar el número de casos de la enfermedad producida por el microorganismo patógeno en cuestión. Esta herramienta, además, permite conocer el riesgo asociado a diferentes combinaciones alimento – patógeno (Evers y Chardon, 2010). Actualmente,

existen dos versiones: sQMRA clásica y sQMRAv2, siendo la versión clásica la utilizada en este trabajo.

La herramienta sQMRA está dividida en los siguientes apartados: datos de consumo, zona de venta, contaminación cruzada en cocina, preparación en cocina e infección y enfermedad.

La hoja de salida de la herramienta proporciona información final, mientras que la hoja del modelo proporciona resultados de cálculo intermedios extendidos.

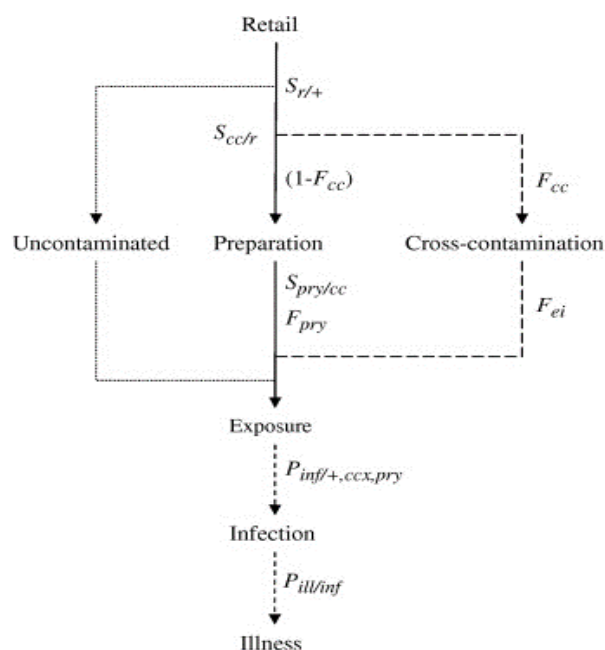
Este programa proporciona tres tipos de medidas del riesgo como información final. La primera es la **atribución de la exposición**. La atribución de la exposición se define aquí como la importancia relativa del punto final de exposición para las diferentes rutas de transmisión a nivel de la población. La segunda medida es la **atribución de los efectos**. La medida es una estimación del número de casos cuando se desactiva una ruta de transmisión ( $I_{ill/attr}$ ) y determina la disminución en el número de casos en relación con el escenario base teniendo en cuenta las mejores estimaciones para los 11 parámetros de entrada. La tercera medida corresponde al **riesgo relativo**. Esta medida es similar a la proporcionada por el programa anterior (Risk Ranger). Los resultados intermedios del modelo y de punto final se comparan con modelos de resultados del estudio exhaustivo CARMA (riesgo *Campylobacter* Gestión y Evaluación) llevado a cabo por Nauta, Jacobs-Reitsma, Evers, van Pelt, y Havelaar, (2005) y Nauta, Jacobs-Reitsma, y Havelaar, (2007) con objeto de poner los resultados del modelo en perspectiva.

El estudio CARMA es una evaluación cuantitativa de riesgos microbiológicos (QMRA) sobre *Campylobacter* en filete de pollo. El riesgo relativo y se define como el cociente entre los resultados del modelo y los valores de CARMA.

Los parámetros de entrada son los siguientes: patógeno, población, producto, tamaño de la población, periodo de consumo, porciones consumidas por periodo de consumo, tamaño de la porción en gramos, porcentaje de las porciones contaminadas en zona de venta, concentración promedio UFC/gramo en las porciones contaminadas, porcentaje de las porciones que contaminan el ambiente de trabajo, porcentaje de UFC en una porción contaminara el ambiente de trabajo, porcentaje de contaminación del entorno al producto ingerido, porcentaje de las porciones que se prepara hecho, medio hecho o crudo, porcentaje de las UFC en una porción que sobrevivirá y dosis infectiva ID50 (UFC).

Y los parámetros de salida son los siguientes: porciones contaminadas consumidas, UFC totales antes de la preparación, UFC totales después de la preparación, número total de personas enfermas, número de habitantes enfermos/100.000 habitantes y porcentaje de personas enfermas del total de la población.

En la FIGURA 2, se muestra una visión general del modelo sQMRA.



**FIGURA 2.** Esquema del modelo sQMRA. Línea punteada: porciones no contaminadas, línea continua: partes contaminadas (o todas). Larga línea punteada: patógenos contaminados cruzados que corresponden a porciones contaminadas. Línea punteada corta: efecto de una porción consumida. (Evers et al., 2010).

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Parámetros de entrada seleccionados: Risk Ranger y sQMRA

##### Severidad

Después del análisis de la información disponible respecto al patógeno, la severidad se correspondería con un peligro moderado ya que se observa que en la mayoría de los casos se requiere intervención médica (TABLA 6).

**TABLA 6.** Datos epidemiológicos de brotes en EE. UU por el consumo de alimentos.

<b>Año</b>	<b>Casos</b>	<b>Hospitalizaciones</b>	<b>Defunciones</b>	<b>%Hospitalizaciones</b>
2013	33	7	0	21
2014	12	7	0	58
2015	19	5	0	26
2106	22	9	0	41
2017	57	21	1	37
2018	210	96	5	46

##### Consumo

En general, la población peruana consume ensalada como mínimo una vez al día y el consumo de hamburguesa suele ser dos veces a la semana en los comedores colectivos. El tamaño de la porción de hamburguesa suele ser de 83 g, que es el promedio de porciones de hamburguesa que se

encuentran en el mercado, 83 g, 60 g y 105 g (Signorini et al. 2009) y 227 g/día de verduras (ENCA-Chile, 2014).

### **Proporción de producto contaminado**

La TABLA 8 muestra la prevalencia encontrada en la revisión bibliográfica, para esta evaluación de riesgos la prevalencia se calculó como el promedio de las prevalencias encontradas en las fuentes científicas dando como resultado 2,5% en hamburguesa y 4,6% en lechuga LPC.

**TABLA 8.** Información sobre la prevalencia de la *E. coli* O157: H7 en hamburguesa y en ensaladas que contiene lechuga (Cagney et al., 2004 y Pauta, 2016).

<b><i>Escherichia coli</i> O157: H7</b>			
<b>Alimentos</b>	<b>Prevalencia (%)</b>	<b>Muestras</b>	
Hamburguesa	2,5	Hamburguesas congeladas (2,91%) y hamburguesas frescas envasadas (2,14%)	
Ensaladas LPC	4,6	Ensaladas de vegetales (11,4%), Vegetales orgánicos frescos (5,12%), Lechuga lista para el consumo (0,7%) y ensaladas (1,1%).	

### **Efecto del procesado**

El resultado del efecto del procesado en la hamburguesa corresponde en el Risk Ranger a un proceso que elimina fiablemente los peligros, debido a que este producto pasa por una etapa de cocción que, de acuerdo a Forsythe (2000) permite reducir 6 ciclos logarítmicos de *E. coli* O157: H7 a una temperatura de 62,8°C en un tiempo de 2,8 min. Sin embargo, de acuerdo a las preferencias de los consumidores en cuanto al término de cocción, este sería medio hecho que, según Cassin et al. (1998) correspondería a una temperatura interna de cocción de 65,6°C.

Respecto a la lechuga no existe una etapa que elimine el microorganismo si este se encuentra internalizada en los tejidos de la lechuga por lo que se considera que se consume cruda y por tanto no hay un efecto del proceso en los microorganismos que pudieran eliminarla.

### **Aumento en el nivel de contaminación capaz de producir sintomatología en el consumidor**

Se refiere al aumento de la concentración del patógeno respecto al valor inicial que producirá infección en el consumidor. Para ello se utiliza la dosis infectiva y el nivel de contaminación del alimento.

La dosis ID<sub>50</sub> para producir la enfermedad según Lee (2004), es menor de 100 organismos, aunque otros autores indican concentraciones mayores (Cassin et al., 1998). La concentración promedio en UFC/g es de 2 en hamburguesa y 9 en lechuga lista para el consumo (Bosilevac et al., 2010 y AESAN, 2012). Dependiendo de los datos utilizados respecto a la dosis infectiva, variará la proporción de enfermos por consumo de estos alimentos bajo estudio. Se ha considerado una ID<sub>50</sub> para el Risk Ranger y sQMRA

igual a 1000 como valor medio entre 100 y 2000 como se indicó anteriormente.

### 3.2. Evaluación del riesgo semicuantitativa: Risk Ranger

Si nos centramos en la herramienta Risk Ranger podemos ver en la TABLA 9 cuales son los valores de los parámetros de entrada del modelo para calcular el riesgo relativo patógeno/alimento, en dos alimentos que son muy comunes en comedores institucionales, así como en el hogar.

**TABLA 9.** Resultado de la interacción de los parámetros de entrada y salida de la herramienta Risk Ranger.

<b>Parámetros de Entrada</b>		
<b>Producto</b>	<b>Hamburguesa</b>	<b>Lechuga LPC</b>
1. Severidad	Moderado	Moderado
2. Susceptibilidad de la población	General	General
3. Frecuencia de consumo	Dos veces a la semana	Diario
4. Proporción	Todos	Todos
5. Población total	20.113.285	20.113.285
6. Proporción de producto contaminado (%)	Otro ( <sup>a</sup> 2,5 %)	Otro ( <sup>b</sup> 4.6%)
7. Efecto del procesamiento en el peligro	Elimina el peligro	No hay efecto
8. Tasa de contaminación posterior al procesamiento (%)	Menos del 1%	Menos del 1%
9. Control posterior al procesamiento	No controlado	No relevante
10. Aumento requerido para causar infección/intoxicación a la media de los consumidores	Otro (500)	Otro (111)
11. Efectos de la preparación antes de comer el peligro	90%	La preparación de la comida no tiene efecto en el riesgo
<b>Parámetros de Salida</b>		
○ Prob enfermar/día/consumidor de interés	$2,0 \times 10^{-5}$	$4,14 \cdot 10^{-4}$
○ Total de enfermos/año/población estudiada	$1,47 \times 10^5$	$3,04 \cdot 10^6$
○ Risk Ranger	62%	69%

<sup>a</sup>Hamburguesa fresca; <sup>b</sup>Lechuga lista para consumir

En la TABLA 9 también se puede observar el resultado de la simulación llevada a cabo para cada pareja patógeno/alimento (sección parámetros de salida). La comparación del riesgo de la carne picada o molida para hamburguesa con la lechuga LPC se realizó considerando que en la lechuga

LPC no se produce ningún tipo de reducción del patógeno, ya que no hay una medida de control adicional antes del consumo. Generalmente se piensa que los patógenos se eliminan mediante el proceso de lavado y la desinfección, según Solomón et al. (2002), la *E.coli* O157:H7 consigue internalizarse en el tejido vegetal y así evita la acción de los desinfectantes. La hamburguesa sí que sufre un proceso de cocinado de tal manera que el 90% de las porciones se prepara medio bien hecha y el 10% bien hecha según datos de Cassin et al. (1998). El tratamiento térmico corresponde a una temperatura interna de 65,6°C y 68,3°C, temperaturas de 62,8°C por un tiempo de 2,80 min reduce el recuento viable de *E. coli* O157:H7 en 6 ciclos logarítmicos (Forsythe, 2000). Por otro lado, hay también un dato importante que es el referido a la frecuencia de consumo. La lechuga LPC se consume todos los días, mientras que el consumo de hamburguesas en este tipo de instituciones se estima en dos veces a la semana.

Después de estas consideraciones importantes en cuanto a la manipulación, procesado y consumo de los alimentos en el comedor institucional, se incorporaron todos los datos de la TABLA 9 al modelo y se estimó una probabilidad de enfermedad por día por consumidor de  $2,0 \times 10^{-5}$ , lo que significaría que 2 personas de cada cien mil enfermarían por día debido al consumo de hamburguesa a base de carne picada o molida contaminado con *E. coli* O157:H7, con una estimación de 147.000 enfermedades por año. Datos entre el 2014 al 2016 de los Estados Unidos muestran una tasa de incidencia de 2,4 a 1,03 por 100.000 habitantes y en Malasia se han registrado 47,34 casos por cada 100.000 habitantes.

En el caso de la lechuga LPC al no haber una medida de control adicional y considerando prevalencias similares en cuanto a la probabilidad de encontrar una porción contaminada, se estima una probabilidad de enfermedad por día por consumidor de  $4,14 \times 10^{-4}$ , lo que significaría que 41 personas de cada cien mil por día podrían enfermar debido al consumo de lechuga LPC contaminado con *Escherichia coli* O157:H7 y con un estimado de 3.040.000 enfermedades por año.

El modelo, en consecuencia, nos indica que el consumo en los comedores institucionales de lechuga LPC es de mayor riesgo con un valor del 69% frente al consumo de hamburguesas que representa un 62%.

Como conclusión, podemos decir que el Risk Ranger es una herramienta sencilla que se puede utilizar para priorizar los diferentes riesgos relacionados con combinaciones patógeno/alimento. Evidentemente, hay incertidumbres en relación con la disponibilidad de información, su calidad, etc. El resultado será tanto más fiable cuanto más información precisa haya disponible en cuanto a prevalencias, datos de consumo, contaminación inicial, dosis infectiva, entre otros.

### **3.3. Evaluación del riesgo semicuantitativa: sQMRA**

Otra herramienta disponible para llevar a cabo una priorización del riesgo es el sQMRA. Esta herramienta es más compleja que la anterior en el número de parámetros de entrada y su tipo, así como en los resultados de salida. Se han seguido las mismas consideraciones que las descritas en el

apartado anterior respecto a la prevalencia y al consumo de los alimentos bajo estudio. La TABLA 10 muestra tanto los valores de los parámetros de entrada como los valores de los parámetros de salida.

**TABLA 10.** Resultados de la interacción de los parámetros de entrada y salida de la herramienta sQMRA.

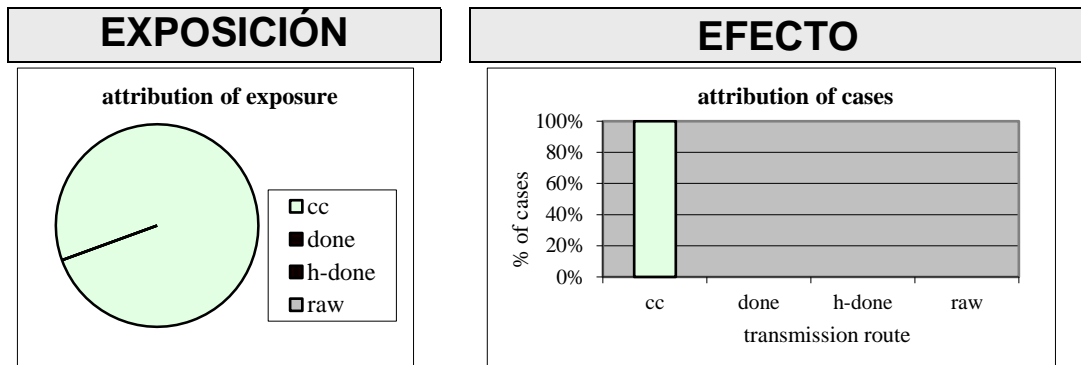
<b>Parámetros de Entrada</b>			
<b>Patógeno</b>	<b><i>Escherichia coli</i> O157:H7</b>		
<b>Población</b>	<b>Población no susceptible</b>		
<b>Producto</b>	<b>Hamburguesa</b>	<b>Lechuga LPC</b>	
1. Tamaño de la población (Millones)	20.113.285	20.113.285	
2. Periodo de consumo (Año)	1	1	
3. Porciones consumidas por periodo de consumo	2,64*10 <sup>8</sup>	2,83*10 <sup>8</sup>	
4. Tamaño de la porción en gramos	83	227	
5. Porcentaje de las porciones contaminadas en zona de venta	Otro ( <sup>a</sup> 2,5 %)	Otro ( <sup>b</sup> 4,6%)	
6. Concentración promedio UFC/ gramo en las porciones contaminadas	2	9	
7. Porcentaje de las porciones que contaminan el ambiente de trabajo	57	57	
8. Porcentaje de UFC en una porción contaminara el ambiente de trabajo	75,8	75,8	
9. Porcentaje de contaminación del entorno al producto ingerido	58	58	
10. Porcentaje de las porciones que se preparan hecho, medio hecho o crudo	<sup>c</sup> 90% <sup>d</sup> 10, 0	<sup>e</sup> 100	
11. Porcentaje de bacterias en una porción que sobrevivirá al procesado	0%	100%	
12. Dosis infectiva 50 (ID <sub>50</sub> )	1000	1000	
13. Porcentaje de la población que enfermará.	100	100	
<b>Parámetros de Salida</b>			
○ Porciones consumidas contaminadas	6,6·10 <sup>6</sup>	1,3·10 <sup>7</sup>	
○ UFC totales antes de la preparación	1,1·10 <sup>9</sup>	2,7·10 <sup>10</sup>	
○ UFC totales después de la preparación	2,7·10 <sup>8</sup>	6,7·10 <sup>9</sup>	
○ Número total de personas enfermas	1,9·10 <sup>5</sup>	3,4·10 <sup>6</sup>	
○ Número de habitantes enfermos/100.000 habitantes	2	34	
○ % de personas enfermas del total de la población	0,9%	17%	

<sup>a</sup>Hamburguesa fresca; <sup>b</sup>Lechuga LPC; <sup>c</sup>Medio bien y <sup>d</sup>Bien hecho; <sup>e</sup>Crudo



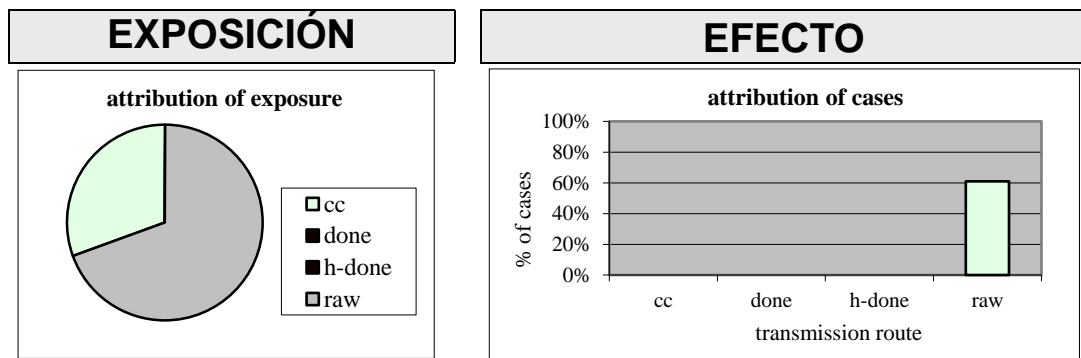
De acuerdo con los resultados del modelo, el porcentaje de personas que podrían enfermar es mayor para la lechuga LPC con un valor de 17% frente a la hamburguesa con valor de 0,9%. Se observa que la probabilidad de encontrar una porción contaminada en el punto de venta (en el caso de los comedores institucionales sería en la línea de servicio donde se compra la comida preparada) es mayor en la lechuga LPC, esto puede deberse a que es un producto listo para su consumo y por tanto como ya se comentó anteriormente en los comedores de alimentación colectiva no hay ninguna etapa en la cual se pueda producir una reducción en la carga microbiológica de *E. coli* O157:H7.

El programa también nos da la atribución de la exposición, es decir quien contribuye más a la exposición del patógeno, entre contaminación cruzada (CC) hecho, medio-hecho o crudo. En el caso de la hamburguesa, considerando el porcentaje tan elevado de UFC de una porción que contaminara el ambiente de trabajo y de la contaminación del entorno al producto ingerido, el factor que más influye es la contaminación cruzada como se puede apreciar en la FIGURA 3.



**FIGURA 3:** Atribución de la exposición y atribución del número de casos para la hamburguesa

En el caso de la lechuga LPC donde no hay una etapa de cocción como en la hamburguesa, la atribución se debe a la contaminación del propio producto como se puede apreciar en la FIGURA 4.



**FIGURA 4:** Atribución de la exposición y atribución del número de casos para la lechuga LPC

#### **4. CONCLUSIONES**

De los productos evaluados en este estudio se ha identificado a la lechuga LPC como el alimento que más riesgo relativo supone para el consumidor en ambas herramientas.

La herramienta Risk Ranger presenta ciertas limitaciones ya que por defecto la herramienta ajusta ciertos valores y establece valores concretos, sin embargo, incluye todos los elementos necesarios para estimar el riesgo relativo de enfermedad de los alimentos.

De acuerdo con los resultados podríamos decir que las herramientas de evaluación de riesgos estudiadas pueden ser una ayuda útil en la toma de decisiones en la seguridad alimentaria. No obstante, para reducir la incertidumbre es necesario contar con información precisa que permita proporcionar datos adecuados a dichas herramientas. Para ello, el contar con una información de las enfermedades y fuentes de zoonosis, agentes zoonóticos y brotes de toxoinfección alimentaria, es de vital importancia. Al igual que cualquier software, las salidas son tan confiables como los datos ingresados.

La exactitud del resultado se vio afectada principalmente por la disponibilidad y precisión de los datos en la literatura.

Para mejorar los valores obtenidos, se podría pasar de una estimación puntual al uso de funciones de distribución para algunos de los parámetros de entrada considerados. Esto implicaría llevar a cabo simulaciones Monte Carlo o la aplicación de estadística Bayesiana.

#### **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer a todas las personas que han compartido conmigo este tiempo y de una forma u otra han formado parte de este trabajo.

Al Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (IATA) por las facilidades dadas para la realización del presente trabajo.

A mis tutores Antonio y Loles, por todo el esfuerzo y tiempo dedicado a las continuas revisiones y su paciencia dando respuesta a mis inquietudes.

Al Programa Nacional de Becas y Crédito Educativo, por permitirme la realización del Máster Universitario en Gestión de la Seguridad y calidad Alimentaria en la Universidad Politécnica de Valencia.

A Feli y Kioomi por compartir conmigo sus historias siempre quedarán dentro mi corazón a pesar de la distancia, gracias por su amistad.

A Ani, por preguntar día a día como me iba a pesar de las diferencias de horarios y por el compartir charlas vía WhatsApp, animándome en todo momento, gracias.

A los seres que más amo, mis padres y mis hermanos por ser el motivo desde siempre de querer ser una mejor hija, hermana y profesional, los amo.

## 5. REFERENCIAS

- AESAN. 2012. Informe del Comité Científico sobre medidas de prevención y recomendaciones aplicables para evitar posibles infecciones alimentarias por cepas de *E. coli* verotoxigénicos / productores de toxinas Shiga/enterohemorrágicos (VTEC/STEC/ EHEC). [En línea]. Gobierno España. Dirección URL: <[http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad\\_alimentaria/evaluacion\\_riesgos/informes\\_comite/ESCHERICIA\\_COLI2.pdf](http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/evaluacion_riesgos/informes_comite/ESCHERICIA_COLI2.pdf)> [Consulta: 19 de junio 2018].
- Ayala Muñoz, D. 2017. *Escherichia coli* O157: H7 en hortalizas de fundos agrícolas en la periferia de la ciudad de Lima-Perú. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Altekruse, S. F., Cohen, M. L., y Swerdlow, D. L. 1997. Emerging Foodborne Diseases. *Emerging infectious diseases*, 3(3):285-293.
- Bosilevac, J. M., Kalchayanand, N., Schmidt, J. W., Shackelford, S. D., Wheeler, T. L., y Koochmaria, M. 2010. Inoculation of beef with low concentrations of *Escherichia coli* O157: H7 and examination of factors that interfere with its detection by culture isolation and rapid methods. *Journal of food protection*, 73(12), 2180-2188.
- Burgos, M., Martínez, M. C., Barría, B., Pérez, M., Ulloa, M., Vaquero, A., Ayala, G., Ojeda, Julio, Fuentes, David, Schenone, H. 2003. Estudio de prevalencia de *Escherichia coli* enterohemorrágica en canales de vacuno y cerdo faenadas en la Región Metropolitana, Chile. *Avances en Ciencias Veterinarias*, 18(1-2).
- Cagney, C., Crowley, H., Duffy, G., Sheridan, J. J., O'brien, S., Carney, E., Bishop, R. H. 2004. Prevalence and numbers of *Escherichia coli* O157: H7 in minced beef and beef burgers from butcher shops and supermarkets in the Republic of Ireland. *Food Microbiology*, 21(2), 203-212.
- Cassin, Lammerding, Todd, Ross, Mccoll. 1998. Quantitative risk assessment for *Escherichia coli* O157:H7 in ground beef hamburgers. *International Journal of Food Microbiology*, 41(1), 21-44.
- Centers for Disease Control and Prevention. Multistate outbreak of *Escherichia coli* O157:H7 infection associated with eating minced meat-United States, June-July 2002. *MMWR Morb Mort Wkly Rep* 2002; 51: 637.
- EFSA. 2015b. Scientific Opinion the development of a risk ranking toolbox for the EFSA BIOHAZ Panel. *EFSA Journal*, 13(1), 3939.
- ENCA-Chile. 2014. Gobierno de Chile. Dirección URL: <[http://www.minsal.cl/sites/default/files/ENCA\\_FINAL\\_DIC\\_2014.pdf](http://www.minsal.cl/sites/default/files/ENCA_FINAL_DIC_2014.pdf) /<http://www.minsal.cl/sites/default/files/ENCA.pdf>> [Consulta: 22 de Junio 2018].
- Evers, E. G., Chardon, J. E. (2010). A swift quantitative microbiological risk assessment (sQMRA) tool. *Food Control*, 21(3), 319-330.
- Forsythe, S. 2000. Alimentos Seguros: Microbiología.
- Frías, C. 1996. Estudio de los factores de patogenicidad en *Escherichia Coli* enterohemorrágica. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Giménez, E. A. 2013. Estudio de la influencia del lavado en la reducción de la transferencia de *Escherichia coli* en la cocina del consumidor.
- Hidalgo, N. F. 2015. Evaluación de riesgo de *Staphylococcus aureus* en queso.
- International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 2004. "Microorganismos de los Alimentos 7: Análisis Microbiológico en la Gestión de la Seguridad Alimentaria.

- Keskinen, L. A., Burke, A., & Annous, B. A. 2009. Efficacy of chlorine, acidic electrolyzed water and aqueous chlorine dioxide solutions to decontaminate *Escherichia coli* O157: H7 from lettuce leaves. *International journal of food microbiology*, 132(2-3), 134-140.
- Kusumaningrum, H. D., Riboldi, G., Hazeleger, W. C., & Beumer, R. R. 2002. Survival of foodborne pathogens on stainless steel surfaces and cross-contamination to foods. *International Journal of Food Microbiology*, 85, 227-236.
- Lee, S. Y. 2004. Microbial safety of pickled fruits and vegetables and hurdle technology. *Internet Journal of Food Safety*, 4, 21-32.
- Méndez, C. R., Vergaray, G., Morante, H. Y., Flores, P. R., & Gamboa, R. A. 2013. Aislamiento y caracterización de *Escherichia coli* O157: H7 a partir de carne molida de bovino en Lima-Perú. *Revista Peruana de Biología*, 20(2), 159-164.
- MINAGRI, 2015. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola y Ganadera, 1-296. Dirección URL: <[http://siea.minagri.gob.pe/siea/sites/default/files/anuario\\_produccion\\_agricola\\_ganadera2015.pdf](http://siea.minagri.gob.pe/siea/sites/default/files/anuario_produccion_agricola_ganadera2015.pdf)> [Consulta: 15 de Mayo de 2018].
- Moore, C. H., Sheldon, B. W., Jaykus, L. A. 2003. Transfer of *Salmonella* and *Campylobacter* from stainless steel to romaine lettuce. *Journal of Food Protection*, 66, 2231-2236.
- Pascual, M. 2005. Enfermedades de origen alimentario. *Su prevención*, 61-65.
- Pauta, R. 2016. Detección y aislamiento de cepas presuntivas de *E. coli* productor de toxina shiga en ensaladas de lechuga listas para el consumo. Tesis de Grado. Universidad Técnica Particular de Loja.
- Posada Izquierdo, G. D. 2013. Estudio y modelización del efecto de procesos de descontaminación y desinfección sobre microorganismos patógenos en productos vegetales. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba.
- Riley, L. W., Remis, R. S., Helgerson, S. D., McGee, H. B., Wells, J. G., Davis, B. R., ... & R.M. Nº 363-2005/MINSA. URL: < [http://aempresarial.com/web/solicitud\\_nl.php?id=11073](http://aempresarial.com/web/solicitud_nl.php?id=11073)> [Consulta: 02 de mayo 2018].
- Ross, T., Sumner, J., 2002. A simple, spreadsheet-based, food safety risk assessment tool. *International Journal of Food Microbiology* 77, 39-53.
- Sánchez, J., Jiménez, S., Navarro, R., Villarejo, M. 2009. Patógenos emergentes en la línea de sacrificio de porcino. *Fundamentos de Seguridad Alimentaria*.
- Scott, E., Bloomfield, S. F. 1990. The survival and transfer of microbial contamination via cloths, hands, and utensils. *Journal of Applied Bacteriology*, 68, 271-278.
- Signorini, M. L., Frizzo, L. S. 2009. Modelo de contaminación cruzada por *Escherichia coli* verocitotóxigena durante la elaboración de hamburguesas caseras y evaluación cuantitativa de riesgos. *Revista Argentina de Microbiología*, 41(4), 237-244.
- Signorini, M. L., Marín, V., Quinteros, C., & Tarabla, H. 2009. Hábitos de consumo de hamburguesas y riesgo de exposición a *Escherichia coli* verotoxigénica (VTEC): modelo de simulación. *Revista argentina de microbiología*, 41(3), 168-176.
- Solomon, EB, Yaron, S., y Matthews, KR 2002. Transmisión de *Escherichia coli* O157: H7 desde estiércol contaminado y agua de riego a tejido vegetal de lechuga y su posterior internalización. *Microbiología aplicada y ambiental*, 68 (1), 397-400.
- Torres Armendáriz, V., Manjarrez Domínguez, C. B., Acosta-Muñiz, C. H., Guerrero-Prieto, V. M., Parra-Quezada, R. Á., Noriega Orozco, L. O., Ávila-Quezada, G. D. 2016. Interacciones entre *Escherichia coli* O157: H7 y plantas comestibles. *Revista mexicana de fitopatología*, 34(1), 64-83.
- World Health Organization (WHO). 2005. Emerging Food Borne diseases. Mayo 2005 Fact sheet Nº125. Dirección URL: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs125/en/>>. [Consulta: 18 de mayo 2018].