

CONTAMINACIÓN DE LOS ALIMENTOS DURANTE LOS PROCESOS DE ORIGEN Y ALMACENAMIENTO

ROSA M^a GARCINUÑO MARTÍNEZ
Departamento de Ciencias Analíticas.
Facultad de Ciencias. UNED

CONTAMINACIÓN/ALTERACIÓN DE LOS ALIMENTOS

Los consumidores demandan alimentos con una calidad cada vez mayor y esperan que esa calidad se mantenga durante el periodo entre su adquisición y su consumo.

Desde que el alimento se origina, bien en la granja (alimentos de origen animal) o en el campo (alimentos de origen vegetal), hasta que llega al consumidor, a nuestra mesa, pasa por diversas etapas, que van desde la cosecha o la cría, hasta el procesado. El alimento, durante estas etapas es sometido a la manipulación de distintas personas, como son el productor, el transportista, el proveedor, el procesador, el cocinero, el ama de casa, y en todas ellas, el alimento puede sufrir procesos de contaminación, deterioro y/o alteración.

En un sentido amplio de la palabra, puede considerarse “**alteración**” como cualquier cambio en un alimento que le convierte en inaceptable para el consumidor, ya sea por cuestiones relacionadas con la calidad o con la seguridad. En consecuencia, se define la “vida útil” de un alimento como el tiempo en el que un alimento conservado en unas condiciones determinadas reúne tres condiciones: es **seguro**, mantiene unas características químicas, físicas, microbiológicas y sensoriales adecuadas, y cumple las especificaciones nutricionales declaradas en su etiquetado.

Alimento alterado y alimento contaminado

Un alimento **alterado** es aquel que ha sufrido deterioro en sus características organolépticas, composición intrínseca y/o en su valor nutritivo, debido a causas físicas, químicas y/o microbiológicas o derivadas de los tratamientos tecnológicos a los que ha sido sometido el alimento. A diferencia de un alimento

contaminado, que es aquel que contiene agentes vivos (virus, microorganismos o parásitos que presentan un riesgo para la salud), químicos, minerales u orgánicos, extraños a su composición normal, sean o no tóxicos. Por supuesto que un alimento contaminado es aquel que contiene componentes naturales tóxicos en una concentración mayor a las permitidas por la legislación vigente.

El **Código Alimentario Español** define **alimento alterado** como *aquel que durante su obtención, preparación, manipulación, transporte, almacenamiento o tenencia, y por causas no provocadas deliberadamente, sufre variaciones en sus caracteres organolépticos, composición química o valor nutritivo de tal forma que la aptitud para el consumo queda anulada o disminuida, aunque permanezca inocuo.*

Tal y como se desprende de esta definición, un alimento alterado puede ser inocuo pero no apto para el consumo. Por el contrario, también puede suceder que un alimento con unas propiedades sensoriales y nutricionales adecuadas represente un riesgo para la salud pública.

En general, la “alteración de los alimentos” suele tener una connotación teóricamente negativa, ya sea por el desarrollo de colores, olores, texturas o sabores indeseables, por la reducción del valor nutricional del alimento o por la presencia de contaminantes que puedan representar un riesgo para la salud. Sin embargo, conviene tener presente que no siempre es así, ya que algunos procesos alterativos son esenciales para que ciertos alimentos adquieran las propiedades organolépticas que les caracterizan.

Factores que influyen en la alteración de los alimentos

Los factores que influyen en la alteración de los alimentos pueden ser físicos, químicos, biológicos o fisiológicos. Algunos ejemplos de cada uno de ellos se detallan a continuación:

Factores físicos

- Pérdida de contenido en agua (deshidratación o desecación)
- Congelación
- Defectos de forma (abombado, aplastamiento,...)
- Modificaciones de temperatura, acidez,....
- Luz, calor, humedad, aire,...

Factores químicos

- Acción de enzimas.
- Reacciones puramente químicas (oxidación, hidrólisis,...).

Factores biológicos

- Crecimiento y actividad metabólica de bacterias, levaduras y hongos (fermentación y la putrefacción).
- Acción de insectos, roedores, aves y otros animales.

Factores fisiológicos

- Olor sexual de las carnes (carne de cerdo)
- Germinación de patatas y maduración excesiva de frutas

Generalmente estos factores no actúan aisladamente. Por ejemplo, las bacterias, los mohos, los insectos y la luz pueden actuar simultáneamente para deteriorar un alimento en un almacén. Igualmente, el calor, la humedad y el aire afectan tanto al crecimiento y actividad de los microorganismos como a la actividad química de las enzimas propias del alimento en cuestión. Por ello, las condiciones en las que se manipulan, procesan y almacenan los alimentos resultan críticas para preservar su vida útil.

Contaminación de los alimentos

Cuando se habla de contaminación de alimentos se habla de la modificación que estos sufren por la presencia de gérmenes o elementos extraños como metales, productos tóxicos, etc., y que suponen un riesgo para la salud del consumidor.

No es lo mismo un alimento contaminado que un alimento alterado o deteriorado, ya que cuando un alimento se encuentra deteriorado sus cualidades, olor, sabor, aspecto, se reducen o anulan, pudiéndose apreciar por medio de los sentidos (vista, olfato, gusto, tacto). Sin embargo, la contaminación ni se nota ni se ve ya que los microorganismos no se aprecian a simple vista al ser microscópicos.

Un alimento contaminado puede parecer completamente inocuo. Por tanto, es un error suponer que un alimento con buen aspecto está en buenas condiciones para su consumo, puesto que puede estar contaminado por bacterias. Así un alimento puede estar:

- Deteriorado y contaminado (se aprecia).
- Deteriorado y no contaminado (se aprecia).
- Contaminado y no deteriorado (no se aprecia).

El Código Alimentario Español define contaminante alimentario como: *Cualquier sustancia no añadida intencionalmente al alimento, que está presente en dicho*

alimento como resultado de la producción (incluidas las operaciones realizadas en agricultura, zootecnia y medicina veterinaria), fabricación, elaboración, preparación, tratamiento, envasado, empaquetado, transporte o almacenamiento de dicho alimento o como resultado de contaminación ambiental.

Fuentes de contaminación de los alimentos

Actualmente puede decirse que vivimos en un mundo microbiano, con lo que los alimentos son susceptibles de sufrir algún tipo de contaminación a medida que se producen y preparan. Así, las principales fuentes de contaminación de los alimentos se pueden resumir en lo siguiente:

- Utensilios y equipos. Han de ser higienizados periódicamente para impedir que durante la elaboración y preparación de comidas, se vayan acumulando residuos y el nivel de microorganismos suponga un riesgo.
- El hombre. El manipulador de alimentos es el factor de mayor riesgo respecto a la contaminación de los alimentos, debido al contacto continuo con ellos, de ahí que se deban extremar las buenas prácticas de manipulación, principalmente en la indumentaria de trabajo y en la higienización de las manos.
- Insectos, roedores, aves. Estos animales padecen y transmiten enfermedades que pueden afectar al hombre. Por ello es imprescindible que se aplique un buen programa de control de plagas. También hay que señalar que en los locales donde se manipulen alimentos no podrá haber animales domésticos, ya que también pueden ser portadores de enfermedades transmisibles al hombre.
- Agua. El agua puede ser un vehículo de sustancias tóxicas, microorganismos, metales pesados, etc., por lo que es imprescindible que para su uso en el proceso de elaboración y manipulación de alimentos se utilice agua potable.
- Ambiente. El aire de las zonas de manipulación ha de estar lo menos contaminado posible, lo que se consigue con una buena ventilación y renovación continua del aire.
- Materias primas. Deben ser de calidad, y cumplir con los requisitos que establece la legislación vigente.

Tipos de contaminación de los alimentos

La contaminación de los alimentos puede ser física, química o biológica. Así:

Contaminación física. Se debe a la presencia de cualquier material o elemento que normalmente no se encontraría en los alimentos, como pueden ser piedras en vegetales o cereales, huesos o esquirolas en carnes, perdigones en carnes de caza, trozos de metal, cristal, plásticos, papel o materiales de envasado y embalaje, etc.. Este tipo de contaminación física puede provocar enfermedades o daño al consumidor.

Dentro de la contaminación física, se incluye un tipo de contaminación especial, la contaminación radiactiva, que aparece generalmente en especias y plantas aromáticas. Puede producir diferentes tipos de patologías e incluso la muerte.

Contaminación química. Dentro de la contaminación química se puede distinguir entre contaminación biológica o natural y contaminación no biológica o artificial.

Contaminación química de origen biológico. Se puede hablar de

- Alimentos naturalmente tóxicos. Algunas setas son tóxicas, pudiendo llegar a ocasionar la muerte.
- Peces venenosos. Como ejemplo a destacar es el pez globo, exquisito plato japonés. Es necesario eliminar adecuadamente el veneno de esta especie para que pueda ser consumido sin riesgo de intoxicación, e incluso de muerte.
- Presencia de micotoxinas. Determinados tipos de mohos, en condiciones adecuadas de temperatura y humedad, crecen en algunos alimentos como cereales, granos de café, uvas, frutos secos, etc. originando micotoxinas (aflatoxinas, paulinas y ocratoxina A).
- Intoxicación por consumo de moluscos bivalvos. Se produce por consumo de mejillones, almejas, vieiras, o especies similares que se han recolectado en zonas donde existen algas productoras de determinadas toxinas.
- Intoxicación escombroides. Está provocada por la ingestión de peces como atún y caballa (pertenecientes a la familia de los escómbridos), que contienen de forma natural histamina.

Contaminación química de origen no biológico o artificial. Se puede hablar de contaminación por:

- Metales pesados: Mercurio, (fundamentalmente la industria papelera), plomo, cadmio, cobre y cinc, entre otros.

- Residuos de plaguicidas, herbicidas, fertilizantes. Generalmente sobre o en los productos de origen vegetal, utilizados para controlar plagas en agricultura y que no han sido adecuadamente empleados o no se han respetados los plazos de espera antes de su recolección.
- Aditivos Alimentarios. Pueden utilizarse en determinados alimentos y a las dosis especificadas que marca la legislación. Los problemas se presentan al utilizar aditivos prohibidos, o al añadirlos a alimentos para los que no están autorizados y/o a dosis superiores a las permitidas.
- Compuestos clorados (dioxinas, compuestos organoclorados, bifenilos policlorados). Se liberan al medio a partir de procesos industriales (dioxinas) o por su utilización como biocidas (organoclorados).
- Residuos de antibióticos de uso veterinario y hormonas. Los problemas aparecen cuando se utilizan productos no permitidos y/o no se respetan los plazos de supresión.
- Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) se generan en procesos de combustión o por calentamiento a altas temperaturas. Del medio ambiente pueden contaminar los alimentos, pero también se encuentran en productos alimenticios inadecuadamente procesados, por ejemplo en alimentos ahumados incorrectamente o en aceites de orujo de oliva obtenidos con un tratamiento inadecuado.

Contaminación biológica. Se ha de diferenciar entre contaminación primaria y contaminación secundaria.

Contaminación biológica primaria. Es aquella que se da en las materias primas. Por ejemplo, una vaca enferma de tuberculosis puede contener el microbio causante de la enfermedad, y si una persona consume esa leche sin tratar (hervir o pasteurizar), puede enfermar de tuberculosis.

Contaminación biológica secundaria. Es aquella que se produce en los alimentos durante su manipulación y preparación. Es bastante habitual, puesto que los gérmenes pueden pasar a los alimentos directamente, al hablar, toser o estornudar, a través de las manos (sin lavar después de ir al servicio, fumar, manipular basuras, etc.), a través de utensilios (higiene o conservación inadecuada), a través de animales (insectos, roedores, pájaros, gatos, etc.), a través del agua, o incluso por contaminación cruzada entre distintos tipos de alimentos (contacto de pollo crudo, frecuentemente contaminado en superficie con salmonella con alimentos ya procesados).

Todos estos tipos de contaminación pueden darse en los alimentos, en su origen, durante su conservación y almacenamiento, durante su procesado, transporte, y como consecuencia de las operaciones de desinfección y limpieza llevadas a cabo en zonas en las que existen alimentos. En este artículo se van a tratar de forma breve los diferentes tipos de contaminación o alteración que pueden sufrir los alimentos en su origen y durante su almacenamiento.

CONTAMINACIÓN/ALTERACIÓN DE LOS ALIMENTOS EN EL ORIGEN

Los alimentos en el origen pueden verse contaminados y/o alterados fundamentalmente por el efecto que sobre ellos ejercen los tóxicos ambientales, los contaminantes agrícolas y los productos ganaderos.

Contaminación producida por tóxicos ambientales

Los tóxicos ambientales se liberan al medio ambiente y se depositan en los distintos compartimentos medioambientales agua y suelo, así como en vegetales, y animales. Los más importantes son los denominados COPs (Compuestos Orgánicos Persistentes) y los metales.

Compuestos orgánicos persistentes (COPS)

Son compuestos orgánicos que resisten la degradación fotolítica, geológica y química. Se trata con frecuencia de productos halogenados, que se caracterizan por su toxicidad, persistencia, baja solubilidad y una elevada liposolubilidad, que da lugar a una bioacumulación en el tejido adiposo. Son también semivolátiles, lo que les permite recorrer grandes distancias en la atmósfera antes de su deposición. Llegan a nuestro organismo a través de una exposición ambiental continua.

La Convención de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes de 2001, que entró en vigor el 17 de mayo de 2004, marca el inicio de un trabajo internacional para eliminar del mundo los COPs: bifenolpoliclorados (PCBs), dioxinas y furanos, así como 9 plaguicidas altamente peligrosos. En concreto son 12 las sustancias que prohíben: aldrín, clordano, DDT, dieldrín, endrín, heptacloro, mirex, toxafeno, hexaclorobenceno.

- Policlorobifenilos (PCBs)

Son una mezcla de compuestos derivados del bifenilo, donde sus hidrógenos pueden ser sustituidos por átomos de cloro (Figura 1)

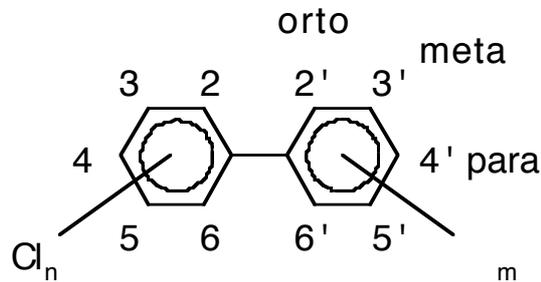


Figura 1. Estructura general de los PCBs ($1 \leq n + m \leq 10$).

Los PCBs se empezaron a utilizar a partir de 1930 como líquidos hidráulicos, aislantes eléctricos en grandes transformadores, plastificantes en pinturas, etc. Dejaron de usarse a partir de 1960-70 ya que por su gran estabilidad química se convertían prácticamente en indestructibles cuando se liberaban al medio ambiente. Además su hidrofobicidad hace que se acumulen en los lípidos y por tanto en el tejido graso de los animales, pescados y leche entre otros.

La principal vía de ingreso de estas sustancias al organismo es la alimentaria (90%) y se produce sobre todo a través del consumo de pescados.

- Dioxinas

Con el término dioxinas se nombran a un conjunto de sustancias aromáticas cuyo núcleo principal es el 1,10-dioxantreceno o dibenzo-p-dioxina. Dentro de este grupo, los derivados clorados o clorodibenzo-p-dioxina (CDD) y CDF policlorodibenzofuranos son los más conocidos, destacando entre ellos, la TCDD (2,3,7,8-tetraclorodibenzo-p-dioxina) que es la dioxina más estudiada.

En general, se producen en procesos térmicos que involucran la síntesis o destrucción de diferentes compuestos orgánicos a base de cloro.

Se generan en procesos naturales como: erupciones volcánicas, incendios forestales o reacciones químicas naturales. Pero debido a la industrialización, el nivel de estos compuestos se ha incrementado hasta alcanzar niveles preocupantes. Las principales causas de formación son: las industrias blanqueadoras de papel, la combustión de gasolinas con plomo y de productos petrolíferos o de caucho, los humos de incineradoras municipales, fabricación de herbicidas, etc.

Metales

El organismo humano necesita la presencia de cantidades pequeñas de de-

terminados elementos de la naturaleza metálica para llegar al desarrollo normal. Sin embargo, existen metales que lejos de ser necesarios para los organismos vivos, son de toxicidad elevada, además de tener una gran capacidad de bioacumulación y biomagnificación. Desde el punto de vista de la alimentación los metales cuya toxicidad es elevada y pueden ser dañinos cuando se encuentran en los alimentos, son el mercurio, plomo, arsénico y cadmio.

Contaminación producida por contaminantes agrícolas

Como consecuencia de los tratamientos mediante productos fitosanitarios en la agricultura. Estos residuos están definidos según el Código Alimentario junto a otros productos derivados de su degradación, metabolitos, etc. Los residuos más comúnmente encontrados en alimentos tras las prácticas agrarias son los pesticidas y los fertilizantes nitrogenados.

Plaguicidas y fitosanitarios

Las tres familias de plaguicidas más importantes en base a su naturaleza química son: *organoclorados* (DDT, aldrín, endrín, lindano, clordano, heptacloro, hexaclorobenceno...), *organofosforados* (malatión, paratión...) y *carbamatos* (carbaril, propoxur...). De todos ellos son los plaguicidas organoclorados los que presentan los mayores problemas debido a su persistencia, mínima biodegradabilidad y a su fácil acumulación en la cadena alimentaria.

Actualmente las normas que regulan los productos fitosanitarios son el RD 3349/1983, de 30 de diciembre. Y por el RD 280/1994, donde se establecen los límites máximos de residuos (LMR) y su control en productos vegetales. El Límite Máximo de Residuos (LMR) se define como “*la cantidad máxima de un residuo que no puede sobrepasarse en un alimento establecido*”. Los LMR se regulan reglamentariamente en cada país y pueden variar dependiendo de las costumbres alimentarias de estos.

A pesar de la regulación en la utilización de estos compuestos, hoy en día el uso de plaguicidas es una práctica cotidiana que permite el control de plagas dentro del sector agrícola.

Fertilizantes con nitrógeno

Además de los plaguicidas, en la agricultura se utilizan también fertilizantes con nitrógeno cuya misión es enriquecer el suelo. Estos pueden incorporarse

a los alimentos en forma de nitratos. Una vez que los nitratos se encuentran en los alimentos se pueden reducir a nitritos por la acción de algunas bacterias, estos nitritos reaccionan con las aminos presentes en los alimentos y pueden llegar a formar nitrosaminas, las cuales están consideradas carcinogénicas muy potentes, produciendo fundamentalmente distintos tipos de cáncer.

Contaminación producida por productos ganaderos

Una consecuencia de la moderna tecnología alimentaria es el riesgo para la salud de los consumidores inducido por los residuos de fármacos que puedan estar presentes en los alimentos.

Los avances en las técnicas de detección y evaluación de estos residuos han propiciado un mayor conocimiento de la naturaleza y magnitud de los eventuales riesgos.

En la producción animal se utilizan distintos tipos de sustancias, tales como antibióticos, sulfamidas y quimioterapéuticos, factores de crecimiento y finalizadores cárnicos.

Antibióticos, sulfamidas y quimioterapéuticos

Son sustancias utilizadas con el fin de aliviar o evitar enfermedades, entre ellas destaca la penicilina, sulfonamidas, tetraciclinas y algunos aminoglucósidos.

La necesidad de tratar y prevenir enfermedades de los animales de abasto se fundamenta en tres razones principales:

- Preservar la salud del animal con lo que se garantiza la generación de un gran número de alimentos imprescindibles para el hombre.
- Proteger nuestra salud humana del riesgo que supone la convivencia con una ganadería enferma, por la posibilidad de contagio de enfermedades por microorganismos patógenos.
- Garantizar la salubridad de los alimentos de origen animal producidos ya que el consumo de estos alimentos cuando proceden de animales enfermos constituye un riesgo.

Cuando reutilizan estos productos es muy importante que se realice un uso controlado de los mismos y que se respete el período de supresión que es el tiempo que tardan estos compuestos en desaparecer del organismo animal.

Factores de crecimiento

Son sustancias que se adicionan al pienso para que los animales ganen peso más rápidamente. La mayoría de estas sustancias están prohibidas desde el año 1998.

Finalizadores cárnicos

Son sustancias que se administran a los animales para mejorar su ganancia de peso con el consiguiente ahorro de pienso que eso supone. Existen numerosos compuestos, que están actualmente prohibidos, entre ellos las sustancias antitiroideas, los compuestos hormonales, el clenbuterol y análogos.

Los medicamentos y productos químicos suministrados a los animales con fines terapéuticos y profilácticos se utilizan también como aditivos de los piensos para promover el crecimiento.

Todos los residuos, incluidos los productos madre, sus metabolitos y sus productos de descomposición son potencialmente importantes desde el punto de vista toxicológico.

CONTAMINACIÓN/ALTERACIÓN PRODUCIDA DURANTE EL ALMACENAMIENTO

Una conservación adecuada de los alimentos es imprescindible para evitar las alteraciones naturales y la proliferación y contaminación por microorganismos, dependiendo la forma de conservar de la naturaleza de los mismos. Así, hay alimentos que se conservan adecuadamente mediante el frío; otros solamente necesitan ser preservados de la luz, del oxígeno del aire o de la humedad. Algunos de los factores más importantes que influyen en la contaminación/alteración de los alimentos durante su almacenamiento se detallan a continuación:

Reacciones por luz y calor

Los componentes de los alimentos pueden reaccionar por luz o calor durante su cocinado procesado o almacenamiento y dar lugar a derivados más o menos tóxicos. Durante su almacenamiento pueden producirse productos tóxicos procedentes de la degeneración o enranciamiento de las grasas (hidroperóxidos, peróxidos y radicales libres), que producen alteraciones cardiovasculares.

Contaminación por micotoxinas

Durante el almacenamiento los mohos en determinadas condiciones de humedad y de temperatura producen una amplia variedad de metabolitos secundarios, algunos de los cuales producen efectos tóxicos para el hombre y los animales. A estos metabolitos fúngicos se desconoce con el nombre de micotoxinas y a las enfermedades ocasionadas por la acción de estas se les denomina micomitosis.

Las micotoxinas son compuestos químicos de bajo peso molecular, muy reactivos, que al reaccionar con distintas moléculas de las células eucariotas dan lugar a efectos tóxicos mutagénicos y cancerígenos. Se dan con más frecuencia en aquellas zonas donde la temperatura y la humedad. Las principales micotoxinas que se pueden encontrar en los alimentos son las aflatoxinas, *ocratoxina*, *patulina*, *sterigmatocistina*, *tricotecenos*, y *zearalenoma*, entre otras.

Contaminación debida a los envases

El envase cumple diversas funciones de gran importancia: contener los alimentos, protegerlos del deterioro químico y físico, y proporcionar un medio práctico para informar a los consumidores sobre los productos.

Cualquier tipo de envase, ya sea una lata, una botella o un frasco de cristal, o un envase de cartón, contribuye a proteger los alimentos de la contaminación por microorganismos, insectos y otros agentes contaminantes. Asimismo, el envase preserva la forma y la textura del alimento que contiene, evita que pierda sabor o aroma, prolonga el tiempo de almacenamiento y regula el contenido de agua o humedad del alimento. En algunos casos, el material seleccionado para el envase puede afectar a la calidad nutricional del producto. Por ejemplo, los envases opacos como los cartones en los que se envasan los productos lácteos evitan que se pierda riboflavina, una vitamina fotosensible, por exposición del producto a la luz solar.

El envase permite asimismo a los fabricantes ofrecer información sobre las características del producto, su contenido nutricional y su composición

Los componentes de los envases deben cumplir unas normas básicas de seguridad para evitar posibles contaminaciones o la transferencia o migración de compuestos desde el envase al alimento. De ahí que solo se puedan utilizar como componentes de los envases aquellos legislados en las listas positivas.

El envase de los alimentos posee varias funciones útiles que incluyen la

protección del alimento frente a la contaminación externa, pero no se puede olvidar que el envase por sí mismo no es totalmente inerte y puede transferir sustancias hacia el alimento. Un ejemplo son los envases de plástico donde los monómeros no polimerizados y aditivos que pueden pasar al alimento. Otro ejemplo son los envases de hojalata donde puede producirse la incorporación de elementos metálicos a los alimentos.

Los hábitos en la alimentación están cambiando, hoy en día cada vez más la comida preparada y lista para llevar. La presentación atractiva del alimento juega un papel importantísimo en la comercialización y venta del producto, por lo que los materiales empleados en el envase alimentario están sujetos a continuas modificaciones en su composición con el objeto de hacerlos menos pesados, más atractivos, más ecológicos, más baratos y adaptados a las nuevas técnicas de conservación y cocinado. Fruto de todos estos cambios en los materiales es que va surgiendo continuamente nueva legislaciones.

BIBLIOGRAFIA

- Atteneri Marrero Suárez. Manual de formación básica para manipuladores de alimentos R.D. 3484/2000. Control canario de calidad y seguridad y FECAO, 2007.
- Ángel E. Caballero Torres. Temas de Higiene de los alimentos.. Ed Ciencias Médicas, La Habana, Cuba, 2008.
- Antonio Pla Martínez, Antonio Hernandez Jérez, Fernando Gil Hernández. Evaluación de la toxicidad de aditivos y contaminantes presentes en los alimentos (ebook). Ed. Díaz de Santos S.A, Madrid, 2012.
- Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. http://www.aesan.msc.es/AESAN/web/legislacion/subdetalle/contaminantes_alimentos.shtml
- Codex Alimentarius, http://www.codexalimentarius.net/web/index_es.jsp
- FAO, Food and agricultural organization of the United Nations. http://www.fao.org/ag/agn/index_es.stm
- Schmidt – Hebbel, H. Avances en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Edición digital, 2001.
- http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_quimicas_y_farmaceuticas/schmidth/