

Control microbiológico y puntos críticos

* F. Javier Mérida Ramos

** Denise Rodríguez de Liébana

RESUMEN

Durante las etapas de elaboración de los alimentos, desde la producción hasta el consumo, éstos están expuestos a posibles agentes concomitantes, principalmente de origen microbiano, cuya presencia es causa de riesgos sanitarios y de pérdidas económicas.

El artículo examina algunas estrategias para el control de los microorganismos en los alimentos resaltando las limitaciones de los métodos tradicionales basados en la inspección y el análisis empleado con propósitos retrospectivos. Frente a estos métodos se estudia el sistema de Análisis de Riesgos e Investigación y Control de Puntos Críticos (HACCP), de orientación netamente preventiva. Se presentan los aspectos esenciales de dicho sistema, considerado el procedimiento más eficaz para asegurar la salubridad de los alimentos y aliviar la presión epidemiológica que ejercen las enfermedades transmitidas por ellos.

SUMMARY

During production, processing, packaging, transportation, preparation, storage and service, any food may be exposed to contamination with poisonous substances of infections or toxigenic microorganism. The major sources of economic losses are microbiological spoilage between harvest or capture and consumption.

This article examines some strategies and their implementation for control. It looks at some of the difficulties associated with the traditional methods of control based on inspection and testing the product for defects, and introduces the Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) approach. It also describes the steps in the implementation of a HACCP program. HACCP approach may become the most important method of dealing with food safety issues during the 1990s.

HOSPITAL DEL AIRE

No siempre lo que más preocupa a las personas responde a lo que es objetivamente más importante. Un ejemplo lo tenemos en la preocupación de los consumidores por el uso de los aditivos alimentarios al creer que confieren a los alimentos atributos no naturales perjudiciales para la salud. La realidad sin embargo es que los aditivos utilizados en las concentraciones que establecen las normas sanitarias no sólo son inocuos sino que son imprescindibles para alcanzar las

características deseables y para obtener la cantidad de alimentos necesaria para una creciente población.

Un aspecto que produce menor inquietud en el público es la preocupación por la higiene del agua y de los alimentos. No obstante, es la contaminación microbiana de los alimentos una de las primeras causas de mortalidad infantil en el mundo subdesarrollado y por tanto uno de los grandes problemas sanitarios junto a la malnutrición. En los países desarrollados las toxiinfecciones alimentarias han aumentado en los últimos años probablemente debido al modo generalizado de alimentación fuera del hogar lo que, junto a una mejor comunicación de los casos producidos, ha situado el problema a un nivel de importancia muy considerable. La alteración de los alimentos debida a la actividad de los microorganismos es otro aspecto de gran importancia por las pérdidas

económicas que produce, difíciles de cuantificar. En principio, hay que pensar que estos problemas puedan resolverse a través de un adecuado sistema de inspección que detecte y corrija o excluya del circuito alimentario aquellos peligrosamente contaminados.

INSPECCIONES ALIMENTARIAS DE ENFOQUE TRADICIONAL

El modo de inspección más frecuente se basa en la comprobación de que la producción, procesamiento, distribución y utilización de los alimentos, se hace con arreglo a los principios y normas que establece la legislación. Esta forma de inspección tiene características que la hacen poco eficaz para controlar el riesgo microbiológico ya que:

- Muchas disposiciones contienen términos vagos o difíciles de interpretar.

* Comandante de Sanidad (Farmacéutico). Profesor Asociado de Microbiología. Universidad de Alcalá.

** Farmacéutica. Especialista en Tecnología de los Alimentos.

- Las disposiciones, o aquellos que las aplican, puedan fallar en la distinción de lo que es importante y lo que es accesorio dentro de las medidas que se han de ejecutar.
- Las inspecciones sólo reflejan la situación en el momento en que la inspección tiene lugar y por lo general sólo se centran en una etapa concreta dentro de un proceso de elaboración.
- El examen de todo el proceso y de los datos de registro del laboratorio, casi nunca son objeto de análisis en una inspección tradicional. Lo que el inspector elige para hacer una valoración general de la situación, a menudo carece de importancia real en terminos de control de riesgo microbiológico.

En algunos países, en especial en los mataderos y en los establecimientos de procesamientos de carnes, los inspectores están presentes de manera permanente mientras duran las operaciones. Con esto se evitan algunos inconvenientes pero casi nunca se hace hincapié en las etapas relevantes desde el punto de vista microbiológico, sobre todo si se trata de un procesamiento complejo. En buena medida estos programas de inspección continuada tienden a centrarse en exploraciones ante y post-mortem del animal para evitar que animales enfermos entren en la cadena de producción de la carne. No obstante, esto no consigue detectar a gran número de los animales portadores de microorganismos patógenos. Asimismo el control higiénico de las operaciones del matadero tampoco evita que persista una contaminación microbiológica importante de las canales. De hecho, el principal problema sanitario que presentan hoy las carnes en muchos países productores no es la tuberculosis bovina o la brucelosis, ni la cisticercosis o la triquinosis, todas ellas detectables mediante inspecciones de las lesiones visibles o signos de enfermedad en los animales, sino las toxoinfecciones producidas por *Salmonella*, *Escherichia coli enteropatógena*, *Yersinia* o *Campylobacter*, en las que las carnes rojas y las aves están a menudo implicadas.

Otro enfoque para la inspección de los alimentos es aquel que se basa en el análisis de muestras tomadas al azar como medio para determinar la presencia de microorganismos

patógenos y alterantes y poner en marcha las medidas pertinentes cuando se obtuvieren resultados desfavorables. Este enfoque de tipo retrospectivo es sabido que presenta notables deficiencias. A pesar de ello, es el sistema más extendido en los países que cuentan con servicios de inspección de alimentos dotados de laboratorios, incluido el nuestro. La primera razón que lo hace ineficaz deriva de las limitaciones propias de análisis microbiológico. Analizar muestras de alimentos y comprobar su contaminación puede ser muy fiable si nos referimos a residuos de pesticidas, contaminantes metálicos o cualquier otra contaminación química. Las sustancias presentes tienden a permanecer largo tiempo en el alimento y su distribución viene a ser más o menos uniforme. Por el contrario, la contaminación bacteriológica no es constante ni uniforme y depende de la temperatura de almacenamiento. Otra razón es el tiempo necesario para realizar estos análisis. Confiar la aplicación de medidas a la obtención de resultados analíticos puede hacer que aquellas lleguen demasiado tarde, máxime cuando estos sirven para detectar los efectos pero no identifican las causas ni su forma de control. Un tercer inconveniente de este sistema es que resulta poco práctico ya que exige, de llevarse a cabo correctamente, una relación esfuerzo/beneficio desproporcionada. A modo de ejemplo diremos que el número de muestras a analizar según ecuaciones derivadas de la distribución de Poisson para detectar alguna unidad defectuosa con una probabilidad del 95%, cuando el lote o partida tiene 1‰ de unidades defectuosas, es cercano a las tres mil muestras. Si además de ello consideramos la desigual distribución de los microorganismos en el alimento, el número de muestras que se hace necesario analizar es todavía mucho mayor. Por tanto, un enfoque retrospectivo es poco eficaz y poco práctico si se actúa con el nivel de exigencia que requiere la protección de los consumidores y consecuentemente no debería seguir siendo el sistema que se aplique para asegurar la higiene de los alimentos.

UN ENFOQUE SISTEMÁTICO EN LA INSPECCIÓN DE LOS ALIMENTOS

Hace ya muchos años, Graham Wilson puntualizó que la salubridad de los alimentos desde el punto de vista microbiológico sólo se puede alcanzar a través de una intervención activa en los procesos de fabricación y manipulación. Ello supone

hacer énfasis en los aspectos preventivos que permiten evitar el riesgo microbiológico. Fue Dack quien señaló la necesidad de una vigilancia continua de los alimentos durante su almacenamiento, distribución y consumo. Esta concepción global de la vigilancia recibió la denominación de **Integración Longitudinal para la Salubridad de los Alimentos (ILSAM)**.

Estructurar la labor de vigilancia en todas las etapas por las que pasa un alimento no es una tarea fácil de realizar. Por ello el sistema de **Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control (HACCP- Hazards Analysis Critical Control Points)** ha despertado un considerable interés en los últimos años y se presenta como el instrumento más eficaz para enfrentarse al problema de la salubridad de los alimentos en esta década. Este sistema no es el resultado de un descubrimiento especial ni tampoco implica un concepto nuevo pues, como se sabe, la prevención de los riesgos es desde antiguo el objetivo primordial de la higiene alimentaria. Sin embargo, el sistema de HACCP tiene la virtud de presentar las actuaciones necesarias de forma sistemática y bien estructurada en fases perfectamente delimitadas que hacen posible su aplicación a todas las etapas por las que pasa un alimento, desde su producción hasta su utilización.

El enfoque HACCP fue desarrollado originalmente por un equipo de la Pillsbury Company, los Laboratorios Natick del Ejército de los Estados Unidos y la NASA, como medio para asegurar la salubridad de los alimentos producidos para el programa espacial americano. Se presentó en 1971 durante la U.S. National Conference on Food Protection y fue bien acogido por los expertos a medida que se fueron advirtiendo las ventajas de su utilización.

Los primeros en ponerlo en práctica fueron los industriales de alimentos de acidez moderada, que como se sabe están expuestas a un riesgo microbiológico considerable. Sin embargo, el sistema no se generalizó en la industria alimentaria al ser aceptado tan solo por las grandes empresas y no alcanzar la restauración colectiva, ni desde luego la cocina doméstica. Afortunadamente esta situación ha empezado a cambiar. En la actualidad el sistema se está aplicando en amplios sectores de la industria en países avanzados y en desarrollo. A ello ha contribuido la decidida actitud de organismos nacional e internacional (OMS, FAO, ICMSF, NAS) que han recomendado con empeño la aplicación del sistema

y su expansión a todos los puntos de la cadena de alimentos, incluida desde luego la restauración colectiva.

El sistema HACCP consta de las siguientes fases:

- 1- Análisis de riesgo.
- 2- Identificación y control de los puntos críticos: criterios de control de los mismos.
- 3- Vigilancia que asegure un control adecuado de los puntos críticos.
- 4- Protocolos de actuación para el caso de que se observen desviaciones en el control.
- 5- Verificación del funcionamiento efectivo del sistema.

ANÁLISIS DE RIESGO

La labor preliminar de HACCP es la de definir con la mayor objetividad posible, el peligro o el riesgo que tiene el consumo de un determinado alimento.

Se entiende que un alimento presenta RIESGO cuando tiene un grado de contaminación microbiana inaceptable, o un desarrollo de microorganismos alterantes significativos, o una elevada cantidad de productos del metabolismo microbiano (toxinas, enzimas o aminas biógenas).

La SEVERIDAD de un riesgo es la magnitud o importancia sanitaria o económica del mismo en virtud de las consecuencias que puede producir.

La PELIGROSIDAD de un riesgo ha de entenderse como la probabilidad variable de que este se materialice.

La información epidemiológica de que se dispone para un determinado alimento es el mejor indicador de la persistencia del riesgo que presenta su consumo. De este modo, aunque *Clostridium botulinum* es una bacteria muy peligrosa capaz de desarrollarse en una conserva de carne curada no sometida a un tratamiento térmico suficientemente intenso- tratamiento botulínico- el record de salubridad que tiene estos productos de los que se han fabricado millones de toneladas indica que aunque la severidad del riesgo es grande, es posible controlarlo de modo que la probabilidad de que tenga lugar un solo caso de botulismo sea muy baja.

Por el contrario, los datos epidemiológicos que se tienen para alimentos como ciertas salsas preparadas con materiales crudos, general-

mente muy contaminados, en cuyo proceso de elaboración no existen etapas o puntos de control totalmente efectivos, indican la existencia de un riesgo severo- salmonelosis, intoxicación estafilocócica- con una alta posibilidad de que tenga lugar.

No obstante, en gran número de casos no se cuenta con datos epidemiológicos fiables y el riesgo tiene que estimarse de otro modo: por las características del propio alimento y por las etapas que se siguen en su fabricación (producción, procesamiento, almacenamiento, distribución y utilización). A estos efectos es importante conocer el nivel de contaminación microbiana de los constituyentes crudos, pH, actividad de agua y presencia o no de sustancias conservadoras. Se debe considerar la influencia de los tratamientos a aplicar -calor, desecación, refrigeración, fermentación o curado- en la reducción de los microorganismos indeseables, así como las condiciones de distribución y temperatura de almacenamiento hasta su llegada al consumidor, la cantidad de raciones consumidas a lo largo de un periodo de tiempo, etc.

El análisis de riesgo inicial reviste cierta complejidad. Puede resultar útil configurar diagramas o cartas de flujo de las principales etapas por las que pasa cada alimento en las que se resaltan los puntos específicos de contaminación y sus fuentes potenciales. En principio es posible indicar los alimentos de alto y bajo riesgo. Fijar un riesgo relativo según la cantidad consumida a lo largo del tiempo y la susceptibilidad de la población de consumidores. Estimar y cuantificar la influencia de los tratamientos en el aumento o disminución de la población microbiana presente (letalidad de los tratamientos).



- **Determinar los riesgos, su gravedad y peligrosidad.**
- **Identificar los puntos críticos de control.**
- **Instituir medidas de control y establecer criterios para garantizar este.**
- **Vigilar los puntos críticos de control.**
- **Adoptar medidas cuando los resultados de la vigilancia muestren incumplimiento de los criterios.**
- **Verificar que el sistema funciona según lo previsto.**

Atribuir determinados factores con mayor o menor peso en el riesgo global a situaciones indeterminadas o cambiantes, como por ejemplo, la distribución, etc. Eventualmente, si existen dudas sobre la importancia de una etapa o la influencia de un tratamiento, se puede acudir a modelos matemáticos que predicen el crecimiento, la muerte o la supervivencia microbianas bajo determinadas condiciones de elaboración y distribución, o a ensayos experimentales en los que se inoculan microorganismos patógenos en el alimento a fin de poder comprobar la letalidad de los tratamientos

IDENTIFICACION Y CONTROL DE LOS PUNTOS CRITICOS

Puntos críticos son aquellas etapas de la producción, procesamiento y distribución de los alimentos donde una pérdida de control podría tener como resultado un riesgo inaceptable para el consumidor. Así mismo son aquellos lugares en los que es posible introducir medidas preventivas y ejercer un control eficaz del riesgo.

Por regla general durante la fabricación o elaboración de un alimento existen un número suficiente de etapas o pasos que pueden constituir puntos críticos. Lo más conveniente es seleccionar un número de ellos, digamos no más de seis, para que resulte viable controlarlos de forma rutinaria. Si por el contrario se juzga que un alimento presenta un riesgo y/o una peligrosidad altos y no cuenta con puntos críticos que permitan el control microbiológico, lo más aconsejable es dejar de fabricarlo o bien modificar su sistema de elaboración con el fin de introducir etapas de control.

El propio concepto hace preciso definir los criterios o atributos necesarios para hacer que una determinada etapa llegue a ser un punto crítico de control. Por ejemplo: necesidades de tiempo y temperatura en los alimentos térmicamente procesados; máxima actividad de agua en los alimentos de humedad intermedia; temperatura durante el almacenamiento y distribución; límites de humedad relativa en los lugares de conservación de alimentos desecados; condiciones de disposición en las cámaras de los platos precocinados o preparados; nivel de cloro total en el agua envasada o almacenada; etiquetas con normas de empleo en los alimentos de consumo inmediato, etc.

VIGILANCIA

La vigilancia es la comprobación de que se cumplen los criterios establecidos para controlar los puntos críticos. Un sistema eficaz de vigilancia ha de contar con métodos rápidos, fiables y suficientemente simples como para que sean realizados por personal con escasa formación técnica. Tres son los procedimientos principales de vigilancia:

1) observación visual, 2) evaluación sensorial y 3) determinaciones físico-químicas.

Es importante señalar que las observaciones visuales tal como las considera el sistema de HACCP son una parte dentro del enfoque sistemático de las inspecciones de forma que éstas se deben limitar a la supervisión de las medidas definidas para controlar los puntos críticos y evitar observaciones improvisadas sobre aspectos con frecuencia irrelevantes o triviales. La diferencia entre estas observaciones y una inspección de rutina como las que se hacen a menudo es que en las primeras, como consecuencia de un estudio previo, se hace la comprobación de unas medidas de control ya establecidas, mientras que la segunda es en sí misma una medida de control que necesita ser validada o comprobada.

La evaluación sensorial de las características organolépticas de los alimentos es otra de las tácticas de vigilancia. Pueden tener utilidad para ciertos alimentos cuando se realiza en condiciones óptimas, pero por lo general sólo revela alteraciones muy pronunciadas consecuencia de creci-

mientos microbianos intensos ($10^7/g$). Solo en casos infrecuentes sirve para detectar en los alimentos microorganismos patógenos.

Un tercer procedimiento de vigilancia es mediante indicadores físico-químicos que sirvan para monitorizar los puntos críticos. No todos los indicadores se prestan a comprobaciones rápidas y sencillas con posibilidad de ser realizadas por personal no técnico. La tendencia es adaptarlas para que puedan hacerse con facilidad, o bien de manera automática, mediante microprocesadores o biosensores que respondan a situaciones de pérdida de control.

El fundamento de estas determinaciones obedece a dos principios 1) la detección de los defectos y 2) la comprobación de la presencia en los alimentos de ciertas sustancias que indiquen un crecimiento microbiano no aceptable.

Entre las primeras tenemos:

- La prueba de la inactivación de la fosfatasa y la α -amilasa en los productos lácteos y ovoproductos pasteurizados.

- Los ensayos de inactivación de catalasa y peroxidasa en los alimentos estabilizados por el calor.

- Los gráficos de registro de temperatura y tiempo.

- Las mediciones de pH y de actividad de agua (a_w) en los alimentos.

- Las determinaciones del contenido en sales.

- Los gráficos de temperatura y humedad ambientales en las cámaras de almacenamiento refrigerado y no refrigerado.

En cuanto a las segundas, es decir para la detección de sustancias que indican un crecimiento microbiano intenso, contamos con las siguientes pruebas:

- La determinación de trimetilamina y de nitrógeno volátil total para los pescados y alimentos de origen marino.

- El indol para mariscos frescos y congelados.

- El etanol en las conservas de salmón.

- El acetilo y el acetil metil carbónol para la fruta y preparados de fruta.

- La histamina en alimentos como ciertos pescados y quesos.

- La medición del volumen de extracto liberado para comprobar la alteración incipiente de las carnes.

- La producción de ATP para indicar un crecimiento microbiano intenso.

Por razones ya expuestas las determinaciones microbiológicas directas no suelen utilizarse para controlar los puntos críticos. La

razón principal, ya se ha dicho, es el tiempo que se tarda en disponer de resultados. Esto hace que, en general, estos análisis no nos permitan tomar medidas mientras el alimento está siendo procesado con lo que pierden utilidad como estrategia de vigilancia. No obstante, hay situaciones en las que estos análisis son en sí mismos el punto crítico a controlar y no pueden por tanto ser reemplazados por ninguna otra determinación. Esto último se da cuando elaboran alimentos a partir de materias primas que de estar contaminadas, transmitirán la contaminación al producto final. Tal es el caso de muchos alimentos enlatados a los que aunque se someta a tratamiento térmico, es aconsejable descartar una contaminación excesiva de bacterias termófilas en alguno de sus ingredientes crudos. En otros casos la propia composición del alimento abundancia de grasa, es un factor de protección bacteriana frente al efecto de microorganismos patógenos en las materias primas constituyentes. Por último, el hecho de que el alimento vaya destinado a una población susceptible o de riesgo, fórmulas de alimentos infantiles, alimentación enteral o por sonda, también puede hacer que esté indicada una comprobación microbiológica del producto acabado.

Un aspecto que necesita ser definido en la vigilancia de los puntos críticos es la frecuencia con la que han de realizarse todas las operaciones: toma de muestras y determinaciones físico-químicas, inspecciones visuales y sensoriales, etc.. Estos aspectos van a depender de la importancia del riesgo y de la probabilidad de que este se materialice. También se ha de llevar un registro de los resultados obtenidos en las comprobaciones realizadas y de los análisis efectuados según el plan de muestreo establecido. El registro de estos datos, durante un tiempo determinado, es la mejor garantía para el órgano de control interno o para una eventual inspección por la autoridad reguladora, de que las etapas críticas del proceso han estado bajo control o si éste se ha perdido en algún momento y ha necesitado medidas correctoras para asegurar la salubridad del producto final.

VERIFICACION

Una última fase en el sistema de HACCP es la verificación o validación de su funcionamiento que permita establecer la efectividad y eficacia del sistema en relación a la identificación y el control de los riesgos. Esto significa que si los procedimientos de

verificación señalan un riesgo no previsto que no se puede deducir de los registros de la vigilancia de los puntos críticos, podemos inferir que uno de estos está fuera de control, bien por que no haya sido identificado o bien por estar mal concebido el sistema de vigilancia.

La verificación utiliza ensayos que no tienen por lo general cabida en la vigilancia rutinaria de los puntos críticos. Por ejemplo, la comprobación visual de la limpieza del equipo es suficiente para una vigilancia de rutina, pero si lo que se pretende es validar un programa de saneamiento y limpieza, la efectividad del mismo sólo puede ser demostrada mediante determinaciones microbiológicas del grado de contaminación ambiental.

El modo más frecuente de verificación del buen funcionamiento global de un sistema de control de calidad

es mediante análisis del producto final. Las determinaciones de microorganismos patógenos e indicadores en el producto final ponen a prueba la eficacia de las etapas de control, su identificación y caracterización. Por lo tanto, lo que se hace al comprobar mediante análisis la calidad de los productos que proceden de un proveedor es un método de verificación, ya que supone una validación o no de los procedimientos de control de calidad del fabricante, de las condiciones de distribución, etc., representado todo ello por la calidad del producto que se recibe.

Una auditoría externa de un proceso de fabricación es también un procedimiento de verificación y en ella los auditores, bien mediante el estudio de los registros o por inspecciones de la línea de fabricación, pueden obtener conclusiones que revelen problemas inesperados.

Los principios que rigen el sistema HACCP son inicialmente aplicables a todas las etapas por las que pasan los alimentos, desde su producción hasta su consumo. En cada

una de ellas se pueden establecer puntos críticos cuyo control individual va a suponer una aportación diferente al objetivo de conseguir alimentos inocuos y prevenir el crecimiento inconveniente de microorganismos alteradores. Muchos problemas han de resolverse antes de aplicar el sistema de HACCP a amplios sectores de la industria. En este esfuerzo no pueden quedar al margen la distribución y el servicio de comidas o alimentación colectiva. En este sentido son notables los trabajos de Bryan para la extensión del sistema a los locales de servicio de comidas estableciendo los riesgos, puntos críticos y procedimientos de vigilancia para ellos.

A juicio de las distintas comisiones de expertos que debaten estos problemas el sistema HACCP está evolucionando para adaptarse a las diferentes condiciones de producción y fabricación de alimentos en todo el mundo y es la mejor herramienta para afrontar la obtención de alimentos saludables en los próximos años.

BIBLIOGRAFIA

1.- Buchanan, R.L. HACCP. A-reemerging approach to food safety. *Trends in Food Science and Technology* 1, 104-106. 1990

2.- Dack, G.M.. Evaluation of microbiological standard for foods. *Food Technology* 10, 507. 1956

3.- ICMSF. HACCP in microbiological safety and quality. Oxford. Blackwell Scientific Publications. 1988

4.- Mossel, D.A.A. y Moreno, B. *Microbiología de los alimentos*. Zaragoza. Ed. Acribia. 1985.

5.- NRC. An evaluation of the role of microbiological criterio for foods and foods ingredients. Washington D. C. National Academy Press. 1985

6.- Wilson, G.S. The necessary for a safe milk-supplie. *Lancet* II, 829. 1933

7.- Wilson, G.S. Symposium on food microbiology and public health: General conclusion *Journal Applied Bacteriology*, 18, 629. 1955