



Facultad de Veterinaria
Universidad Zaragoza



Trabajo Fin de Grado

DISEÑO DE UN SISTEMA APPCC EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE "BURGER VEGETAL DE SHIITAKE Y BORRAJA LISTA PARA EL CONSUMO"

Autor:

Fernando Tabuenca Rodríguez

Directores:

M^a Pilar Conchello Moreno, Antonio Herrera Marteache

Facultad de Veterinaria

Año 2014

DATOS PERSONALES

Apellidos: Tabuenca Rodríguez **Nombre:** Fernando

DNI: 72975496S

Dirección: Urb Sirio nº5, 50180, Utebo (Zaragoza)

Teléfono: 627276415

Correo electrónico: fernando.tabuenca@hotmail.com

INDICE

1. RESUMEN	4
2. INTRODUCCIÓN	5
3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS	7
4. METODOLOGÍA	8
4.1. Metodología utilizada para la recopilación e interpretación del marco legal	8
4.2. Metodología utilizada para el desarrollo de las doce etapas del plan APPCC	8
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	11
5.1. Marco legal	11
5.2. Etapas del plan APPCC	11
6. CONCLUSIONES	35
7. IDENTIFICACIÓN DE LAS APORTACIONES QUE, EN MATERIA DE APRENDIZAJE, HA SUPUESTO LA REALIZACIÓN DE ESTA ASIGNATURA	36
8. EVALUACIÓN DE LA ASIGNATURA Y SUGERENCIAS DE MEJORA	36
9. BIBLIOGRAFÍA	37
ANEXO I	41
ANEXO II	42
ANEXO III	54

1. RESUMEN

Como recoge el *Reglamento (CE) n° 852/2004* en su Artículo 5, es responsabilidad de los operadores económicos implantar un sistema de autocontrol que garantice la inocuidad y seguridad alimentaria de sus productos. En este sentido el sistema de autocontrol basado en el Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico (APPCC) se considera la herramienta más útil para controlar los peligros asociados a un proceso de fabricación alimentario.

En el Trabajo Fin de Grado que se presenta se ha diseñado un plan APPCC aplicado a la línea de elaboración del producto “Burger vegetal de borraja (*Borago officinalis*) y shiitake (*Lentinula edodes*) lista para el consumo” desarrollado en la Planta Piloto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, en el marco de la asignatura Practicum del Grado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. El producto se ha desarrollado con dos presentaciones: uno con tratamiento térmico y conservación en refrigeración, y otro sin tratamiento térmico y conservación en congelación.

El modelo de autocontrol propuesto está basado en los principios generales del *Codex Alimentarius* de Higiene de los Alimentos¹ e incluye toda la metodología empleada en su desarrollo. Se presenta una identificación y descripción detallada de cada uno de los peligros asociados a las materias primas empleadas y a cada etapa del proceso de elaboración, basada en la bibliografía científica disponible. Asimismo se describen los puntos de control críticos determinados mediante el establecimiento para cada uno de ellos de los límites críticos, el sistema de vigilancia, las acciones correctoras y los procedimientos de verificación, completado con un sistema de documentación y registros.

El desarrollo del plan APPCC que se presenta, ha permitido conocer todos los peligros potenciales presentes en el proceso de elaboración, de forma que una vez validado, este sistema de autocontrol pueda servir para garantizar la inocuidad del producto objeto de estudio y su puesta en el mercado.

ABSTRACT

As the *Regulations (CE) n°852/2004* say in Article 5, is the responsibility of interprises to implement a quality assurance system to ensure product safety and security. In this sense this model of self-control based on Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP) is considered the most useful tool to control hazards associated with a food manufacturing process.

On the Final Project presented is designed HACCP plan applied to product line development “Vegetable burger based on borage (*Borago officinalis*) and shiitake mushroom (*Lentinula edodes*) ready to eat” developed in the Pilot Plan Science and Food Technology, in the subject Practicum of Degree in Science and Food Technology. Product line is divided into two different presentations: one heat-treated product and preserved in refrigeration, and other non heat-processed and stored frozen.

The proposed model of self-control is based on the general principles of *Codex Alimentarius* Food Hygiene and it includes all the methodology employed in development. Identification and detailed description of each of the hazards associated with the raw materials and each stage of the elaboration process, based on the available scientific literature. Likewise, critical control points identified are described by setting for each of the insuperable limits critical, monitoring system, corrective actions, and verification process, supplemented by a documentation system and records.

Development of the HACCP plan presented has revealed all potential hazards in the manufacturing process, so that once validated, this self-control system ensure product studied safety and it put on the market.

2. INTRODUCCIÓN

El sistema de autocontrol APPCC fue desarrollado inicialmente en Estados Unidos como un sistema de control de la seguridad microbiológica de los productos alimenticios destinados a los primeros programas espaciales. En aquel momento la mayoría de los sistemas de seguridad alimentaria y control de la calidad se basaban en el análisis del producto final. De esta manera el APPCC nace como un sistema preventivo que proporcionase un alto nivel de garantías sobre la seguridad alimentaria, y basado tanto en el control del producto final como del proceso productivo. Tras un primer impulso de la *Food And Drug Administration* (FDA) en Estados Unidos, fue en la década de los años 80 cuando instituciones como la Organización Mundial de la Salud (OMS) y *The International Commission on Microbiological Specifications for Foods* (ICMSF), promocionaron la aplicación del sistema en las industrias alimentarias. En el año 1993, la Comisión del *Codex Alimentarius* incorporó el sistema APPCC como anexo al Código de Principios Generales de Higiene de los Alimentos². Actualmente este sistema está formalmente reconocido por los gobiernos y autoridades sanitarias de la mayoría de los países como el modo más eficaz de garantizar la seguridad de los alimentos.

Actualmente la responsabilidad de la producción de alimentos seguros está repartida entre los propios operadores económicos y las autoridades competentes, en todas las fases de la cadena alimentaria, desde la producción primaria hasta la venta del producto³, siendo obligación de los operadores de las empresas alimentarias tener implantado un sistema de autocontrol basado en el APPCC.

Durante el siglo XXI el movimiento vegetariano en general está ganando mayor popularidad y difusión en la sociedad con un incremento paralelo al deseo de un mayor bienestar social y nivel cultural, hecho respaldado con un gran número de estudios asociados a enfermedades cardiovasculares y reducción de distintos tipos de cáncer⁴. Aunque no existen datos firmes a nivel nacional, según la Encuesta Nacional de Ingesta Dietética Española de 2011 (ENIDE 2011), aproximadamente un 3% de la población es vegetariana, lo que equivale aproximadamente a 1.200.000 personas, de los cuales un 30% es población vegana, porcentaje que está en aumento en los últimos años. Este hecho provoca que este sector de la población empiece a ser un lecho interesante para la industria alimentaria, ya que la variedad de alimentos disponibles sigue siendo limitada. Por ello el desarrollo de un producto tipo hamburguesa vegetal compuesta por borraja y shiitake se considera una firme apuesta de futuro e inversión a largo plazo para el sector industrial alimentario.

El tipo de materias primas utilizadas y la alta manipulación que supone el proceso de fabricación en estos dos productos y en una industria de vegetales en general, determinan que el producto esté expuesto a la contaminación microbiana a lo largo de la cadena alimentaria. Tanto es así que los productos vegetales son un grupo de alimentos habituales como causa de alertas alimentarias gestionadas tanto a nivel nacional en el Sistema Coordinado de Intercambio Rápido de Información (SCIRI) como a nivel comunitario en el Sistema de Alerta Rápida para Alimentos y Piensos (RASFF). En el año 2012 el 43,5% de las notificaciones gestionadas a nivel nacional como alerta alimentaria fue debido a productos de origen vegetal⁵ (31% en el año 2013). A nivel comunitario para el grupo de frutas y hortalizas este porcentaje representó en el mismo año el 7,6%⁶. Por todos estos argumentos planteados, resulta necesaria la planificación e implantación de un efectivo sistema de autocontrol que garantice la obtención de productos sanitariamente seguros y comercializables en el mercado.

3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

El Trabajo Fin de Grado desarrollado pertenece a la modalidad “C” referido al producto a desarrollar en la asignatura Practicum del Grado de Ciencia y Tecnología de Alimentos de la Universidad de Zaragoza. La línea de producción desarrollada en este proyecto está basada en la elaboración de una burger vegetal a partir de dos productos principales como son la borraja y la seta shiitake, las cuales fueron sometidas a distintas operaciones de acondicionamiento para un posterior mezclado y envasado. De esta forma se han desarrollado dos tipos de productos: uno sometido a tratamiento térmico y conservado en refrigeración considerado *ready-to-eat* (RTE), y otro sin tratar térmicamente y sometido a un proceso de congelación.

La elaboración del sistema APPCC se completa con el establecimiento de unos prerequisites previos basados en los principios de higiene alimentaria enfocados al control de peligros generales asociados al proceso productivo. De esta forma, el plan APPCC se centra en los peligros específicos asociados al producto o proceso.

La principal ventaja de este sistema hacia las empresas es la seguridad alimentaria que se garantiza en sus productos. Otras de las repercusiones positivas de la implantación de un sistema de autocontrol de estas características son la disminución de gastos a largo plazo, el aprovechamiento de recursos, la rapidez y efectividad de actuación frente a problemas de seguridad alimentaria y la confianza de los consumidores y autoridades sanitarias.

El objetivo principal de este Trabajo Fin de Grado es el diseño de un plan de Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico (APPCC) basado en los 7 principios del *Codex Alimentarius* aplicado a la línea de elaboración de “Burger vegetal de borraja y shiitake lista para el consumo”. Para la consecución de este objetivo principal se plantean los siguientes objetivos parciales:

1. Recopilación e interpretación del marco legal en la Unión Europea relacionado con la seguridad del producto objeto de estudio.
2. Realización de un análisis de peligros en la elaboración de los dos productos propuestos.
3. Descripción de los procedimientos, actuaciones y controles necesarios para la implantación del plan APPCC

4. METODOLOGÍA

4.1. Metodología utilizada para la recopilación e interpretación del marco legal

El marco legal de referencia utilizado para definir el alimento contemplado está basado en normativas que permiten adaptar el producto al mercado y cumplir una serie de especificaciones en cuanto a la elaboración y comercialización de ambos tipos de burger. La documentación utilizada se encuentra disponible en bases de datos y portales electrónicos como el Boletín Oficial del Estado (BOE) a nivel nacional, y EUR-lex a nivel comunitario del Parlamento y Consejo Europeo entre otros Organismos e Instituciones colaboradoras.

Adicionalmente y como complemento del marco legal aplicable a estos productos en cuestión, se han empleado otros portales electrónicos pertenecientes a Organismos Nacionales en relación a la inocuidad en la industria alimentaria como son la Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición (AECOSAN) y el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

4.2. Metodología utilizada para el desarrollo de las doce etapas del plan APPCC

4.2.1. Formación del equipo de trabajo.

La formación del equipo APPCC se basa en la formación y experiencia del personal en las diferentes áreas que involucra el diseño del sistema de autocontrol.

4.2.2. Identificación del alcance del plan.

En el alcance del plan se han definido los tipos de peligros que abordará el sistema de autocontrol propuesto para el producto a lo largo del proceso productivo, y se determinaron las etapas a analizar.

4.2.3. Descripción del producto e identificación del uso previsto.

Para definir la descripción del producto e identificación del uso se ha realizado una descripción de los siguientes aspectos: materias primas empleadas, actividades realizadas para la fabricación del producto, producto final y uso previsto del producto.

4.2.4. Elaboración del diagrama de flujo.

De manera esquemática, se ha elaborado un diagrama de flujo que refleja la secuencia de etapas por las que pasa el producto y su interacción. Para cada etapa, se ha realizado una descripción detallada de las condiciones y parámetros establecidos, como son ingredientes utilizados, cantidades empleadas, características de los procesos tecnológicos utilizados,

maquinaria, perfil de tiempo y temperatura. Además, se ha utilizado el plano de la planta de procesamiento para representar el flujo del producto, del personal, de los ingredientes y de los residuos generados.

4.2.5. Confirmación in situ del diagrama de flujo.

El equipo APPCC es el encargado de confirmar in situ que el diagrama de flujo propuesto se corresponde con el proceso productivo real.

4.2.6. Principio 1. Realización de un análisis de peligros.

En el análisis de peligros se ha llevado a cabo un proceso de recopilación y evaluación de información sobre los peligros y las condiciones que los originan en cada etapa del proceso. Para elaborar la lista de peligros potenciales se ha empleado la metodología de “lluvia de ideas”, y se han clasificado los peligros en tres grupos: biológicos, químicos y físicos. Para decidir cuáles son importantes para la inocuidad del producto se ha realizado una evaluación del riesgo de cada peligro, basada en decidir si la potencialidad de cada uno de ellos es significativa para la seguridad del producto. Si es así, estos peligros se plantean en el Sistema APPCC. Los criterios utilizados para llevar a cabo dicha evaluación han sido la probabilidad de que se presente el peligro y la severidad de las consecuencias para la salud debidas a la exposición al peligro. Se emplea para ello un modelo bidimensional de evaluación del riesgo para la salud, donde se presentan ambos parámetros en una escala de alta, media, baja o insignificante, indicado en la Figura 1 del Anexo I. Los peligros clasificados con riesgo crítico o mayor se consideran peligros significativos, mientras que aquellos con riesgo menor o insignificante son considerados peligros no significativos. En alguna ocasión se considera un peligro significativo únicamente por alta severidad. Por último se han determinado las medidas preventivas para cada peligro con el fin de evitar que éste aparezca o, al menos, evitar que persista en el producto final. En todos los casos, este análisis de peligros se ha basado en consultas bibliográficas (datos epidemiológicos, información científica y características del producto) y evaluaciones del riesgo publicadas por organismos reconocidos internacionalmente.

4.2.7. Principio 2. Establecimiento de los puntos de control crítico.

Para establecer los Puntos de Control Crítico (PCCs) se ha utilizado el árbol de decisiones del *Codex Alimentarius* y FAO/OMS representado en la Figura 2 del Anexo I.

4.2.8. Principio 3. Establecimiento de los límites críticos para cada PCC.

Con el fin de establecer los límites críticos para cada PCC se ha consultado la normativa vigente, guías de buenas prácticas de higiene de los alimentos de organismos reconocidos mundialmente y datos propios experimentales. En algunos casos, se indica un nivel objetivo enfocado a prevenir que ocurra una desviación dentro de estos límites, y una tolerancia de error que no comprometa la seguridad del producto. Ambos parámetros dentro de los límites críticos.

4.2.9. Principio 4. Establecimiento de un sistema de vigilancia para el control de cada PCC.

Con el objetivo de llevar a cabo el control de cada PCC se ha establecido la secuencia planificada de observaciones y medidas enfocadas a evaluar si éstos se encuentran dentro de los límites críticos. Este procedimiento de vigilancia queda documentado por escrito.

4.2.10. Principio 5. Establecimiento de acciones correctoras.

Mediante la técnica de “lluvia de ideas” se han establecido las medidas predeterminadas y documentadas que deben ponerse en práctica únicamente cuando los resultados de la vigilancia de los PCCs muestran alguna desviación, es decir, cuando se incumple un límite crítico. Se planifica cómo corregir la desviación detectada, qué hacer con el producto y cómo evitar que vuelva a suceder. En cualquier caso se ha comprobado que las acciones propuestas son efectivas buscando opiniones y recomendaciones científicas.

4.2.11. Principio 6. Establecimiento de un sistema de verificación del plan APPCC.

Con el objetivo de evaluar la eficacia del plan APPCC y comprobar si éste se ajusta lo planificado, se han desarrollado los procedimientos de comprobación distintos de la vigilancia, la frecuencia y el responsable de su aplicación. El registro de verificación queda documentado por escrito.

4.2.12. Principio 7. Establecimiento de un sistema de registro y documentación.

Es obligación de la entidad disponer de un sistema de documentación en el que se recojan todos los elementos del sistema APPCC y organizar dichos registros de una manera eficaz y precisa. Se ha elaborado documentación referente a la descripción y uso previsible del producto elaborado, diagrama de flujo, identificación y análisis de peligros, sistemas de vigilancia y acciones correctoras, procedimientos de verificación, registros de temperaturas y tratamientos térmicos, y registros de mantenimiento interno de equipos.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Marco legal

La base de cualquier proceso productivo alimentario, y de este en particular, son los principios generales del *Codex Alimentarius* en Higiene de los Alimentos². En concordancia con estos principios, se muestra en la Tabla 3 del Anexo II la recopilación de normativa legal relacionada con la industria alimentaria y aplicable a este plan.

5.2. Etapas del plan APPCC

5.2.1. Formación del equipo de trabajo.

El equipo APPCC está compuesto por personal con conocimientos y experiencia en los productos elaborados en cuestión, el proceso productivo y los peligros potenciales asociados a éste. Está formado por personal con conocimientos en tecnología, legislación, higiene y microbiología alimentarias, así como en el funcionamiento de los equipos empleados.

5.2.2. Identificación del alcance del plan.

El plan APPCC elaborado abarca todo tipo de peligros biológicos, químicos y físicos que puedan presentarse tanto en las materias primas como a lo largo de todo el proceso productivo de los dos productos, sin incluir las etapas de etiquetado, distribución y venta. En una aproximación, el plan está adaptado para una producción diaria de 500 unidades.

5.2.3. Descripción del producto e identificación del uso previsto.

En la Tabla 1 del Anexo II se presenta la ficha de descripción del producto final. También se presenta en la Tabla 4 del Anexo II la descripción de materias primas y materiales auxiliares empleados en el proceso de fabricación.

5.2.4. Elaboración del diagrama de flujo.

En el Anexo II se incluyen los diagramas de flujo de forma esquemática y descriptiva, y el plano de la planta de procesado con los distintos flujos del producto, ingredientes y personal.

5.2.5. Confirmación in situ del diagrama de flujo.

El diagrama presentado se ha confirmado in situ comprobándose que se consiguen dos de los principios fundamentales de higiene en la industria alimentaria: marcha hacia adelante del producto sin retrocesos, y evitar cruces entre producto / materia prima / personal que ocasione

contaminación cruzada. Estos principios están referidos en el *Reglamento (CE) n°852/2004 relativo a la higiene de los productos alimenticios*⁷.

5.2.6. Principio 1. Realización del análisis de peligros.

En las Tablas 1 - 33 del Anexo III se presenta el análisis de peligros para cada etapa del proceso productivo.

En este análisis se incluye el peligro potencial, la causa origen de ese peligro, la evaluación de la probabilidad y severidad de cada peligro, lo cual deriva en una categoría de riesgo para el consumidor (significativo o no significativo), y por último las medidas preventivas o de control para prevenir, eliminar o reducir a un nivel aceptable cada uno de los peligros significativos. En cuanto a severidad de los daños derivados del peligro hacia el consumidor se han clasificado en tres categorías, severidad alta (amenaza para la vida), media (daños graves o crónicos), y baja (daños moderados o leves). Algunos peligros se han considerado significativos únicamente por su alta severidad. La probabilidad está basada en el tanto por ciento de ocurrencia del peligro en una población.

A continuación se exponen los resultados de la revisión bibliográfica de peligros que pueden estar relacionados con los productos de interés. Esta información ha servido de base para la identificación de peligros, evaluación de la probabilidad y severidad del riesgo, identificación de las medidas preventivas o de control efectivas en el proceso de elaboración, determinación de los PCCs y de sus límites críticos y establecimiento de procedimientos de verificación.

5.2.6.1. Identificación de peligros biológicos

***Salmonella spp*⁸.**

Salmonella es un género de la familia *Enterobacteriaceae* y pertenece a un grupo de bacterias que están presentes en el intestino de personas y animales sanos tales como aves de corral, ganado vacuno y porcino, y animales domésticos, de forma que las heces son el principal foco de contaminación a los alimentos y al agua. Cuando llega a los alimentos frescos tiene la habilidad de multiplicarse muy rápidamente, del orden de duplicar su número cada 15 o 20 minutos si la temperatura ambiente supera los 30°C, y cuando una persona ingiere dicho alimento contaminando, el gran número de bacterias provoca salmonelosis, la infección gastrointestinal provocada por dicha bacteria.

Tabla 1. Condiciones de crecimiento de *Salmonella spp.* (Fuente: ELIKA)

	Minimo	Optimo	Máximo
Temperatura	5,2	35-43	46,2
pH	3,8	7-7,5	9,5
Actividad del agua	0,93	0,99	>0,99

De los 2500 serotipos de *Salmonella* que pueden crecer en humanos y animales, los más importantes desde el punto de vista de la seguridad alimentaria son Enteritidis (45%) y Typhimurium (22,4%). En Europa, el serotipo Enteritidis se ha convertido en el predominante, principalmente asociado al consumo de huevos o carne de pollo contaminados. El serotipo Typhimurium es el segundo serotipo más común después de *S. Enteritidis* en muchos países, siendo las principales fuentes de infección el ganado vacuno y porcino.

En ambas materias primas, *Salmonella spp* puede llegar a los alimentos por diferentes vías:

- Contaminación del agua de riego o heces de animales contaminados.
- Manipuladores de alimentos sin medidas adecuadas de higiene
- Contaminación cruzada con otros alimentos

El principal tratamiento térmico para inactivar *Salmonella spp* durante la transformación y preparación de alimentos crudos es una temperatura de 70°C. Asimismo, es indispensable mantener la cadena de frío durante el transporte, almacenamiento y distribución de las materias primas.

En 2012 el número de casos de *Salmonella* humana reportados continuó disminuyendo hasta confirmarse 91.034 casos (22 casos por 100.000 habitantes) reportados por 27 Estados Miembros de la Unión Europea. En el mismo año se reportaron 61 muertes debido a salmonelosis no tifoidea del 45% de casos que fueron hospitalizados. España confirmó en 2012 un total de 4.181 casos de salmonelosis, lo que supone 36,2 casos por 100.000 habitantes y un 4,6% de los casos de la Unión Europea⁹.

En 2012 un total de 24 Estados Miembros de la Unión Europea reportaron 1.533 brotes de origen alimentario causando salmonelosis humana, lo cual constituye un 28,6% del número total de brotes notificados de enfermedades transmitidas por los alimentos en la UE. De ese total, en España se produjeron 225⁹.

En España a través del SCIRI se produjeron cuatro notificaciones por *Salmonella* en productos de origen no animal⁵. Desde el año 2012 hasta la actualidad, se han derivado por medio de RASFF, siete alertas alimentarias debido a *Salmonella* en frutas y hortalizas⁶.

***Campylobacter spp*¹⁰.**

Campylobacter pertenece a un grupo de bacterias que habita en el intestino de aves sanas y que se transmite al ser humano a través del consumo de carne cruda o poco cocinada, comportándose como un patógeno invasor produciendo la toxiinfección “Campylobacteriosis” con concentraciones de toxina muy bajas. La bacteria está ampliamente presente en la naturaleza, siendo su principal reservorio el tracto digestivo de mamíferos y aves. El agua de riego contaminada es otro reservorio importante de *Campylobacter spp*, así como la contaminación fecal del suelo que afecta a los vegetales cosechados en dicho suelo. La refrigeración ($T^a < 10^{\circ}\text{C}$) detiene el crecimiento de este microorganismo y la congelación inactiva parte de la población. A pesar de que algunas de las especies más patógenas son termotolerantes, se pueden considerar que son sensibles al calor, ya que no sobreviven a tratamientos térmicos superiores a 60°C . La temperatura óptima de crecimiento se sitúa en torno a los 42°C . Las dos especies más importantes implicadas en alimentos son *C. jejuni*, con un 90% de los brotes, y *C. coli*.

Las vías de transmisión *Campylobacter spp*. son:

- Contaminación en origen a través de los alimentos o del agua contaminada, o por contacto con animales infectados.
- Contaminación en el proceso por falta de higiene e inadecuada manipulación de los alimentos, bien sea por el agua de riego y lavado o por contaminación cruzada por parte de los manipuladores u otros alimentos.

Los principales alimentos asociados a la campilobacteriosis son la carne poco cocinada (sobre todo la de aves de corral) y la leche. También puede darse en las frutas y verduras regadas y/o lavadas con agua contaminada, en alimentos envasados en atmósfera modificada y en comidas preparadas listas para su consumo. La campilobacteriosis es una zoonosis asociada a una gastroenteritis aguda y dolor abdominal. Otros síntomas que aparecen son fiebre, malestar general, náuseas y vómitos. La enfermedad puede aparecer incluso una semana después de haber ingerido el alimento contaminado. Para la población general, las infecciones provocadas por *Campylobacter spp* no suelen ser graves, por lo que actualmente no suponen un riesgo importante de salud pública. Aunque bien es cierto que la pequeñez de su dosis infectiva (500

células) provoca gastroenteritis más fuerte que el género *Salmonella*, sobre todo en meses veraniegos.

En 2012, *Campylobacter* continuó siendo la causante de más cuadros de gastroenteritis en humanos pero descendió respecto a años anteriores. Se reportaron 214.268 casos confirmados, lo que supone 55.5 por cada 100.000 personas. Estos casos llevaron a 31 muertes durante el año. *C. jejuni* fue el causante en el 81% de las ocasiones. De ese total, España confirmó 5.488 casos. A su vez en el mismo año fueron reportados 501 brotes asociados a *Campylobacter spp*, la mayoría de ellos asociados a carne de pollo y leche⁹.

***Escherichia coli*¹¹.**

Escherichia coli pertenece a la familia *Enterobacteriaceae*. Es un grupo de bacterias presentes en el intestino del ser humano y animales, siendo la gran mayoría inocuas en ellos. Sin embargo, hay algunas cepas de *E. coli* productoras de toxinas, llamadas vero- toxinas que pueden causar cuadros gastrointestinales graves en el ser humano. Los rumiantes, y en particular el ganado bovino y ovino, son el principal reservorio de estas bacterias. Los animales portadores no muestran ningún signo clínico y eliminan las bacterias por las heces.

Las cepas de *E. coli* verotoxigénica (ECVT) sobreviven durante meses en el estiércol contaminando las aguas de riego, y por tanto verduras, frutas y suelos. Para controlar el crecimiento hay que mantener la cadena del frío a lo largo de todo el proceso. Se pueden eliminar con un tratamiento térmico a 65°C.

Tabla 2. Condiciones de crecimiento de *E. coli* (Fuente: ELIKA)

	Minimo	Óptimo	Máximo
Temperatura	7-8	35-40	46
pH	4,4	6-7	10
Actividad del agua	0,95	0,995	---

El serogrupo que se asocia más frecuentemente con toxiinfecciones en humanos es *E. coli* verotoxigénica (ECVT) O157:H7. La infección que provoca *E. coli* es una zoonosis de origen alimentaria y puede transmitirse a los humanos a través de:

- el consumo de los productos alimenticios contaminados
- en origen por agua de riego contaminada con estiércol procedente de las heces de los animales
- contaminación cruzada en fases de transformación de los alimentos

La fuente más frecuente de toxiinfección por *E. coli* es la carne de vacuno y los productos cárnicos de vacuno que hayan sido poco cocinados, así como la leche cruda sin pasteurizar y los productos elaborados con ella. Pero también las frutas y verduras lavadas o regadas con agua contaminada pueden ser transmisoras de la bacteria. También los alimentos cocinados listos para el consumo (RTE) pueden estar contaminados con *E.coli* por contaminación cruzada con materia prima contaminada. La infección que provoca *E.coli* es una zoonosis de origen alimentaria a través del consumo de los productos alimenticios contaminados. En los adultos sanos, los síntomas suelen ser diarrea grave, acompañada de cólicos abdominales que suelen aparecer dos o tres días después del consumo del alimento contaminado, y los afectados se recuperan de la infección en el plazo de una semana.

En 2012 el número total de casos confirmados de ECVT en la UE fue de 5.671, lo que representa un descenso del 40% respecto al año 2011. El aumento excesivo en el año 2011 fue debido al brote ocurrido en Alemania donde se vieron afectadas 3.800 personas debido a la toxina producida por ECVT O104:H4. Por países, España notificó 31 casos confirmados de ECVT (0,04 casos por 100.000 habitantes)⁹.

***Listeria monocytogenes*¹².**

Listeria monocytogenes es un patógeno emergente y ampliamente difundido en la naturaleza (agua, tierra, materia fecal, vegetación, etc.). Es psicrótrofo por lo que puede crecer a temperaturas de refrigeración. Además tiene una alta resistencia, a veces mayor que algunos microorganismos esporulados, y puede llegar a vivir durante tiempos prolongados. Se encuentra también en el intestino de animales y personas que actúan como portadores. También se encuentra en el suelo, paredes, techos y equipos de plantas de procesamiento de alimentos debido a su capacidad de crear biofilms, y se ha aislado de una gran variedad de alimentos listos para consumo (RTE) de origen vegetal. Estos alimentos ya cocinados almacenados en refrigeración se consideran los principales en cuanto a riesgo de crecimiento de *L. monocytogenes*.

El crecimiento de este microorganismo depende de las propiedades intrínsecas del alimento, en concreto pH y actividad de agua, y de las extrínsecas, como son temperatura de almacenamiento y humedad relativa. La temperatura ideal de multiplicación está entre 30 y 37°C pudiendo crecer a temperaturas menores a 5°C. Requiere un pH neutro o algo alcalino. Puede soportar altas concentraciones de sal y una actividad de agua de 0,92. Comparada con otras toxiinfecciones alimentarias, la listeriosis es una enfermedad de elevada tasa de mortalidad (20-25%). Requiere altas dosis infectivas (10^3 UFC/g) y la respuesta de la población a este patógeno depende del hospedador.

En 2012, fueron reportados en la Unión Europea 1.642 casos de listeriosis, incrementándose respecto al año anterior. España fue uno de los países que más casos reportó, con un total de 107. Sobre todo los casos se refirieron a personas de edad avanzada o inmunodeprimidas, y niños menores de un año. Como se ha dicho, la listeriosis es una de las principales toxiinfecciones que causan muertes; en 2012 fallecieron 198 personas por este hecho en UE⁹.

Desde el año 2010 se han notificado a través del RASFF, cuatro alertas debido a *L. monocytogenes* en alimentos. Tres de ellas fueron en setas refrigeradas originarias de Corea del Sur. La otra alerta fue debida a presencia de *L. monocytogenes* en productos vegetales frescos cortados originarios de Bélgica⁶.

***Clostridium spp*¹³.**

Clostridium es un género de bacterias anaerobias formadoras de esporas productoras de toxinas que están ampliamente distribuidas en la naturaleza, y forman parte de la flora intestinal de animales y personas transmitiéndose al ser humano a través de alimentos contaminados y generando toxiinfecciones alimentarias. Esta bacteria es ubicua en el medio ambiente, y sus esporas se encuentran habitualmente en el suelo, polvo y en el tracto digestivo de los animales terrestres y marinos. En consecuencia, pueden transmitirse a una amplia gama de alimentos, tanto alimentos crudos, como parcialmente tratados. *Clostridium* crece a un pH superior a 4,6 y en condiciones de ausencia de oxígeno en alimentos envasados al vacío. Las especies más importantes asociadas al consumo de alimentos contaminados y mayormente causantes de toxiinfecciones alimentarias son *Clostridium botulinum* y *Clostridium perfringens*.

Las vías de contaminación son muy claras:

- Contaminación fecal en producción primaria por el uso de estiércol contaminado como abono
- Contaminación cruzada en las fases posteriores de transformación de los alimentos, y en la preparación y cocinado de los alimentos en el hogar
- Contaminación cruzada por parte de los manipuladores de alimentos portadores de la bacteria
- Contaminación a través del agua de riego

Aunque no es tan común la contaminación por toxinas de *Clostridium* en frutas y hortalizas como lo es en conservas, puede presentarse en menor medida ya que estos productos exigen una gran manipulación y etapas de procesado.

En humanos, la toxina botulínica de *Clostridium botulinum* a pequeñas dosis genera la intoxicación conocida como botulismo con consecuencias graves, ya que afecta al sistema nervioso provocando trastornos nerviosos e insuficiencia respiratoria pudiendo ser fatal en algunos casos. Esta toxina es sensible a un tratamiento térmico de 80°C durante 10 minutos. La enterotoxina de *Clostridium perfringens* afecta al sistema digestivo produciendo gastroenteritis, caracterizada por malestar estomacal y diarrea. Esta toxina también es destruida con un tratamiento de 80°C durante 10 minutos.

Por el contrario, las esporas generadas por ambas especies son resistentes a tratamientos inferiores a la esterilización. En el caso de *C.botulinum* debido a la elevada resistencia al calentamiento de sus esporas, se introdujo la mejora de la cocción botulínica o “proceso 12D” para alimentos enlatados de acidez baja principalmente.

En el año 2012 trece Estados Miembros reportaron 172 brotes causados por especies del género *Clostridium*. El porcentaje creció desde 2010 en un 100%. En España, un brote debido a *C. perfringens* asociado a “otro tipo de comidas” generó 57 casos con dos hospitalizaciones y una muerte, siendo éste uno de los más importantes brotes a nivel europeo de este año. Los productos vegetales representaron un 3,7% de los alimentos implicados en brotes causados por toxinas de *Clostridium*⁹.

A través del SCIRI en 2012 se produjo una notificación relativa a toxina botulínica en aceitunas de producción ecológica⁵ y por medio del RASFF una alerta por presencia de *C. botulinum* en olivas procedentes de Italia⁶.

***Bacillus cereus*¹⁴.**

Bacillus cereus es una bacteria gram-positiva productora de esporas y formadora de toxinas termoestables ampliamente distribuida en el medio ambiente. Debido a su ubicuidad puede ser transmitida al ser humano a través de alimentos contaminados, generándole una toxiinfección alimentaria de dos tipos: por una parte una intoxicación debido a las propias toxinas y, por otra parte, una infección por la ingesta de células que producen enterotoxinas en el intestino delgado. Esta especie patógena se encuentra en suelos, polvo, aguas y vegetación, por lo que está presente habitualmente en una gran variedad de materias primas y alimentos de origen agrícola, tales como frutas y hortalizas. Las concentraciones de *Bacillus cereus* presentes en dichos alimentos son bajas para producir toxiinfecciones alimentarias, sin embargo, su habilidad para formar esporas hace que sobreviva a lo largo del procesado, y una inadecuada conservación excediendo tiempo y temperatura potencia su multiplicación a niveles que producen toxiinfecciones.

Sus esporas son bastante resistentes a la temperatura y pueden crecer y multiplicarse en condiciones adversas. También lo son las toxinas eméticas de *Bacillus cereus*, pero éstas no pueden producirse a temperaturas inferiores a 10°C o en anaerobiosis.

Tabla 3. Condiciones de crecimiento de *Bacillus cereus*. (Fuente: ELIKA)

	Mínimo	Óptimo	Máximo
Temperatura	4	30-40	55
pH	5	6-7	8,8
Actividad del agua	0,93	--	--

Bacillus cereus se considera de gran relevancia en cuanto a la producción de toxiinfecciones alimentarias y puede transmitirse a las personas a través del consumo de alimentos contaminados por falta de higiene o contaminación cruzada en las fases de recepción, almacenamiento o transformación. En alimentos mínimamente procesados es un importante agente deteriorante dado que sus esporas son altamente resistentes en el medio.

Los dos tipos de toxiinfecciones alimentarias que *Bacillus cereus* provoca son:

- Intoxicación emética debida a la ingesta de la toxina formada en el alimento caracterizada por náuseas y vómitos
- Toxiinfección gastrointestinal debida a la ingesta de células y esporas de *Bacillus cereus* que producen enterotoxinas en el intestino delgado, caracterizada por diarrea, náuseas y dolores abdominales

En 2012, diez Estados Miembros de la Unión Europea informaron de 259 brotes causados por toxinas de *Bacillus cereus*. En España se dieron 8 brotes, 71 casos, con dos hospitalizaciones y ningún fallecido. El grupo de vegetales constituyó el 5,3% de los brotes en la UE en ese mismo año⁹.

A través de RASFF desde el año 2012 hasta la actualidad se han notificado 4 alertas debido a este peligro en frutas y hortalizas, una de ellas debido a presencia de *B. cereus* en setas crudas procedentes de Vietnam⁶. En el año 2012 se tramitó a través del SCIRI una alerta por presencia de *Bacillus cereus* en hortalizas procedentes de Alemania con origen España⁵.

*Staphylococcus aureus*¹⁵

Staphylococcus es un género de bacterias anaerobias gram-positivas productoras de enterotoxinas termoestables ampliamente distribuida en el medio ambiente y presente en las mucosas de los animales y personas, transmitiéndose al ser humano a través de alimentos contaminados, generándole una toxiinfección alimentaria. *S. aureus* es una bacteria muy resistente en el medio ambiente y ampliamente distribuida en la naturaleza que puede encontrarse en el aire, agua y superficies de la industria alimentaria. Pero su principal reservorio son los animales y humanos, encontrándose en la piel, cabello, fosas nasales y garganta. En consecuencia, puede transmitirse a una amplia gama de alimentos, principalmente a alimentos derivados de animales y a alimentos consumidos en crudo. En cuanto a las condiciones de supervivencia, *S. aureus* es una de las bacterias patógenas humanas formadoras de toxinas más resistente y puede sobrevivir durante largos periodos de tiempo en condiciones hostiles. Asimismo, sus toxinas son altamente estables y resisten el calor, la congelación e irradiación, por lo que una vez formadas en el alimento, es extremadamente difícil eliminarlas.

Tabla 4. Condiciones de crecimiento de las toxinas producidas por *S. aureus*. (Fuente: ELIKA)

	Mínimo	Óptimo	Máximo
Temperatura	10	40-45	48
pH	4	7-8	9,6
Actividad del agua	0,85	0,98	0,99

Las principales vías de transmisión de la toxina estafilocócica son:

- Contaminación cruzada en las fases posteriores de transformación de los alimentos, y en la preparación y cocinado en el hogar
- Los manipuladores de alimentos portadores de *S. aureus*

En los últimos años, los alimentos más implicados en brotes de *S. aureus* han sido leche cruda y queso. También se ven implicados el resto de alimentos tanto crudos como preparados, a temperatura ambiente o en refrigeración. Los síntomas que presenta la toxiinfección por *S. aureus* son náuseas, vómitos y dolores estomacales, y ocurren rápidamente tras haber ingerido el alimento. El tratamiento principal de inactivación de *S. aureus* consiste en aplicar calor por encima de 45°C, pero si las toxinas ya se han formado previamente, la destrucción de las

células vegetativas no inactiva la actividad de las enterotoxinas formadas. Asimismo, es necesario mantener la cadena del frío durante el transporte, almacenamiento y distribución de los alimentos crudos susceptibles de ser contaminados con *Staphylococcus*.

En 2012 llegaron a la EFSA 346 brotes causados por toxinas estafilocócicas. Esto representó el 6,4% de todos los brotes reportados en la UE. España reportó 20 brotes con 159 casos. El escenario más común fue restaurantes, bares y hoteles que servían comidas. Los factores que más afectaron fueron abuso de tiempo y temperatura de almacenamiento e inadecuado cocinado⁹.

Virus¹⁶

Dentro de las varias familias de virus de transmisión alimentaria causantes de toxiinfecciones que se distinguen en la actualidad, los virus entéricos más importantes son Norovirus y Virus de la Hepatitis A (VHA). Estas dos familias son entéricas, es decir, infectan las células del tracto gastrointestinal de los animales y seres humanos. Norovirus es el responsable de aproximadamente el 90% de los brotes de gastroenteritis no bacteriana en todo el mundo y responsable del 50% de los brotes de gastroenteritis por intoxicación alimentaria en países como EE.UU. El Virus de la Hepatitis A causa la Hepatitis A, y es la forma más común de hepatitis en todo el mundo. El ser humano es el reservorio principal de los norovirus y virus de la hepatitis A. Estos virus son muy persistentes en el medio ambiente y son resistentes a tratamientos físicos y químicos de depuración de las aguas residuales. Por ellos, las aguas contaminadas son las vías principales de transmisión de dichos virus a los alimentos, principalmente a los vegetales frescos. Los norovirus también han sido detectados en cerdos, ganado vacuno, ratones, ovejas, gatos y perros. En el caso del virus de la Hepatitis A, su principal reservorio es el porcino.

Afortunadamente, los virus entéricos no pueden multiplicarse ni producir toxinas en los alimentos pero son muy persistentes y, pueden mantenerse viables en alimentos como frutas y verduras frescas mantenidos a temperaturas frías, por ejemplo, durante semanas a temperaturas de refrigeración y meses a temperaturas de congelación. También pueden permanecer viables en el medio acuático durante largos periodos de tiempo. En general, estos virus resisten también altas temperaturas y altas dosis de radiaciones utilizadas como tratamiento de conservación de alimentos transformados. Los norovirus resisten también los pH ácidos o básicos. No obstante, no es posible estandarizar las condiciones de crecimiento de los virus, ya que difieren dependiendo del tipo de virus. Por ejemplo, una humedad elevada favorece el crecimiento de los norovirus, mientras que una humedad baja hace crecer a los VHA.

Los virus entéricos se pueden transmitir al ser humano por dos vías:

- Directa, por contacto de persona portadora del virus a persona sana
- Indirecta, a través de los alimentos contaminados por malas prácticas de higiene en cualquier etapa del proceso productivo

El principal tratamiento de inactivación es la temperatura, aunque varía según el tipo de virus. Los norovirus se inactivan a 60°C durante 30 minutos, mientras que el VHA se inactiva a esa misma temperatura durante 10 minutos.

La gastroenteritis vírica presenta unos síntomas comunes como son náuseas, vómitos y diarrea, tras un periodo corto de incubación (12-48 horas). Por otro lado, la Hepatitis A causa en los humanos fiebre, malestar general, náuseas, vómitos y dolor abdominal tras un periodo de incubación de 1 a 2 meses.

En 2012 se produjeron 752 brotes de origen alimentario relacionados con virus, principalmente con el Virus de Norwalk. Esto representa el 14% de todos los brotes a nivel europeo, y se incrementa respecto al año anterior en un 44%. Bien es cierto que solo un pequeño porcentaje presentaron fuertes evidencias de la enfermedad. Uno de ellos fue el causado en Alemania por norovirus, donde 10.950 personas se vieron afectadas. Este brote se dio en la cocina de un comedor escolar y se debió a fresas contaminadas originarias de China. España reportó 13 brotes con 515 casos implicados, un número muy elevado⁹.

Parásitos

Los parásitos son organismos que sobreviven a expensas de otros organismos vivos, generalmente más complejos, alimentándose a partir de sus nutrientes y sin ofrecer ningún beneficio a cambio. Este organismo infectado actúa como huésped mientras que el parásito es el agente infeccioso. Al ser infectado, el huésped puede convertirse en portador asintomático de la patología o verse alterado negativamente por la aparición de síntomas clínicos. La contaminación por parásitos más frecuente en vegetales es por contaminación en origen por uso de agua de riesgo contaminada con parásitos. Pero también puede incorporarse este peligro a lo largo del proceso de fabricación por malas prácticas higiénicas. En cuanto a los principales métodos de inactivación de los parásitos, la legislación europea garantiza la inactivación con tratamientos de pasteurización y cocción al vacío, como es en este caso. Un periodo mínimo de 24 horas a temperatura de congelación igual o inferior a -18°C también garantiza la inactivación de las larvas¹⁷. Los dos principales parásitos estudiados en este plan son *Toxoplasma gondii* y *Giardia lamblia*. Ambos parásitos protozoos puedan llegar al hombre mediante el consumo de productos vegetales contaminados por el agua o heces con

quistes de *Toxoplasma*, o también por alimentos poco cocinados. A diferencia de las bacterias, los parásitos no se multiplican en los alimentos ni producen toxinas, pero son muy resistentes a operaciones de manipulación y refrigeración. Aunque la Toxoplasmosis es la zoonosis parasitaria con mayor incidencia en humanos, se conoce que la infección es asintomática en el 80% de los casos, en los cuales provoca síntomas leves como fiebre¹⁸. Del mismo modo la giardiasis puede provocar en los humanos desde diarreas y dolor abdominal hasta mala absorción en los casos graves¹⁹. Por ello, la aplicación de un sistema APPCC es muy eficaz para garantizar el control del peligro junto con unas buenas prácticas de higiene. Como garantía de seguridad alimentaria, se recomiendan tratamientos térmicos en productos cárnicos superiores a 67°C¹⁸.

Peligro de contaminación con bacterias patógenas en el proceso de elaboración

El grado de contaminación de las materias primas va a depender en gran parte de las condiciones higiénicas que se han llevado a cabo en la producción primaria. El plan de control de materias primas y proveedores aborda este problema y, mediante unas especificaciones de compra, garantiza unos requisitos de inocuidad en los ingredientes. Una vez dentro del proceso productivo, tanto en las materias primas como en el producto semi-elaborado, la contaminación depende del contacto del alimento con otros productos, el grado de limpieza de las instalaciones, los equipos utilizados o el personal de planta entre otros factores.

El microorganismo patógeno mayormente asociado a la contaminación, y sobre todo a la contaminación cruzada, es *Staphylococcus aureus*. La contaminación por *S. aureus* en la industria de los vegetales puede aparecer en diversidad de etapas, ya que son alimentos muy manipulables y con alta superficie de contacto. Como se describe en la identificación de peligros, por ejemplo mediante contacto con equipos de lavado que no han sido limpiados adecuadamente. También es frecuente la contaminación cruzada por el uso de cuchillos previamente utilizados en otras etapas. En las etapas manuales en las que el manipulador juega un papel fundamental también puede aparecer este tipo de contaminación. En todos los casos, unas condiciones higiénicas adecuadas y de limpieza eficaces reducen la probabilidad de que se produzca todo tipo de contaminaciones.

Otro microorganismo asociado a contaminación es *Listeria monocytogenes*. Este agente capaz de formar películas en los equipos conocidas como biofilms, se adhiere durante varios ciclos de uso del equipo y es capaz de resistir en condiciones adversas. Estos biofilms aparecen cuando las operaciones de limpieza son inadecuadas o nulas. También se ha encontrado persistencia de *L. monocytogenes* en cuchillos de acero inoxidable²⁰. Como en el caso de *S. aureus*, debido a su amplia ubicuidad, este tipo de microorganismos poseen muchas

oportunidades de contaminar los alimentos en cualquier etapa de la producción, siendo de esta forma como el ser humano adquiere la infección.

Peligro de multiplicación de bacterias patógenas en el proceso de elaboración

El factor más importante en la multiplicación de un microorganismo es la temperatura del ambiente en el que se encuentra. Tal y como se muestra en la Tabla 5, el rango óptimo de crecimiento de la mayoría de microorganismos patógenos (situados en el grupo de microorganismos mesófilos) se sitúa entre 30 y los 45°C, aunque es conocido que por debajo de 20°C y a temperaturas de refrigeración hay especies dañinas para el ser humano que pueden multiplicarse a un ritmo significativamente menor.

Tabla 5. Rango de temperaturas de crecimiento de microorganismos patógenos

Tipo de microorganismo	Temperatura mínima (°C)	Temperatura óptima (°C)	Temperatura máxima (°C)
Mesófilo	5-15	30-45	35-47
Psicrófilo	-5 +5	12-15	15-20
Psicrótrofo	-5 +5	25-30	30-35
Termófilo	40-45	55-75	60-90

Por ello, las temperaturas de refrigeración son la principal medida de control de este peligro, en cualquier etapa del proceso. En esta situación lo que ocurre es que la velocidad de crecimiento de los microorganismos disminuye debido a que los periodos de latencia se alargan más de lo debido. A temperaturas de refrigeración (0-5°C), los microorganismos psicrófilos crecen más rápidamente que los mesófilos, por lo que ese descenso de la temperatura ya supone un factor de selección importante en la flora de la materia prima o alimento. El caso más extremo de crecimiento a temperaturas de refrigeración en este tipo de alimentos es *L. monocytogenes*, el cual puede llegar a multiplicarse a una temperatura de almacenamiento de 1°C.

El tiempo de cada etapa también es un factor a tener en cuenta. Tiempos de espera prolongados o etapas con una duración excesiva hacen que la probabilidad de proliferación microbiana aumente. En este plan, el peligro de multiplicación de bacterias patógenas se considera como un riesgo no significativo ya que el tiempo que transcurre por etapa no es lo suficientemente largo como para que se produzca la multiplicación, por lo tanto, la probabilidad de presentación del peligro se considera baja, siempre y cuando se mantenga la

cadena del frío. Existen otros factores que condicionan la multiplicación microbiana, pero que en este plan no se contemplan ya que no son representativos para este alimento, como lo son un pH inferior a 4 ó un valor de actividad de agua por debajo de 0,85.

Peligro de persistencia de bacterias patógenas en el proceso de desinfección de vegetales

El alcance de un tratamiento desinfectante depende del compuesto utilizado y de los microorganismos a eliminar. A su vez, la eficacia varía mayormente con la concentración empleada, y en menor medida con el pH de la solución empleada y el tiempo de contacto²¹. El cloro es el desinfectante más utilizado en la industria alimentaria, y en este caso es el empleado. Cuando el cloro se disuelve en agua se forma ácido hipocloroso y clorhídrico. Este ácido hipocloroso se encuentra en el medio en equilibrio con su forma disociada ($H^+ + OCl^-$), y es ésta la forma activa frente a los microorganismos. Es altamente reactivo en presencia de materia orgánica, lo que produce oxidación de muchos grupos funcionales de los microorganismos y formación de compuestos volátiles más o menos tóxicos para el ser humano. Su capacidad de destrucción de microorganismos depende de la cantidad de cloro libre residual presente en el medio, es decir, el ácido hipocloroso restante después de reaccionar con la materia orgánica^{21 22}.

En general se emplean concentraciones entre 50 y 200 ppm durante 1-5 minutos (FDA, 2001) para reducir un máximo de dos unidades logarítmicas. El valor de pH de la solución acuosa debe situarse entre 6,5 y 8 para lograr un correcto equilibrio entre ácido hipocloroso e ión hipoclorito. De esta forma el efecto desinfectante es máximo y los volátiles producidos por la reacción mínimos. Según estos datos, se recomienda que para tener una baja carga microbiana se empleen buenas prácticas en producción primaria. Otra ventaja de la adicción de agentes desinfectantes es que se logra evitar la contaminación cruzada con el agua de lavado, ya que éstos tienen gran efectividad en reducir la carga microbiana en suspensión en el agua^{21 22 23}.

Con todos estos argumentos, se emplea esta etapa como parte de la fabricación de la burger congelada, y se trata de un punto de control crítico ya que no existe etapa posterior que reduzca la concentración de microorganismos. De esta forma, con unas buenas prácticas agrícolas y una correcta higiene durante la manipulación durante el proceso de fabricación, se garantiza la inocuidad del producto, el cual una vez congelado inhibe la contaminación y multiplicación microbiana.

Peligro de supervivencia de formas vegetativas patógenas en el proceso de elaboración

Según la bibliografía científica empleada, se concluye que temperaturas de mínimas de 90°C durante 10 minutos destruyen la forma vegetativa del microorganismo más termorresistente,

C. botulinum, y por tanto el resto de las formas vegetativas de las especies *Salmonella spp.*, *E. coli*, *L. monocytogenes*, *B. cereus* y *S. aureus*²⁴. En cuanto a las toxinas que pueden generar algunas especies en caso de supervivencia, las dos de mayor importancia son las producidas por *S. aureus* y *B. cereus*, tal y como se especifica en la identificación de estas especies en apartados anteriores. En el primer caso, una vez formada la toxina estafilocócica en el alimento es muy difícil de eliminar, aunque la forma vegetativa haya sido inactivada. Por lo que los parámetros tiempo/temperatura del proceso deben de estar perfectamente definidos y verificados para eliminar la célula. En el caso de *B. cereus*, existe la posibilidad de formación de dos toxinas: la toxina estable, una vez formada, es resistente a los tratamientos térmicos. Por el contrario la toxina diarreica es termosensible a este tratamiento térmico.

Peligro de germinación de esporos bacterianos y desarrollo de formas vegetativas en el proceso de elaboración

Se define germinación como el proceso por el cual un espora latente desarrolla en forma de célula vegetativa activa. La forma por la cual se produce esta germinación es mediante una previa activación de las esporas, generalmente por calor. Las esporas de algunas especies son capaces de germinar sin una activación previa por calor, como es el caso de *B. cereus*, pero está comprobado que la tasa de esporas germinadas es menor que mediante una activación previa por calor. Las esporas de *B. cereus* son bastante resistentes en condiciones adversas, pero resisten un tratamiento a una temperatura inferior a 100°C como es el implantado en este plan (90°C/10min)²⁵. Por otro lado, *C. botulinum* y *C. perfringens* también son microorganismos productores de esporas. Las esporas de ambas especies también son resistentes al tratamiento térmico recibido^{26 27}. En este aspecto, el abatimiento de temperatura se realiza para asegurar que no se produzca esta germinación, pasando lo más rápidamente posible por las temperaturas críticas de germinación, descritas en 45-60°C.

5.2.6.2. Identificación de peligros químicos

Dioxinas, PCBs y HPAs

Las dioxinas y los bifenilos policlorados (PCBs) similares a las dioxinas (DL-PCBs) pertenecen al grupo de contaminantes orgánicos persistentes (COPs) y son compuestos tóxicos que se acumulan principalmente en los alimentos de origen animal (90%), transmitiéndose al ser humano a través de su consumo en altas concentraciones. Las dioxinas y los PCBs tienen propiedades químicas y características parecidas pero sus fuentes de emisión son diferentes: las dioxinas son productos que se generan como subproductos no intencionados en una serie de procesos químicos y procesos de combustión. Sin embargo, los

PCBs son compuestos químicos sintéticos que se utilizan en numerosas aplicaciones industriales. No obstante, su uso está prohibido desde el año 1985 debido a su toxicidad reproductiva y sus efectos bioacumulativos. Los PCBs que no se incluyen en el grupo de PCBs similares a dioxinas son los PCBs no planares²⁸.

Dioxinas y PCBs tienen en común que ambos compuestos son estables y extremadamente resistentes a la degradación química y biológica, por lo que son muy persistentes en el medio ambiente. Además, estos compuestos son muy solubles en grasas lo que hace que sean bioacumulables en los animales y en las personas. El compuesto más tóxico es la 2, 3, 7,8-tetracloro dibenzo-p-dioxina (TCDD), clasificada como cancerígena para el ser humano por la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC). Al resto de los compuestos se les ha clasificado como probables carcinógenos para el ser humano.

La vía de transmisión de estos componentes a los alimentos es a través del medio ambiente, acumulándose en agua y suelos y pasando así a los alimentos que de allí se desarrollan como son las hortalizas. La exposición accidental a largo plazo de las dioxinas se ha relacionado con algunos tipos de cánceres, así como con diabetes, afecciones de la piel, enfermedades cardiovasculares, efectos severos en el desarrollo neurológico, sistema inmunológico, aparato reproductor y daños hepáticos. La intoxicación con PCBs puede producir desde erupciones cutáneas hasta problemas hepáticos severos dependiendo de la cantidad ingerida.

Desafortunadamente tanto las dioxinas como los PCBs son bioacumulables en el tejido graso, por lo que no hay ningún tratamiento que lo elimine una vez acumulado en el alimento. Por ello, las medidas de prevención se dirigen principalmente a reducir los vertidos industriales de dioxinas al medio ambiente, tal y como establece la Estrategia Comunitaria sobre Dioxinas y PCBs. No obstante, al ser compuestos muy persistentes, pueden estar presentes en la naturaleza durante décadas, por lo que su eliminación es muy lenta²⁸.

Los hidrocarburos policíclicos aromáticos (HPAs) constituyen un amplio grupo de compuestos orgánicos formados por la fusión de dos o más anillos aromáticos. Estos compuestos se forman por la combustión de materia orgánica y en numerosos procesos industriales. Los humanos estamos expuestos a su riesgo por varias vías, siendo la principal la ingesta de productos alimenticios contaminados. Aunque los efectos de salud causados son diferentes, en muchos HPAs se ha demostrado su efecto potencialmente cancerígeno en humanos, produciendo tumores en diferentes órganos y tejidos. Su efecto sobre la salud se considera adverso a largo plazo²⁹.

La principal vía de exposición humana a los HPAs es por consumo de cereales y derivados, pescados y mariscos ahumados, y carnes a la parrilla. También pueden aparecer a nivel doméstico en preparaciones culinarias intensas como ahumado o asado. El benzo(a) pireno se utiliza como marcador de la presencia y el efecto de los HPAs cancerígenos. La mayoría de Agencias de Seguridad Alimentaria que han analizado el contenido de los HPAs en alimentos y su ingesta correspondiente, consideran que el riesgo es de baja preocupación para la salud humana²⁹.

En los últimos diez años, los niveles de HPAs en alimentos frescos sin procesar han descendido, lo que lleva a presuponer que los niveles medios en el medio ambiente también han descendido²⁹.

Metales pesados

Los metales pesados son generados en los procesos industriales y acumulados en los alimentos mediante la absorción del suelo o del agua. Al acumularse pasan fácilmente a formar parte de la cadena alimentaria, llegando finalmente al consumidor. Los metales más comunes encontrados en alimentos son Cadmio, Plomo, y Mercurio. El último se refiere más a producto del mar, mientras que los dos primeros pueden asociarse a productos de origen vegetal. Estos contaminantes están presentes en la atmósfera y son absorbidos por el agua y suelo, y acumulados por los animales y vegetales transmitiéndose así al ser humano. A consecuencia de las emisiones industriales, dichos metales pesados se depositan en grandes cantidades en la superficie terrestre contaminando los cultivos, y acumulándose en los animales que se alimentan de éstos.

El cadmio está clasificado como carcinógeno para los seres humanos por la IARC, mientras que el plomo está clasificado como posible carcinógeno (grupo 2A). El mayor porcentaje de absorción del cadmio (entre 40-80%) se produce en los riñones, pulmones e hígado. De esta forma, el cadmio se acumula en el organismo durante un largo periodo de tiempo. Igualmente lo hace el plomo, acumulándose en huesos y afectando al sistema nervioso central y riñón.

La principal vía de transmisión y exposición de la población general a los metales pesados es por consumo directo de alimentos de origen animal y vegetal con altas concentraciones de dichos metales. Los alimentos mayormente contaminados son: de origen animal vísceras, leche y derivados, pescado y marisco, y de origen vegetal hortalizas, tubérculos, cereales y setas silvestres^{30 31}.

Los síntomas de la intoxicación producida por cadmio dependen de la dosis y la duración de la exposición. La toxicidad aguda está asociada con dolor agudo abdominal, náuseas, vómitos,

diarrea, dolor de cabeza y/o vértigo, y puede ser fatal en un periodo entre 24 horas y 2 semanas tras su exposición a dosis elevadas, una vez instauradas lesiones hepáticas y renales. Los síntomas de toxicidad crónica incluyen alteraciones respiratorias y cardiovasculares, insuficiencia renal, desórdenes en el metabolismo del calcio, y enfermedades óseas tales como osteoporosis. Por otro lado la intoxicación aguda por plomo a dosis elevadas se denomina saturnismo. Presenta síntomas de debilidad, dolor articular, acidez, gastritis, anemia y alteraciones del sistema nervioso^{30 31}.

Todos los metales pesados una vez acumulados en el organismo no existe forma de eliminarlos. Por ello, las medidas de prevención tan solo se pueden centrar en reducir los niveles de estos contaminantes en el medio ambiente mediante la reducción de sus emisiones³².

En cuanto a alertas alimentarias, a través del RASFF desde el año 2010 se han notificado 6 alertas debido a presencia de cadmio en alimentos, algunas de ellas en productos vegetales frescos, y 1 debido a presencia de plomo a niveles inaceptables⁹. Durante el 2012 se gestionaron a través del SCIRI en España 29 notificaciones relativas a presencia de metales pesados en alimentos, siendo éstos el contaminante químico más importante⁵.

Residuos de plaguicidas

Los productos destinados a la protección agrícola son sustancias activas y preparaciones que protegen las plantas y sus productos frente a organismos dañinos, y que también se conocen como productos fitosanitarios o plaguicidas. Una de las posibles consecuencias indeseables de su empleo es la presencia de residuos que, a través de los alimentos, puedan presentar riesgos para la salud, tanto directamente por los productos vegetales, como indirectamente a través de los animales destinados al consumo humano³³.

Con el fin de proteger al consumidor de estos riesgos, la legislación de la Unión Europea en materia de residuos de plaguicidas ha alcanzado un importante avance en los últimos años, estableciendo Límites Máximos de Residuos (LMR) comunitarios para cada plaguicida en los diferentes productos o grupos de productos³⁴, y un sistema de vigilancia basado en Programas Oficiales para cada Estado Miembro de los contenidos de residuos de plaguicidas en los productos que se comercializan. En esta normativa se fija que la cantidad de plaguicidas en alimentos sea lo más pequeña posible y toxicológicamente aceptable. En un principio, empleando plaguicidas autorizados y en las condiciones adecuadas (dosis, plazos, etc.) no tienen porque surgir problemas de residuos. Dependiendo de la cantidad y duración de la exposición, respirar o ingerir cualquier tipo de plaguicida puede producir efectos sobre el

sistema nervioso, desde dolores de cabeza, visión borrosa y náuseas, hasta convulsiones, pérdida del conocimiento o la muerte. La Agencia de Protección Ambiental de los EEUU los clasifica como posibles carcinogénicos para el ser humano.

Contaminación química del agua³⁵

Muchos compuestos químicos son considerados contaminantes, desde simples iones orgánicos hasta complejos moleculares. Dentro del grupo de contaminantes orgánicos se encuentran algunos que ya se han identificado en apartados anteriores, por ejemplo los HPAs o los PCBs. También se encuentran dentro de este grupo insecticidas tales como el DDT (actualmente de uso restringido) o toda clase de detergentes. Por otro lado, otro grupo de contaminantes presentes en el agua son los fertilizantes inorgánicos, tales como nitratos y fosfatos. Los metales pesados también constituyen un peligro de contaminación del agua.

El vertido de aguas residuales tanto desde la industria como desde el uso doméstico supone una vía de entrada de estos contaminantes en el ambiente. Accidentalmente, los contaminantes también pueden incorporarse al medio ambiente a través de la deposición atmosférica: debido a fenómenos climatológicos, los contaminantes presentes en los suelos pueden pasar a la cadena alimentaria y persistir en organismos vivos.

En el momento en que los contaminantes entran en el cuerpo de un organismo provocan una serie de cambios; la primera respuesta sería la puesta en marcha de un sistema protector. En la mayoría de casos estos mecanismos de protección mantienen la detoxificación de los contaminantes, pero en algunos casos pueden producir sustancias activas que causan un daño mayor a la célula que el propio contaminante. Otro tipo de respuesta que se produce en el organismo es la reducción de la disponibilidad de los contaminantes enlazando éstos a otras moléculas que van a excretarse. Es conocido que muchos compuestos contaminantes presentes en el agua causan daños en el ADN celular. Estos compuestos se conocen como genotóxicos. Al ser dañado el ADN, un sistema propio del organismo lo intenta devolver a su estado natural. Pero cuando ese sistema falla, las células con ADN dañado pueden dividirse y provocar una mutación. Algunos ejemplos de compuestos que producen este efecto son HPAs, aflatoxinas y cloruro de vinilo. Otros efectos que pueden producir los contaminantes son inducción de cáncer, neurotoxicidad o fallos reproductores.

Peligro de migración de materiales en contacto con alimentos³⁶

Los materiales en contacto con alimentos son todos aquellos materiales u objetos destinados a entrar en contacto directamente o indirectamente con productos alimenticios, como el vidrio, el papel, los metales, los plásticos, las tintas de imprenta, la madera, envases y embalajes,

utensilios de cocina, contenedores, etc. Todos los materiales y objetos destinados a entrar en contacto con alimentos, en las condiciones normales o previsibles de empleo, son sustancias inertes que no deben transferir sus componentes a los alimentos en cantidades que puedan representar un peligro para la salud humana o modificar la composición de los alimentos en proporciones inaceptables. Entre los materiales que son más utilizados y pueden interactuar con los alimentos se encuentran los materiales plásticos. Los materiales plásticos son aquellos que están constituidos exclusivamente por materias plásticas o consisten en varias capas plásticas unidas, generalmente de monómeros. Los materiales y objetos plásticos no pueden transferir sus componentes a los alimentos en cantidades superiores a las establecidas en la legislación; para ello hay establecidos unos límites de migración global del envase al alimento. Dentro de ellos el más inerte es el Polietileno Tereftalato (PET). Tiene una baja tendencia a la migración de sus componentes, pero no llega a ser insignificante. En caso de ingestión es biológicamente inerte y no persiste riesgo en caso de inhalación. No existe ninguna evidencia de su toxicidad y no constituyen una amenaza para la salud humana. Es previsible que la tasa de migración hacia los alimentos sea baja si el tiempo de exposición no es muy prolongado en el tiempo o el material de envasado está defectuoso.

Algunos peligros tóxicos de materiales en contacto con los alimentos son:

- Semicarbazida. La semicarbazida (SEM) es un contaminante que se ha encontrado en una gran variedad de alimentos y cuya presencia puede tener diferentes orígenes. Con mayor frecuencia ha sido aislado en el material plástico utilizado en las juntas de cierre de las tapas metálicas de los envases de vidrio.
- Bisfenol A. El bisfenol A forma parte del policarbonato plástico utilizado en la fabricación de envases para alimentos y bebidas y el recubrimiento interior de contenedores de alimentos, y está autorizado en la UE como material de contacto con alimentos.
- Metilbenzofenona. La 4-metilbenzofenona se emplea en tintas aplicadas a la superficie de los envases, principalmente cajas de cartón. Debido a su volatilidad, puede migrar al envase y contaminar alimentos incluso sólidos.

En España en el año 2012 a través del SCIRI, se efectuaron 8 notificaciones debidas a la migración de materiales⁵. Mientras que a nivel europeo se registraron un total de 14 alertas recogidas en el RASFF⁶.

Residuos de productos de limpieza y desinfección (L+D)

Los desinfectantes son productos químicos utilizados para controlar la contaminación de los alimentos por los microorganismos. Los desinfectantes están clasificados como sustancias peligrosas, aunque los utilizados en las industrias de alimentos y bebidas son especialmente seleccionados para que los posibles residuos que quedan en las superficies de los equipos fundamentalmente no contaminen los alimentos o sean perjudiciales para el consumidor. Muchos de ellos afectan a la piel, los ojos o el sistema respiratorio y pueden ser dañinos si se ingieren en cantidad suficiente³⁷. Los desinfectantes utilizados a lo largo de este proceso se clasifican como anfóteros tensoactivos y amonios cuaternarios. Pueden aparecer en el alimento o en zonas de manipulación si la concentración utilizada no es la correcta o se ha efectuado un deficiente aclarado después de su uso.

Para controlar este peligro químico, en el plan general de limpieza y desinfección se describe el protocolo de L+D para cada equipo y las actividades que se llevan a cabo en el establecimiento para la limpieza y la desinfección de las superficies, instalaciones, equipos y utensilios destinados a la preparación de los alimentos.

5.2.6.3. Identificación de peligros físicos

Peligros físicos son aquellas materias extrañas presentes en los alimentos que pueden causar daños de tipo mecánico o traumático cuando se ingieren, como heridas, cortes y obstrucción de las vías respiratorias. Entre los peligros físicos se pueden distinguir fragmentos de la maquinaria utilizada, vidrio, metal, plástico, tornillos o juntas que se incorporan accidentalmente al alimento en el proceso productivo. También aparecen materias extrañas que pueden acompañar a las materias primas, como pelos, piedras, tierra, insectos, etc. La probabilidad de aportar peligros físicos aumenta cuando se utilizan utensilios metálicos y existe una mayor manipulación del producto. La gravedad depende de las características físicas de los peligros así como de las características de las personas expuestas a este peligro³⁸.

Se han dado algunas alertas debidas a presencia de fragmentos metálicos en alimentos vegetales. A través del SCIRI a lo largo del año 2012 se han gestionado un total de 12 comunicaciones debido a peligros físicos por presencia de fragmentos de vidrio y metal o abombamiento de la lata en una conserva⁵.

5.2.7. Principio 2. Establecimiento de los puntos de control crítico.

En la Tabla 34 del Anexo III se presentan los peligros significativos sometidos al árbol de decisiones para la determinación de PCCs.

Se han determinado un total de 5 PCCs, son los siguientes:

- PCC 1 (B) lavado y desinfección de la borraja para control de la inactivación de una parte de la carga microbiana total.
- PCC 2 (B) envasado vacío skin del producto conservado en refrigeración para el control de la multiplicación de bacterias patógenas.
- PCC 3 (F) detector de metales para el control de materia extraña de naturaleza metálica.
- PCC 4 (B) tratamiento térmico de pasteurización del producto conservado en refrigeración para el control de la supervivencia de formas vegetativas patógenas.
- PCC 5 (B) abatimiento de la temperatura del producto final conservado en refrigeración para el control de la germinación y crecimiento de patógenos esporulados.

5.2.8. Principio 3. Establecimiento de los límites críticos para cada PCC.

En la Tabla 35 del Anexo III se presentan los límites críticos establecidos para cada PCC.

- Para el PCC 1 (B) se establece un límite crítico basado en la concentración de cloro libre residual y pH en el agua de lavado, y el tiempo de la operación.
- Para el PCC 2 (B) no se permite cualquier situación que no sea de vacío hermético, ya que en ese caso en presencia de oxígeno existe un riesgo de multiplicación durante el almacenamiento del producto en refrigeración, disminuyendo así la vida útil del alimento.
- El límite crítico para el PCC 3 (F) es la ausencia de fragmentos metálicos de un tamaño superior a 0,5mm.
- Para el PCC 4 (B) se establece un límite crítico de una temperatura mínima de 90°C durante 10 min, el cual garantiza la seguridad microbiológica del producto. Tratamientos inferiores en tiempo o temperatura no garantizan la inactivación del microorganismo que se considera más termorresistente, en este caso *Clostridium botulinum* tipo E no proteolítico³⁹.
- En el caso del PCC 5 (B) el límite crítico se establece en reducir la temperatura por debajo de los 6°C en un tiempo máximo de 120 min, tomando como referencia el límite establecido para platos preparados a base de carne y pescado⁴⁰. Se considera aceptable una temperatura de 6°C ya que los productos vegetales son un medio menos nutritivo para el

crecimiento de microorganismos. Con esta disminución rápida de la temperatura se evita la germinación de esporos bacterianos resistentes al tratamiento térmico.

5.2.9. Principio 4. Establecimiento de un sistema de vigilancia para el control de cada PCC.

En las Tablas 36 - 40 del Anexo III se presentan los procedimientos de vigilancia establecidos para asegurar que cada PCC está bajo control.

5.2.10. Principio 5. Establecimiento de acciones correctoras.

En la Tabla 41 del Anexo III se presentan las acciones correctoras empleadas en caso de incumplimiento de los límites críticos.

- En el PCC 1 (B) el producto vuelve a repetir la etapa de lavado / desinfección y se comprueban de nuevo los niveles de los límites críticos.
- En el PCC 2 (B) se procede a una conservación del producto en refrigeración un máximo de 12 horas hasta su reenvasado. Tiempos mayores no garantizan el control del peligro de proliferación microbiana.
- En el PCC 3 (F) el producto se desecha finalmente.
- En el PCC 4 (B) el producto se reprocesa corrigiendo la relación tiempo/temperatura, siempre y cuando se conozca el tratamiento recibido hasta la desviación producida.
- En el PCC 5 (B) se evalúa la desviación de la temperatura registrada y el tiempo de almacenamiento incorrecto, y a partir de ahí se decide el destino del producto.

5.2.11. Principio 6. Establecimiento de un sistema de verificación del plan APPCC.

En la Tabla 42 del Anexo III se describen detalladamente los procedimientos de verificación para cada punto de control crítico.

5.2.12. Principio 7. Establecimiento de un sistema de registro y documentación.

En las Tablas 43 - 46 del Anexo III se presentan algunos de los modelos de registros derivados de la aplicación del plan APPCC.

6. CONCLUSIONES

1. La realización de este trabajo ha posibilitado la elaboración de un manual genérico de autocontrol basado en el APPCC en el sector de transformación de productos vegetales, el cual deberá ser adaptado por cada industria a su sistema productivo con la finalidad de garantizar la inocuidad de sus productos.
2. La metodología utilizada ha permitido identificar con un enfoque científico los peligros potenciales asociados a las materias primas empleadas y al proceso de elaboración del producto, realizar una ordenación priorizada de los riesgos y de las causas que los producen y establecer los controles necesarios para prevenir su aparición.
3. Los peligros más significativos en este tipo de productos son los biológicos cuyo control se establece específicamente en la etapa de desinfección de vegetales, pasteurización, abatimiento de temperatura y envasado al vacío. Además se señala la necesidad del control de fragmentos metálicos como peligro físico.
4. El modelo propuesto garantiza el cumplimiento de los criterios y requisitos que exigen las autoridades sanitarias de la UE en materia de seguridad alimentaria para este sector.

CONCLUSIONS

1. The materialization of this Project has enabled the developmet of a self-control generic manual based on HACCP in the vegetables products processing sector, which must be adapted for each enterprise to the production system in order to ensure their products safety.
2. Employed methodology has identified a scientific approach potential hazards associated with the raw materials used and product elaboration process, make a prioritized risks management and their causes and establish the necessary controls to prevent its ocurrence.
3. The most significant hazards in this type products are biological, whose control specifically stated in vegetables disinfecting stage, pasteurization, temperature lowering and vacuum skin packaging. In addition the need for metal fragments control is designated as physical hazard.
4. Proposed model ensure compliance with the criteria and requirements required by EU health authorities food security sector.

7. IDENTIFICACIÓN DE LAS APORTACIONES QUE, EN MATERIA DE APRENDIZAJE, HA SUPUESTO LA REALIZACIÓN DE ESTA ASIGNATURA

La realización de la asignatura “Trabajo Fin de Grado”, ha supuesto para mí una progresión en el aprendizaje de conceptos cursados durante el Grado universitario, especialmente en materias de higiene y legislación alimentarias. Otra aportación muy importante ha sido el realizar un trabajo individual de estas dimensiones, aprendiendo así a gestionar los tiempos de trabajo de una forma autónoma, la búsqueda e interpretación de multitud de información y la responsabilidad que todo ello conlleva para finalmente plasmarlo en un documento escrito. Por último realizar esta asignatura me ha servido para hacer frente a los problemas que han ido surgiendo y plantear soluciones para resolver cada uno de ellos de la forma más eficaz.

8. EVALUACIÓN DE LA ASIGNATURA Y SUGERENCIAS DE MEJORA

Personalmente, la evaluación de la asignatura es muy buena y satisfactoria. Supone una alta carga de trabajo en la mayoría de ocasiones, pero es trabajo apreciado y que gusta realizar a los alumnos. La asignatura “Trabajo Fin de Grado” la considero como una culminación a los cuatro años universitarios cursados. De esta forma los alumnos tenemos la oportunidad de realizar un trabajo relacionado con la/s materia/s que más se ajustan al perfil de cada uno, y demostrar nuestros conocimientos adquiridos durante la carrera y afianzados durante esta asignatura. En muchas ocasiones, esta asignatura además da la oportunidad de adquirir una primera experiencia en laboratorios o departamentos especializados en el campo de la alimentación. El hecho de aprobar esta asignatura supone algo parecido a estar preparado para, en el mundo laboral que ya nos espera, ser capaz de realizar un trabajo científico o de investigación, tanto de forma individual como grupal.

En cuanto a sugerencias de mejora, propongo pensar en una mejor ubicación de las fechas de entrega para lograr trabajos de la mayor calidad posible y unas altas calificaciones en conjunto, pensando en la carga de trabajo que tenemos los alumnos durante el 4º curso de la carrera. Por último agradecer a profesores en general, y a mis tutores en particular, la dedicación y disponibilidad durante el curso académico para la realización de este trabajo en condiciones óptimas y con resultados satisfactorios.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Codex Alimentarius (2002). Higiene de los Alimentos – Textos Básicos. 2ª Edición. (<http://www.fao.org/docrep/005/y1579s/y1579s00.HTM>)
2. Codex Alimentarius (2003). Principios Generales de Higiene de los Alimentos. (<http://www.fao.org/docrep/005/y1579s/y1579s02.htm>)
3. Madrid Salud (2011). Origen y principios de la implantación del sistema APPCC en la industria alimentaria. (http://www.madridsalud.es/temas/implantacion_appcc_industriaalimentaria.php)
4. Davis J. (2010) Los orígenes de los vegetarianos. Vegetus: Revista de la Unión Vegetariana Española. Nº16. 4-7.
5. Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (2014). Memoria Anual de Sistema Coordinado de Intercambio Rápido de Información 2012. (http://aesan.msssi.gob.es/AESAN/docs/docs/alertas/acceso_general/memoria_sciri/MEMORIA_SCIRI_2012_final.pdf)
6. European Commission (2014) The Rapid Alert System for Food and Feed. Annual Report 2012. (http://ec.europa.eu/food/safety/rasff/docs/rasff_annual_report_2012_en.pdf)
7. Reglamento (CE) nº852/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo. Diario Oficial de la Unión Europea L 139/1. (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:139:0001:0054:ES:PDF>)
8. Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria (ELIKA). *Salmonella*. 28 de febrero de 2013. (http://www.elika.net/datos/pdfs_agrupados/Documento82/1.Salmonella.pdf)
9. European Food Safety Authority, European Centre for Disease Prevention and Control (2014). The European Union Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in 2012. EFSA Journal 2014; 12(2):3547 (<http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/3547.pdf>)
10. Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria (ELIKA). *Campylobacter*. 28 de febrero de 2013 (http://www.elika.net/datos/pdfs_agrupados/Documento83/2.Campylobacter.pdf)
11. Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria (ELIKA). *Escherichia coli*. 28 de febrero de 2013 (http://www.elika.net/datos/pdfs_agrupados/Documento84/3.Ecoli.pdf)
12. Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria (ELIKA). *Listeria monocytogenes*. 28 de febrero de 2013 (http://www.elika.net/datos/pdfs_agrupados/Documento85/Copia%20de%204.Listeria.pdf)
13. Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria (ELIKA). *Clostridium*. 28 de febrero de 2013 (http://www.elika.net/datos/pdfs_agrupados/Documento87/Copia%20de%206.Clostridium.pdf)
14. Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria (ELIKA). *Bacillus cereus*. 28 de febrero de 2013 (http://www.elika.net/datos/pdfs_agrupados/Documento96/8.Bacillus.pdf)
15. Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria (ELIKA). *Staphylococcus aureus*. 28 de febrero de 2013 (http://www.elika.net/datos/pdfs_agrupados/Documento95/7.Staphylococcus.pdf)

16. Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria (ELIKA). Virus entéricos. 28 de febrero de 2013 (http://www.elika.net/datos/pdfs_agrupados/Documento86/Copia%20de%205.Virus%20entericos.pdf)
17. Centro Técnico Nacional de Conservación de Productos de la Pesca y la Acuicultura (2012). Guía sobre los principales parásitos presentes en productos pesqueros: técnicas de estudio e identificación (http://www.magrama.gob.es/es/pesca/temas/comercializacion-y-mercados-de-los-productos-de-la-pesca/07-guia_parasitos_tcm7-248621.pdf)
18. Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria (ELIKA). Toxoplasma. 28 de febrero de 2013 (http://www.elika.net/datos/pdfs_agrupados/Documento102/14.Toxoplasma.pdf)
19. Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria (ELIKA). Giardiasis. 13 de marzo de 2014 (http://wiki.elika.net/index.php/Giardia_lamblia)
20. Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) (2010). Informe del Comité Científico de la AESAN en relación a los biofilms y su repercusión en la seguridad alimentaria. N° ref: AESAN-2010-002 (http://aesan.msssi.gob.es/AESAN/docs/docs/evaluacion_riesgos/comite_cientifico/BIOFILMS.pdf)
21. Garmendia G, Vero S. Métodos para desinfección de frutas y hortalizas. Cátedra de Microbiología. Facultad de Química. UDELAR (<http://www.horticom.com/pd/imagenes/65/406/65406.pdf>)
22. Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Baja California. Manual técnico de desinfección poscosecha. Programa de Inocuidad Alimentaria (<http://www.cesavebc.com/PIA/documentos/Manual%20de%20desinfeccion.pdf>)
23. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Consejería de Agricultura y Pesca Andalucía. “Calidad y Seguridad Alimentaria en el Procesado de Hortalizas” (<http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/-/action/90004fc0-93fe-11df-8d8b-f26108bf46ad/e5747030-1bb8-11df-b7e2-35c8dbbe5a83/es/02f9e190-faff-11e0-929f-f77205134944/alfrescoDocument?i3pn=contenidoAlf&i3pt=S&i3l=es&i3d=e5747030-1bb8-11df-b7e2-35c8dbbe5a83&contentId=87368e6f-5a38-43ed-b871-7b53c420612c>)
24. Condón S. (2012) Informe técnico. Desarrollo de un nuevo producto: borrajas cocinadas en su jugo. Universidad de Zaragoza.
25. ICMSF (1998). Microorganismos de los alimentos: Características de los patógenos microbianos. Vol. 5. 25-40. Editorial Acribia (Zaragoza).
26. ICMSF (1998). Microorganismos de los alimentos: Características de los patógenos microbianos. Vol. 5. 81-122. Editorial Acribia (Zaragoza).
27. ICMSF (1998). Microorganismos de los alimentos: Características de los patógenos microbianos. Vol. 5. 131-143. Editorial Acribia (Zaragoza).
28. Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria (ELIKA). Dioxinas, furanos y PCBs. 28 de febrero de 2013 (http://www.elika.net/datos/pdfs_agrupados/Documento106/18.Dioxinas.pdf)
29. Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria (ELIKA). Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos. 28 de febrero de 2013 (http://www.elika.net/datos/pdfs_agrupados/Documento105/17.HAPs.pdf)

30. Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria (ELIKA). Cadmio. 31 de julio de 2013 (http://www.elika.net/datos/pdfs_agrupados/Documento137/25.Cadmio.pdf)
31. Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria (ELIKA). Plomo. 31 de octubre de 2013 (http://www.elika.net/datos/pdfs_agrupados/Documento141/26.Plomo.pdf)
32. Alonso Díaz J. (2006) Bioacumulación de metales pesados y otros contaminantes en macromicetos. Universidad Santiago de Compostela.
33. Comunidad de Madrid (2009). Control de residuos de plaguicidas en alimentos de la Comunidad de Madrid.
(<http://www.madrid.org/cs/Satellite?blobcol=urldata&blobheader=application%2Fpdf&blobheadername1=Content-Disposition&blobheadervalue1=filename%3DPlaguicidas.pdf&blobkey=id&blobtable=MungoBlobs&blobwhere=1352859271958&ssbinary=true>)
34. Reglamento (CE) nº396/2005 del Parlamento Europeo y del Consejo relativo a los límites máximos de residuos de plaguicidas en alimentos y piensos
(<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2005:070:0001:0016:es:PDF>)
35. Lenntech. Water Treatment Solutions. (<http://www.lenntech.es/faq-contaminantes-del-agua.htm>)
36. Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria (ELIKA). Materiales en contacto con alimentos. Enero 2013
(http://www.elika.net/datos/articulos/Archivo1080/art_materiales%20contacto%20alimentos_ene2013.pdf)
37. Health and Safety Executive. Controlling exposure to disinfectants used in food and drink industries (<http://www.hse.gov.uk/food/disinfectants.htm>)
38. Agencia Catalana de Seguridad Alimentaria. (2007). Peligros físicos.
(<http://www.gencat.cat/salut/acsa/html/es/dir1795/doc16640.html>)
39. Sous Vide Advisory Committee (1991). Optimum heat treatments for “sous vide” cook.chill products.
40. Díaz Molins P. Tesis Doctoral (2009). Calidad y deterioro de platos “sous vide” preparados a base de carne y pescado y almacenados en refrigeración.
(<http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/11065/DiazMolins.pdf;jsessionid=6CF726523F6584F64CCA4F4DB616B56F.tdx2?sequence=1>)

Otras fuentes bibliográficas consultadas

- Agencia Catalana de Seguridad Alimentaria. Guía de prácticas correctas de higiene para el sector de setas y trufas basada en el sistema APPCC.
(http://www.gencat.cat/salut/acsa/html/es/dir3230/pdf/gpch_setas_trufas.pdf)
- Bell C, Kyriakides A. (2000). Clostridium botulinum: una aproximación práctica al microorganismo y su control en los alimentos. Editorial Acribia (Zaragoza).
- Bell C, Kyriakides A. (1998). Listeria: una aproximación práctica al microorganismo y su control en los alimentos. Editorial Acribia (Zaragoza).
- Casp, A. (2003). Procesos de conservación de alimentos. Mundi-Prensa.

- Etter J, Ajdú C.S, Yrifi J and Aszlavér P. (2005) Mineral composition of the cultivated mushrooms *Agaricus bisporus*, *Pleurotus ostreatus* and *Lentinula edodes*. *Acta Alimentaria*, Vol. 34 (4), 441-451.
- European Food Safety Authority (2013) Scientific Opinion on the risk posed by pathogens in food of non-animal origin. Part 1 (outbreak data analysis and risk ranking of food/pathogen combinations) *EFSA Journal* 2013; 11(1):3025.
(<http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/3025.pdf>)
- Food and Agriculture Organization of the United Nations World Health Organization (2008). Microbiological hazards in fresh fruits and vegetables.
(http://www.fao.org/fileadmin/templates/agis/pdf/jemra/FFV_2007_Final.pdf)
- Forsythe S. (2000) Alimentos seguros: microbiología. Editorial Acribia (Zaragoza).
- Koopmans M.P.G, Cliver D.O, Bosch A. (2008). Virus de transmisión alimentaria: avances y retos. Editorial Acribia (Zaragoza).
- Lindström M, Kiviniemi K, Korkoela H. (2006). Hazard and control of group II (non-proteolytic) *Clostridium botulinum* in modern food processing. *International Journal of Food Microbiology* 108. 92-104.
- Malakar P.K, Plowman J, Aldus C.F, Xing Z, Zhao Y, Peck M.W. (2013). Detection limit of *Clostridium botulinum* spores in dried mushroom samples sourced from China. *International Journal of Food Microbiology* 166. 72-76.
- Mir J, Oria R, Salvador M. (2005). La borraja lista para la V gama. *Surcos de Aragón* nº92. 18-21.
(http://www.aragon.es/estaticos/ImportFiles/12/docs/Areas%20generica/Publicaciones/Surcos/Numeros%20del%2091%20al%20100/SURCOS_92.pdf)
- Salunkh D.K, Kadam S.S. (2003). Tratado de ciencia y tecnología de las hortalizas. Editorial Acribia (Zaragoza)