

CONSEJERÍA DE SANIDAD

LOS COMPUESTOS QUÍMICOS EN LOS ALIMENTOS DESDE LA PERSPECTIVA DE LA SEGURIDAD ALIMENTARIA

Autora

M.^a Eulalia Rimblas Corredor

Coordinado por:

Blas A. Marsilla de Pascual



Región de Murcia
Consejería de Sanidad

Dirección General de Salud Pública
Servicio de Seguridad Alimentaria
y Zoonosis

LOS COMPUESTOS QUÍMICOS EN LOS ALIMENTOS DESDE LA PERSPECTIVA DE LA SEGURIDAD ALIMENTARIA

Autor/a: M.^a Eulalia Rimblas Corredor

Servicio de Seguridad Alimentaria y Zoonosis
Dirección General de Salud Pública
Consejería de Sanidad

Coordinado por: Blas A. Marsilla de Pascual
Asesoramiento técnico informático: Onofre M. Martínez Pérez

ISBN: 84-95393-46-8
Depósito Legal: MU-2.416-2004
Imprime: Imprenta Regional

El desarrollo de la sociedad actual y la globalización han modificado radicalmente los hábitos alimenticios de la población española, variando toda la industria agroalimentaria desde la producción agrícola y ganadera al desarrollo de nuevas tecnologías en el procesado y conservación de los alimentos.

Los recientes acontecimientos como son los alimentos con dioxinas o el desastre del Prestige, entre otros, han puesto de manifiesto la sensibilización de la población a la contaminación de los alimentos por productos químicos y la necesidad por parte de la Administración Sanitaria a aumentar los niveles de control de estos contaminantes en alimentos.

Es de todos sabido que los productos químicos están relacionados directamente con el desarrollo de la sociedad moderna y de forma particular, podemos decir que sin estos compuestos la tecnología alimentaria no estaría en los niveles actuales.

Por otra parte la Unión Europea (Libro Blanco de Productos Químicos), pone de manifiesto los riesgos que conlleva la exposición a estos productos y en especial el aumento de cánceres y alergias, siendo una de las más importantes vías de entrada de estos contaminantes al organismo la ingestión a través de alimentos, por lo que la Seguridad Alimentaria juega un papel relevante en la prevención de la salud con relación a los productos químicos, abarcando las actuaciones preventivas realizadas por la administración sanitaria desde la limitación del uso o prohibición de ciertos compuestos químicos, mediante la publicación de normas legales, a la realización de actuaciones de vigilancia y control, comprobándose el establecimiento por parte de la Industria Alimentaria de sistemas de autocontrol.

Sobre el tema que nos ocupa, son muchos los autores que lo han tratado, desde diferentes enfoques y puntos de vista. Se trata, por tanto, de un tema muy extenso, del que mucho se ha escrito y del que todavía queda mucho por escribir e investigar, que analizaremos pretendiendo dar una visión general, sencilla y actualizada, para lo cual se ha realizado una refundición de los tratados más actuales de Seguridad Alimentaria, títulos que se nombran en la bibliografía y en las notas a pie de página.

En este trabajo se ha realizado un recorrido a través de las distintas posibilidades de contaminación de los alimentos por agentes químicos, dentro de la industria alimentaria, efectuando además una recopilación, actualización y clasificación de la extensa y compleja normativa vigente en este campo, y realizando una reflexión sobre las competencias del Servicio de Seguridad Alimentaria al realizar un análisis de las distintas situaciones donde se puede producir la contaminación de la cadena alimentaria por agentes químicos.

Por todo lo expuesto anteriormente, a grandes rasgos, se pone de manifiesto la importancia del control de contaminantes químicos en los alimentos como medida preventiva para disminuir el riesgo de contraer enfermedades como consecuencia de la ingestión de estos productos a través de la dieta y su posterior acumulación en el organismo.

Francisco José García Ruiz
Director General de Salud Pública

No quisiera pasar la ocasión de expresar mi reconocimiento a un grupo de profesionales y amigos que han hecho posible que este libro hoy se haya convertido en una realidad. Estoy especialmente agradecida a Blas Marsilla de Pascual, mi tutor en temas alimentarios, Juan Ignacio Sánchez Gelabert, M.^a Constanza Soriano Cano y Jaime Martínez Uceda por revisión crítica, apoyo personal y confianza en este proyecto.

A Onofre Martínez Pérez y José Ramón Tauste por asesoramiento informático.

A todos los autores de las obras utilizadas para la elaboración de este libro, nombrados en la bibliografía, ya que parte de esta publicación es la refundición del trabajo realizado por ellos.

A todos mis compañeros de Servicio.

A mi familia.

	Página
INTRODUCCIÓN	9
CONTAMINANTES QUÍMICOS ALIMENTARIOS	15
1. Constituyentes tóxicos naturales	17
1.1. Alimentos marinos	17
1.2. Alimentos vegetales	19
2. Contaminantes incorporados durante la producción:	23
2.1. Contaminantes ambientales	23
2.1.1. Compuestos Orgánicos Persistentes (COP's)	23
2.1.2. Policlorobifenilos (PCB's)	24
2.1.3. Dioxinas	25
2.1.4. Metales	27
2.1.4.1. Mercurio	28
2.1.4.2. Plomo	30
2.1.4.3. Arsénico	31
2.1.4.4. Cadmio	32
2.2. Radioisótopos	34
2.3. Organismos Modificados Genéticamente (OMG)	36
2.4. Contaminantes agrícolas	36
2.4.1. Plaguicidas	36
2.4.2. Fertilizantes con nitrógeno	38
2.5. Contaminaciones por productos de uso ganadero	39
3. Contaminantes incorporados durante almacenamiento	43
3.1. Reacciones por luz o calor	43
3.2. Contaminación por micotoxinas	43
3.2.1. Aflatoxinas	43
3.2.2. Ocratoxinas	44
3.2.3. Patulina	44
3.2.4. Esterigmatocistina	44
3.2.5. Tricotecenos	45
3.2.6. Zearalenona	45
3.2.7. Otras micotoxinas	45
3.2.8. Límites legales de las micotóxicas	45
4. Aditivos Alimentarios	49
5. Contaminantes generados por tratamientos en la industria alimentaria	51
5.1. Termooxidación de la fracción lipídica	51
5.2. Formación de compuestos piroorgánicos.	51
5.3. Compuestos derivados de Aminoácidos y Azúcares	52
5.4. Compuestos formados por tratamiento alcalino	52
5.5. Otros compuestos formados por distintas técnicas usadas en la industria alimentaria	52
5.6. Uso de productos detergentes y desinfectantes	53
5.7. Migraciones de los componentes de los envases	56
SITUACIÓN ACTUAL. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN QUÍMICA DE LOS ALIMENTOS	59
LEGISLACIÓN Y BIBLIOGRAFÍA	65

Al afrontar el tema de contaminación de alimentos, hemos de ser conscientes de que hablar de seguridad alimentaria para gran parte de la población del planeta, no es sólo un problema de calidad, sino de cantidad, ya que la pobreza es el determinante de morbi-mortalidad más importante del planeta. En la Cumbre Mundial de Alimentos organizada por la Organización Mundial de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) se definió **Seguridad Alimentaria** como: **“Existe seguridad alimentaria cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimentarias y sus preferencias en cuanto a los alimentos a fin de llevar una vida activa y sana”**.

Existe por lo tanto, seguridad alimentaria cuando se dan cuatro condiciones:

1. Oferta y disponibilidad de los alimentos adecuados.
2. Estabilidad de la oferta sin fluctuaciones ni escasez en función de la estación o año.
3. Acceso de los alimentos o la capacidad de producirlos.
4. Buena calidad e inocuidad de los alimentos.

(9)

En el entorno de los países de la Unión Europea la consecución de las tres primeras condiciones está garantizada, por lo que podríamos decir que existe seguridad alimentaria cuando los alimentos están en buenas condiciones higiénicas y son inocuos para la salud.

Desde siempre, el hombre ha encaminado la elaboración de alimentos a procurar que éstos sean más duraderos, higiénicos, nutritivos, saludables, apetitosos y económicos de producir. En las últimas décadas, el crecimiento demográfico, los cambios en los hábitos alimentarios y el desarrollo de la tecnología de alimentos ha sido espectacular, lo que se traduce en una mayor producción de alimentos, con intensificación de la actividad agrícola y ganadera, lo que ha dado como resultado la transformación de los bosques, desarrollo de una agricultura intensiva con utilización de plaguicidas, alimentos genéticamente modificados...

Hoy en día, existe un interés especial por productos que promueven un estado de salud y bienestar, así pues, se están modificando los perfiles nutritivos de los alimentos, reduciendo aquellos nutrientes relacionados con el desarrollo de enfermedades y aumentando aquellos otros cuya carencia pudiera también provocar enfermedad. Estos alimentos saludables, son un mercado en expansión.

La definición de alimento contaminado nos viene dada por el Código Alimentario (Codex), que fue creado en 1962 y es una compilación de normas alimentarias, códigos de prácticas y directrices, en permanente actualización que, bajo los auspicios de la FAO y de la Organización Mundial de la Salud (OMS), se recomienda seguir en todos los países. Su finalidad es proporcionar unas normas alimentarias que sirvan de orientación a la hora de proteger la salud de los consumidores. En éste, se define **alimento contaminado** como **“todo alimento que contenga gérmenes patógenos, sustancias químicas o radiactivas, toxinas o parásitos, capaces de transmitir enfermedades al hombre o a los animales”**.

Tradicionalmente los peligros biológicos han tenido un mayor interés debido a su capacidad y facilidad de causar enfermedades transmitidas por alimentos, pero a lo largo de los últimos años, una serie de sucesos relacionados con la seguridad alimentaria (aceite de colza desnaturalizado, dioxinas en lo que se ha conocido como “crisis Belga”, accidente del Prestige, fuga radiactiva de Chernobyl, benzopirenos etc.), han motivado el interés por la toxicidad de los alimentos, debido a la presencia de sustancias químicas.

Los contaminantes químicos peligrosos influyen en la tasa creciente de enfermedades crónicas inexplicables como la infertilidad, los defectos del nacimiento, el deterioro del sistema inmunológico, las lesiones cerebrales... Destacando la importancia de la incorporación de este tipo de productos a través de la dieta. Durante los últimos 20 años se ha incrementado el interés por estos contaminantes, prosperándose en su estudio debido entre otras causas al gran avance que han experimentado las técnicas analíticas, cuyo desarrollo ha ido paralelo a la creciente preocupación por la toxicidad de estos elementos.

Además, muchos de los contaminantes que revisaremos en este capítulo (PCB's, dioxinas, plaguicidas organoclorados, cadmio...), son considerados también como **DISRUPTORES ENDOCRINOS**, es decir, sustancias químicas exógenas al organismo animal o humano, con actividad hormonal, que interfieren en el funcionamiento normal de ciertas hormonas por los siguientes posibles caminos:

1. Mimetizando la acción de la hormona natural, y en consecuencia desencadenan una reacción química similar en el organismo vivo.
2. Por bloqueo de los receptores en células diana de las hormonas y en consecuencia impidiendo la acción normal de la hormona.
3. Afectando la síntesis, transporte, metabolismo y excreción de las hormonas, de tal forma que alteran la concentración apropiada en el órgano diana.
4. Modificando los niveles de los receptores específicos.

En 1997 el Parlamento Europeo decidió elaborar un informe sobre Disruptores Endocrinos y en su Resolución, el Parlamento pide a la Comisión que adopte medidas específicas, encaminadas a mejorar el marco legislativo, intensificar los esfuerzos de investigación y poner la información a disposición del público.

En el año 2001, en la Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo, en “La aplicación de la estrategia comunitaria de alteradores endocrinos” se establece una

clasificación en 3 categorías de los disruptores endocrinos, en función de la información de que se dispone. Es de destacar que existe una lista de sustancias propuestas como disruptores, en la que figuran 553 sustancias artificiales y 9 hormonas (sintéticas y naturales).

Otro aspecto relevante de destacar es que en los alimentos, como observaremos a lo largo del desarrollo del capítulo, existen sustancias, bien presentes de forma natural en ellos, o bien se originan en los distintos procesos de manipulación o digestión de los alimentos, o se añaden intencionada o involuntariamente en la cadena alimentaria que son **SUSTANCIAS CARCINÓGENAS**, entendiendo por tales aquellas que son capaces de inducir tumores, ya sean benignos o malignos.

Estas sustancias han sido clasificadas por la Agencia Internacional de Investigaciones sobre Cáncer (IARC), Organismo de gran prestigio y autoridad en compuestos cancerígenos con sede en Lyon, en 4 categorías de sustancias según los datos experimentales y epidemiológicos disponibles, siendo éstas:

Grupo 1: Sustancias con suficientes evidencias de ser carcinógenas para el hombre. Se disponen de elementos suficientes para establecer una relación causa/efecto entre exposición del hombre a estas sustancias y la aparición del cáncer.

Grupo 2: Sustancias que pueden considerarse como carcinógenas para el hombre, la evidencia es limitada, pero se disponen de suficientes elementos como para suponer que la exposición del hombre a tales sustancias puede producir cáncer. Dicha presunción se fundamenta en estudios apropiados a largo plazo en animales y otra información pertinente, distinguiendo dentro de este grupo:

2 A- Carcinógenos probables

2 B- Carcinógenos posibles

Grupo 3: Sustancias inclasificadas en cuanto a carcinogenesis. Son sustancias cuyos posibles efectos carcinogénicos en el hombre son preocupantes, pero de las que no se dispone de información suficiente para realizar una evaluación satisfactoria.

Grupo 4: Sustancias probablemente no carcinógenas.

La legislación, en el R.D. 363/1995, establece los criterios de clasificación, indicación de peligro y elección de las frases de riesgo de las sustancias cancerígenas, según sus efectos específicos sobre la salud humana (ésta es la clasificación utilizada en el etiquetado y Ficha de Datos de Seguridad de las sustancias), distinguiéndose 3 categorías:

Primera categoría: Sustancias que, se sabe, son carcinogénicas para el hombre. Se dispone de elementos suficientes para establecer la existencia de una relación de causa/efecto entre la exposición al hombre de tales sustancias y la aparición del cáncer.

Segunda categoría: Sustancias que pueden considerarse carcinogénicas para el hombre. Se dispone de suficientes elementos para suponer que la exposición del hombre a tales sustancias puede producir cáncer. Dicha presunción se fundamenta generalmente en: estudios apropiados a largo plazo en animales, y/o otro tipo de información pertinente.

Tercera categoría: Sustancias cuyos posibles efectos carcinogénicos en el hombre son preocupantes, pero de las que no se dispone de información suficiente para realizar una evaluación satisfactoria. Hay algunas pruebas procedentes de análisis con animales, pero que resultan insuficientes para incluirlas en la segunda categoría.

La dieta puede influir en la incidencia de cáncer de las siguientes maneras¹:

1. Mediante la ingestión de sustancias carcinogénicas o de sus precursores:
 - a) carcinogénicos presentes normalmente en los alimentos.
 - b) carcinogénicos producidos por tratamientos en la industria alimentaria.
 - c) carcinogénicos producidos por la acción de microorganismos en alimentos almacenados.
2. Por la formación de carcinógenos en el organismo humano:
 - a) productos que son sustratos para la formación de carcinógenos en el organismo (ejemplo: nitratos y nitritos)
 - b) sustancias que alteran la flora intestinal, la producción de ácidos biliares, y colesterol, y en consecuencia la capacidad de formar productos carcinogénicos.
3. Sustancias que modifican la activación e inactivación de carcinógenos, por ejemplo sustancias que alteran el transporte celular (alcohol), sustancias que inducen o inhiben enzimas que biotransforman carcinogénicos, sustancias con efectos protectores frente al cáncer (selenio, vitamina E, antioxidantes).
4. Por mecanismos que afectan a la “promoción” de las células (deficiencia de vitamina A, proteínas que se unen al retinol...)
5. Sobrenutrición: Existen estudios epidemiológicos que muestran correlación entre el grado de obesidad y mortalidad por cáncer.

(12) El tema que nos ocupa, ha sido tratado por muchos y distintos autores, pero se trata de un tema en el que debido a la modificación de los hábitos alimentarios, globalización, avance de las técnicas analíticas, nuevos conocimientos y avances relacionados con algunas enfermedades, está sujeto a cambios continuos. En este tema trataremos aquella parte de la seguridad alimentaria relacionada con los productos químicos, sirviendo este trabajo para realizar un recorrido a través de las distintas posibilidades de contaminación de los alimentos por agentes químicos, dentro de la industria alimentaria, incorporando aspectos y competencias sanitarias (Registros, cursos de capacitación...), con lo que se consigue dar una visión desde el punto de vista de la Administración, incorporándose ejemplos de iniciativas a nivel Europeo encaminadas a la disminución del riesgo que entrañan estos contaminantes. Además se ha efectuado una recopilación, actualización y clasificación de la extensa y compleja normativa vigente en este campo, realizándose también una reflexión sobre las competencias del Servicio de Seguridad Alimentaria, al realizar un análisis de las distintas situaciones donde se puede producir la contaminación de la cadena alimentaria por agentes químicos, lo cual servirá de estrategia posteriormente para el desarrollo de programas específicos.

¹ Fuente: Curso Básico de Toxicología Ambiental

Competencias del Servicio de Seguridad Alimentaria en relación a los productos químicos

En la Comunidad Autónoma de Murcia, el Servicio de Seguridad Alimentaria, posee las siguientes competencias en materia de Seguridad Alimentaria relacionadas con los productos químicos:



(13)

(*) En colaboración con la Consejería de Agricultura y Agua.

(**) En colaboración con la Universidad de Murcia.

(***) Evaluándose: Productos utilizados, técnicas de aplicación empleadas y condiciones de las empresas y del personal de aplicación, dentro de la industria alimentaria.

Observando el esquema anterior, podemos deducir que la Seguridad Química dentro de la Seguridad Alimentaria es una amplia parcela que está interrelacionada con: el resto de temas que se tratan desde el Servicio de Seguridad Alimentaria, con otros temas tratados desde otros departamentos de la propia Consejería de Sanidad e incluso con aspectos gestionados desde otras Consejerías e Instituciones.

La contaminación del alimento con agentes de origen químico se puede producir en cualquier etapa de la producción, desde el cultivo del vegetal o la cría de animales hasta el consumo final. Los compuestos más peligrosos son aquellos que presentan una elevada persistencia, por lo que tienden a acumularse, lo que significa un incremento de su concentración a lo largo de la cadena trófica. Es por esto, que los problemas ligados a la contaminación por productos químicos son generalmente de carácter crónico, aunque también ingestas altas de contaminantes han sido asociadas con casos agudos de enfermedades de origen alimentario.

El que un producto químico produzca efectos tóxicos dependerá de una serie de factores exógenos (naturaleza de las sustancias químicas, concentración, fuentes de exposición...) y endógenos (características del individuo, su interacción con el medio ambiente...). Hay que destacar que los grupos de riesgo más susceptibles a estos contaminantes son los niños, mujeres gestantes y aquellos individuos que padezcan enfermedades crónicas.

(15)

En definitiva, los contaminantes presentes en los alimentos tienen una dimensión toxicológica más compleja que los productos aislados, por las posibles interacciones con los propios nutrientes u otros constituyentes, siendo fundamental no sólo que estos contaminantes se identifiquen, sino también que se establezcan las propiedades toxicológicas de cada uno de ellos y de la mezcla de todos, pues pueden existir fenómenos de sinergia aditiva, potenciación y/o antagonismo. Además su peligrosidad aumenta, ya que en la mayoría de los casos los altos niveles de contaminantes no alteran las características organolépticas del alimento.

Sabemos que los productos químicos pueden contaminar la cadena trófica alimentaria, por lo que es necesario conocer las cantidades que contienen los alimentos y cuáles son los niveles aceptables que se pueden ingerir. Esta cantidad se conoce como **“dosis sin efecto”** o **“nivel sin efecto” (NOAEL)**, y la definimos como la dosis más alta de una sustancia que no causa efectos adversos detectables en animales de experimentación, expresada normalmente en miligramos de producto por kilogramo del animal ensayado y día. Como las pruebas con animales no son exactamente extrapolables a los humanos, se aplica un factor de corrección (factor de seguridad) de acuerdo con la OMS y la FAO; este factor se establece normalmente en la centésima parte de la “dosis sin efecto”, ya que se considera que un hombre puede ser 100 veces más susceptible a una sustancia poten-

cialmente tóxica, que el más sensible de los animales de experimentación. Los valores del factor de seguridad varían desde 10 (si hay datos en humanos), hasta 1.000.

“La Ingestión Diaria Admisible” (I.D.A.) es la dosis diaria que ingerida durante todo el periodo vital, parece no entrañar riesgos apreciables para la salud del consumidor. Se expresa en miligramos de sustancia química por Kg. de peso corporal y día. (FAO, 1997). La IDA se establece sobre el estudio de toda la información disponible, incluyendo datos de las propiedades bioquímicas, metabólicas, toxicocinéticas, y toxicológicas del contaminante.

En la determinación de la cantidad de contaminantes presentes en los alimentos es de vital importancia el que la toma de muestras sea representativa, debiéndose seguir protocolos de muestreo ya establecidos en la legislación y que las determinaciones analíticas se realicen mediante métodos de análisis validados, que son aquellos cuyas características de eficacia se han determinado mediante ensayos interlaboratorios y que son aceptados a efectos de control y de legislación.

Por todo lo anterior se pone de manifiesto que los contaminantes químicos en alimentos es un tema muy extenso, del que mucho se ha escrito y del que todavía queda mucho por escribir e investigar que analizaremos pretendiendo dar una visión general, sencilla y actualizada.

(16)

Existen muchas formas de clasificar los contaminantes susceptibles de incorporarse a la cadena alimentaria, una de ellas sería atendiendo a la naturaleza orgánica o inorgánica del contaminante, aunque en este capítulo se clasifican desde el punto de vista del origen o momento en el que el contaminante puede incorporarse a los alimentos (aunque existen contaminantes que pueden llegar al alimento por diferentes rutas), pudiendo diferenciar entre:

- 1. Constituyentes tóxicos naturales**
- 2. Contaminantes incorporados durante la producción**
- 3. Contaminantes incorporados durante almacenamiento**
- 4. Aditivos**
- 5. Contaminantes incorporados durante procesado y preparación del alimento**

1. CONSTITUYENTES TÓXICOS NATURALES ²

Los alimentos son las sustancias químicas más complejas a las que los seres humanos están continuamente y directamente expuestos. Los productos vegetales, animales y marinos que el hombre consume, contienen un número elevado de compuestos de origen natural, muchos de los cuales aún no han sido identificados.

Existen numerosos compuestos tóxicos que podemos encontrar de forma natural en algunos tipos de alimentos, siendo posible que se nos presenten las siguientes posibilidades en alimentos que contengan los mismos:

1. Alimentos que han de ser consumidos en unas determinadas cantidades o que incluso su consumo se prohíbe.
2. Alimentos con efectos tóxicos retardados.
3. Sustancias antinutritivas.

Entre los alimentos que han de ser consumidos en unas determinadas cantidades o entre aquellos que incluso se prohíbe su consumo, existen algunos que son potentes tóxicos con efectos adversos inmediatos, y que pueden dar lugar a intoxicaciones graves, incluso fatales. Algunos otros alimentos poseen toxicidad retardada resultando difícil en estos casos el establecer al alimento como agente causal de la intoxicación. Los compuestos tóxicos naturales pueden estar presentes principalmente en pescados, moluscos, vegetales y hongos.

(17)

1.1. ALIMENTOS MARINOS:

Es posible clasificar las especies marinas en tres amplias categorías toxicológicas:

- Especies no tóxicas.
- Especies tóxicas, en determinadas épocas o circunstancias.
- Especies tóxicas.

Las principales intoxicaciones se originan por la ingestión de moluscos y pescados, que contienen biotoxinas que bien son producidas por dinoflagelados o que son segregadas para combatir a los depredadores.

Las sustancias tóxicas presentes en pescados pueden concentrarse en tejidos u órganos específicos, pudiéndose establecer tres grandes grupos en función de la distribución de la toxina (aunque puede existir solapación entre los grupos):

- Ictiosarcotóxicos: músculos, piel, hígado e intestinos.
- Ictiotóxicos: gónadas y huevos.
- Ictiohemotóxicos: sangre.

² Fuente: Toxicología Avanzada

Si tenemos en cuenta el origen del tóxico se pueden clasificar las toxinas como:

- Toxinas Endógenas: Ejemplo: Tetraodontóxina.
- Toxinas generadas por proceso bacteriano: Ejemplo: Escombrotoxina.
- Toxinas producidas por la presencia de algas tóxicas (dinoflagelados): Ejemplo: ciguatoxina.

- Intoxicaciones por consumo de pescado:

- Debido a toxinas endógenas:

El consumo de peces globo, sobre todo procedentes de aguas de los Océanos Índico y Pacífico, produce alteraciones nerviosas, ya que contiene un tipo de toxina denominada tetraodontoxina (alcaloide que se almacena fundamentalmente en las huevas del animal, aunque también puede estar presente en el hígado, intestinos y piel del pez). Su toxicidad es muy alta y depende de la especie, estación del año, sexo (la hembra es más tóxica). Además los tratamientos por calor no destruyen totalmente la toxina, pero sí disminuyen su toxicidad. El envenenamiento por pez globo es uno de los problemas continuos en Japón, donde es un plato tradicional.

Existen 2 intoxicaciones de síntomas leves, producidas por ciertas especies de salmonetes y sardinas (pescados muy habituales en nuestra dieta). En la intoxicación por salmonetes los síntomas empiezan a los 10-90 min. e incluyen debilidad, descoordinación muscular, alucinaciones... La víctima se recupera completamente en 2-24 horas. La toxina no ha sido determinada químicamente, y no se destruye por los procesos usuales de cocinado. La 2.^a intoxicación se debe al consumo de peces clupeotóxicos (aproximadamente 20 especies), con la característica de que son tóxicos esporádicamente, y por lo tanto no se puede predecir la intoxicación, ya que muchos de los pescados implicados (sardinas) son usualmente no tóxicos y los procesos de cocinado no eliminan su toxicidad. El primer síntoma de la intoxicación en humanos es una sensación de sabor metálico en la boca, seguido de síntomas gastrointestinales, que se acompañan de taquicardia, hipotensión, cianosis, incluso shock, posteriormente aparecen los síntomas neurológicos, hipersalivación, parálisis muscular progresiva, trastornos respiratorios y coma.

- Generadas por proceso bacteriano:

Existen ciertos tipos de peces de la familia de los Escómbridos y especies afines (caballas, atunes, bonitos...) que, al ser consumidos producen dolor de cabeza, vómitos y alteraciones gastrointestinales y dérmicas; estas alteraciones se deben a que en estos peces se encuentra presente un tipo de toxina (ictiotoxina), llamada escombrotoxina, mezcla de productos derivados de histamina, saurina, metabolitos de histidina, que se forma por la acción de las bacterias, produciéndose esta sintomatología cuando su cantidad supera las 200 ppm. La distribución de la toxina es irregular en el pez y la congelación, enlatado o cocción no reducen el efecto tóxico de la misma.

- Debido a la presencia de algas tóxicas:

El consumo de moluscos bivalvos (mejillones, ostras, almejas...), larvas de crustáceos y otras especies marinas, cuando se ha producido proliferación de algas tóxicas en el fitoplancton marino, puede producir distintas alteraciones dependiendo del tipo de toxina que

se encuentre en su interior. Las toxinas que podemos encontrar en estos animales se nombran en función de la alteración que producen al consumidor, así tenemos toxina diarreica (DSP), paralizante (PSP), amnésica (ASP) y neurotóxica (NSP). No todos los moluscos han de contener los 4 tipos de toxinas, de hecho éstos se localizan preferentemente en uno u otro tipo de molusco y ocasionan gran variedad de síntomas que dependerán de la toxina/s presente/s, su concentración en el marisco y la cantidad de marisco ingerido.

La intoxicación paralizante (PSP) es un síndrome neurotóxico, producido por la toxina saxitoxina y compuestos derivados de la misma, producidos por dinoflagelados de los géneros *Gonyaulax*, *Alexandrium* y *Pyrodinium*, así como algunas especies de cianobacterias, o algas verdes-azuladas presentes en algas dulces. No existe antídoto específico para las toxinas PSP. Los síntomas de esta intoxicación son principalmente neurotóxicos e incluyen temblores, entumecimiento, sensación de hormigueo, dolor de cabeza, mareos, incoherencia en el habla y parálisis respiratoria.

Las toxinas diarreicas (DSP), son un conjunto de toxinas termoestables, que dividimos en tres grupos: 1- Ácido Okadaico y derivados, 2- Dinophysistoxinas, 3-Pectenotoxinas y Yessotoxinas, producidas por dinoflagelados del género *Dinophysis* y *Procentrum*. Los síntomas de la intoxicación se manifiestan principalmente por desórdenes gastrointestinales leves, en forma de vómitos, náuseas, diarrea y dolores abdominales acompañados de escalofríos, migraña y fiebre.

El mayor responsable de la intoxicación amnésica (ASP) es el ácido domoico, que es un compuesto de origen natural análogo al ácido glutámico generado por diatomeas del género *Pseudonitzschia*, que produce síntomas gastrointestinales acompañados de pérdida de memoria, desorientación y coma. Mientras que la intoxicación por NSP se caracterizan por efectos neurotóxicos y gastrointestinales.

(19)

Otro tóxico que llega al hombre a través de los alimentos, debido a la presencia de algas (dinoflagelados) es la ciguatera. El consumo de esta toxina provoca una intoxicación característica de latitudes cálidas de aguas tropicales, que puede ser producida por más de 400 especies de pescados (barracudas, arenques, y otros carnívoros) que viven en sedimentos marinos y arrecifes. Existe una correlación entre el tamaño del pez y la toxicidad del mismo, y hay evidencias de que se trata de un fenómeno cíclico (8 años). La intoxicación por ciguatera presenta síntomas gastrointestinales, neurológicos y cardiovasculares que pueden variar dependiendo del origen geográfico del pescado contaminado, no siendo todos los peces de una especie o lugar serán igualmente tóxicos.

1.2. ALIMENTOS VEGETALES:

En las plantas superiores podemos encontrar un amplio número de sustancias endógenas con efectos tóxicos, que relacionamos en la tabla siguiente (tabla 1), atendiendo a sus grupos funcionales o su acción fisiopatológica:

TÓXICO	ALIMENTO	EFECTO PARA LA SALUD
1. GLUCOSIDOS CIANÓGENOS (amigdalina, durrina, linamarina...)	mandioca, sorgo, almendras amargas...	Intox. Águda: asfixia Intox. Crónica: neurología degenerativa, bocio
2. ALCALOIDES: inhibidores colinesterasa (solanina, chaconina, tomatina), pirrolizidina, atropina...	Tubérculos (patata) Vegetales (tomate, remolacha) Tés, remedios chinos	Neurotoxicidad Cardiotoxicidad Hemolisis Mutagénico y Cáncer (café) Efectos circulatorios
2. AMINAS VASOACTIVAS (dopamina, tiramina, histamina...)	Frutas (plátanos, cítricos), tomate maduro, cebada, vinos, cervezas, carnes, pescados, vegetales, quesos, jamón)	Crisis intensivas, migrañas
4. ESTIMULANTES Y COMP. PSICOACTIVOS (cafeína, metilxantinas, miristicina, dioscorina...)	Café, té, pimienta negra, perejil, batatas, zanahorias, apio...	Neurotóxica Cardiotóxica Mutagénico y Cancerígeno (café)
5. LATIRÓGENOS	Almorta	Parálisis extremidades
6. AMINOÁCIDOS TÓXICOS Y CICASINA	C. circinalis	Parálisis Cancerígena (cicasina)
6. FLAVISMO: vicina, convicina, isouramilo	Habas	Anemia hemolítica (carácter genético)
7. SUST. FENÓLICAS Y ALCOHOLES (gospol, catecoles alquilados, curaminas, flavonas...)	Mango, pistacho, guisantes, fresas, albaricoques, perejil, licores, cítricos... Taninos: té, vino, café	Cardiotóxica Dermatotóxicas Carcinógenas
9. FITOESTROGENOS, ISOFLAVONAS, LACTONAS, CUMARÍNICAS...	Ajo, salvia, remolacha...	Infertilidad
10. AC. GRASOS (ácidos erúxico, ciclopropénicos, málvico)	Colza, aceite de semilla de algodón	Retraso de crecimiento, Cardiomiopatías
11. MISCELÁNEO	Raíz de regaliz, dulces, licores, aguacate, té	Hipertensión, diuréticos, alteraciones cardiacas, hepatotoxicidad, hiperglucemia, efectos renales, alteraciones del SNC

Tabla 1: Sustancias tóxicas en vegetales comestibles.

Fuente: Toxicología Avanzada

Las sustancias anteriores pueden dar lugar a intoxicaciones, pudiendo encontrar las siguientes situaciones:

1. Sustancias que se encuentran en concentraciones suficientemente altas para que su toxicidad se manifieste en el alimento, como por ejemplo el caso de la dioscorina en batatas que actúa como depresora del SNC, dando lugar a delirios y convulsiones.
2. Sustancias que necesitan consumos elevados para que se produzca la intoxicación, por ejemplo, glucosidos cianógenos (amigdalina, durrina, isolinamarina etc, ampliamente distribuidos en plantas superiores) o inhibidores de la colinesterasa entre los que se encuentran los alcaloides: solanina, chaconina, tomatina presentes en tubérculos y partes comestibles de frutas y vegetales.
3. Principios activos que se encuentran en concentraciones a las que no poseen una inmediata toxicidad aguda, pero cuyo consumo continuado da lugar a intoxicaciones crónicas (ej: metilxantinas, cafeína...).
4. Otro aspecto a tener en cuenta es la idiosincrasia individual, por ej: individuos con déficit genético de glucosa-6-fosfato-deshidrogenasa que consumen habas frescas, y que padecen favismo (anemia hemolítica, área mediterránea).

Aunque el consumo de hongos superiores no supone un porcentaje alto de la dieta humana, presentan un gran riesgo tóxico si tenemos en cuenta la frecuencia de intoxicaciones en relación al número de personas expuestas; sólo hay de 30 a 50 especies tóxicas que dan lugar al 70% de las intoxicaciones naturales, con efectos muy graves y/o letales. Las causas por las que ocurren estas intoxicaciones son: gran número de especies con morfología similar, cambio en las características morfológicas por condiciones de crecimiento ambientales y nutricionales, variabilidad de la respuesta tóxica de los individuos (estado de salud, cantidad de hongos ingeridos, cantidad de toxina presente...), condiciones de preparación...

(21)

Atendiendo a su acción fisiopatológica podemos clasificarlos en: neurotóxicos, alucinógenos (los dos grupos anteriores pueden causar: transpiración intensa, coma, convulsiones, alucinaciones, excitación depresión...), citotóxicos hemolíticos (causan destrucción celular seguido de disfunción de órganos), irritantes gastrointestinales (causan náuseas, vómitos, dolor abdominal y diarrea), de acción semejante al disulfiram (generalmente no son tóxicos y no producen síntomas a menos que se consuma alcohol dentro de las 72 horas posteriores a la ingestión del hongo), carcinogénicos y misceláneos.

Existen también sustancias antinutritivas, que son aquellos compuestos capaces de producir déficit nutricional, por interferir en la utilización y función de los nutrientes, carecen de importancia si se mantiene una alimentación equilibrada, pudiéndolas clasificar en:

1. Sustancias que interfieren en la absorción y/o utilización metabólica de elementos minerales. Ejemplo: Ácido fítico (presente en cereales, leguminosas), Oxalatos (en espinacas, apio)...
2. Sustancias que interfieren en la digestión de las proteínas, o en la absorción y utilización de aminoácidos y otros nutrientes. Ejemplo: Lectinas (presente en leguminosas, patatas...), Saponinas (en cacahuete, alfalfa...), Polifenoles (en semillas de algodón)...
3. Sustancias que inactivan o incrementan los requerimientos en vitaminas. Ejemplo: Oxidasa ácido ascórbico (presente en melocotones, lechuga, calabaza...), Antirretinol y anticarotenos (en naranjas)...

2. CONTAMINACIÓN PRODUCIDA DURANTE LA PRODUCCIÓN

Durante su producción los alimentos pueden verse afectados por:

- **2.1. Contaminaciones ambientales**
- **2.2. Contaminaciones radiactivas**
- **2.3. Organismos Modificados Genéticamente (OMG)**
- **2.4. Contaminaciones agrícolas**
- **2.5. Contaminaciones por productos de uso ganadero**

2.1. CONTAMINANTES AMBIENTALES

Los constituyentes inorgánicos del agua y el suelo pueden de forma natural absorberse y acumularse en los alimentos o contaminarlos artificialmente ya que como consecuencia de la actividad industrial, los numerosos contaminantes que existen en el medio ambiente se depositan bien directamente en los alimentos (vegetales y animales), o se incorporan al agua y suelo, contaminando posteriormente los alimentos que ingerimos, llegando así al ser humano, produciéndole normalmente a largo plazo, alteraciones y acumulaciones de estos contaminantes principalmente en hígado y riñones. Entre ellos:

2.1.1. Compuestos Orgánicos Persistentes (COP's)

Son los productos químicos más problemáticos a los que están expuestos los ecosistemas. Son compuestos orgánicos que resisten la degradación fotolítica, biológica y química. Se trata con frecuencia de productos halogenados, la mayor parte de las veces clorados, que se caracterizan por su toxicidad, persistencia hidrosolubilidad baja y una liposolubilidad elevada, 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 (contaminando regiones lejanas a su punto de emisión, "efecto saltamonte"). Llegan a nuestro organismo a través de una exposición ambiental "de fondo" continua, a dosis normalmente muy bajas, fundamentalmente a través de la dieta.

Dentro de este grupo analizaremos detalladamente: policlorobifenilos (PCBs), dioxinas y residuos de plaguicidas.

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 a los PCBs, dioxinas y furanos, así como 9 plaguicidas altamente peligrosos. En concreto son 12 las sustancias que se prohíben: aldrin, clordano, DDT, dieldrin, endrin, heptacloro, mirex, toxafeno, bifenol policlorado (PCB), hexaclorobenceno, dioxinas y furanos. Además de prohibir el uso de estas sustancias, el tratado se centra en la limpieza de las acumulaciones de existencias no deseadas y obsoletas de COPs.

En este mismo sentido a nivel europeo existe otra iniciativa que tiene como fin controlar y vigilar el comercio internacional de productos que por su peligrosidad pudieran afectar a la salud, se trata del Convenio de Rotterdam, sobre Consentimiento Previo Fundamentado, firmado en 1998 bajo el patrocinio del Programa de las Naciones Unidas para el

Medio Ambiente (PNUMA) y de la FAO, y es aplicable a 22 plaguicidas y 5 productos químicos peligrosos, que son objeto de comercio Internacional, entre ellos aldrín, DDT, dieldrín, HCH, lindano compuestos del mercurio, bifenilos policlorados... Este Convenio a través del Procedimiento Previo Fundamentado impide la entrada al territorio nacional de estas sustancias químicas peligrosas a menos que el país haya manifestado su consentimiento explícito a la importación, incluyendo también información sobre estos productos. Por lo tanto, este Convenio facilitará una líneas de protección a los posibles riesgos para la salud y el ambiente, sobre todo para aquellos países en vías de desarrollo, ya que numerosos productos prohibidos o restringidos en países industrializados, siguen comercializándose en los países en vías de desarrollo.

Las iniciativas Europeas citadas anteriormente son de vital importancia si tenemos en cuenta las cifras dadas por la FAO, que estima que existen más de 500.000 toneladas de plaguicidas obsoletos, prohibidos o caducados, que se acumulan fundamentalmente en países en vías de desarrollo, lo que supone una grave amenaza para la salud de millones de personas y para el medio ambiente.

2.1.2. Policlorobifenilos (PCB's)

Mezcla de compuestos derivados del bifenilo, donde sus hidrógenos pueden ser sustituidos por átomos de cloro, existen 209 posibles congéneres (estructura química en la figura 1).

(24)

Los PCB's en forma de mezcla de congéneres se empezaron a utilizar a partir de 1930 debido a sus características químicas favorables (entre ellas gran estabilidad química e hidrofobicidad) como líquidos hidráulicos, aislantes eléctricos en grandes transformadores, agentes plastificantes en pinturas...; y dejaron de utilizarse a partir de 1960-1970, ya que debido a su gran estabilidad química se convertían en prácticamente indestructibles cuando se liberaban al medio ambiente; por otra parte su hidrofobicidad hace que se concentren en los lípidos y por tanto en el tejido graso de animales, pescados y leche, entre otros.

La principal vía de ingreso al organismo de estas sustancias es la alimentaria (90%), ya que existen muchos tipos de alimentos con tendencia a la contaminación, como es el caso de los pescados. También puede producirse la contaminación con estos productos en el proceso de envasado debido a la migración de los PCB's del material del envase al alimento.

Se sabe que la ingestión de grandes cantidades de PCB's pueden causar en el hombre: atrofia amarilla del hígado, mientras que la exposición crónica a cantidades menores ocasiona degeneración grasa del hígado y una dermatitis denominada cloroacné, que consiste en pequeños granos y pigmentación oscura de la piel afectada, donde después se desarrollan pústulas. Los PCB's están clasificados por la IARC como cancerígenos y también figuran como disruptores endocrinos.

Se tuvo conocimiento de la toxicidad de los PCB's en el año 1968, cuando en Japón se produjo una fuerte intoxicación en el valle de Yusho, donde existían fábricas que eliminaban al medio ambiente PCB's. Cercanas a estas fábricas se encontraban arrozales, provocando el consumo de este arroz síntomas tales como: dolor de cabeza, ictericia, alteraciones a nivel celular y reproductor.

Existen estudios que demuestran la interferencia de los PCB's en el metabolismo tiroideo de los niños, lo que puede incidir en el desarrollo y en el crecimiento infantil.

2.1.3. Dioxinas

Con el término dioxina se nombran al conjunto de sustancias aromáticas cuyo núcleo principal es el 1,10-dioxantraceno o dibenzo-p-dioxina (estructura química en la figura 1). Dentro de este grupo, los derivados clorados o clorodibenzo-p-dioxinas (CDD) son los más conocidos, destacando de entre ellos, la TCDD (2,3,7,8,- tetraclorodibenzo-p-dioxina) que es la dioxina más estudiada, también conocida como "dioxina de Seveso" y, sin duda alguna la molécula de referencia del grupo, ya que para establecer la toxicidad relativa del resto de congéneres, se establece un Factor de Equivalencia Tóxica o TEF (del inglés Toxic Equivalency Factor), que utiliza la TCDD como referencia asignándole un valor de 1. Sin embargo, en el ambiente éstas no aparecen aisladas sino que se presentan en mezclas de compleja naturaleza, lo que complica notablemente los riesgos ambientales y sanitarios, desarrollándose un parámetro conocido como Concentración Equivalente Tóxica o TEQ (del inglés Toxic Equivalents Concentración), que combina los correspondientes valores TEF para cada uno de los congéneres individuales presentes en la mezcla, con su concentración en la misma.

(25)

Junto a las dioxinas existen otras moléculas químicamente relacionadas, que normalmente son asociadas a las dioxinas en lo que a estos aspectos de toxicidad ambiental y humana se refiere. Se trata de los clorodibenzo furanos (CDF) y policlorobifenilos (PCB) (estructura química en la figura 1).

Dependiendo del grado de cloración (de 1 a 8 átomos de cloro) y de la posición de las sustituciones podemos encontrarnos con diferentes moléculas de dioxinas y furanos a los que llamaremos "congéneres". Determinando el grado de sustitución y las diferentes posiciones en la que la sustitución se produzca las propiedades físico- químicas y la toxicidad del compuesto. Existen por lo tanto 75 posibles congéneres químicos para las CDD, de los que sólo 17 congéneres parecen desarrollar efectos tóxicos, concretamente aquellos que presentan los átomos de cloro en posiciones 2,3,7, y 8. Igualmente hay 135 teóricos congéneres para los CDF, de los que sólo 10 manifiestan toxicidad dioxínica. En cuanto a los PCB's, de los 209 congéneres posibles, sólo 11 presentan propiedades dioxínicas, aquellos con cuatro o más átomos de cloro, con no más de una sustitución en las posiciones orto que permite que pueda adoptar estructura coplanar.

Podemos también encontrarnos con compuestos químicos similares a los clorados, con los mismos efectos toxicológicos, derivados del bromo, en los que los átomos de

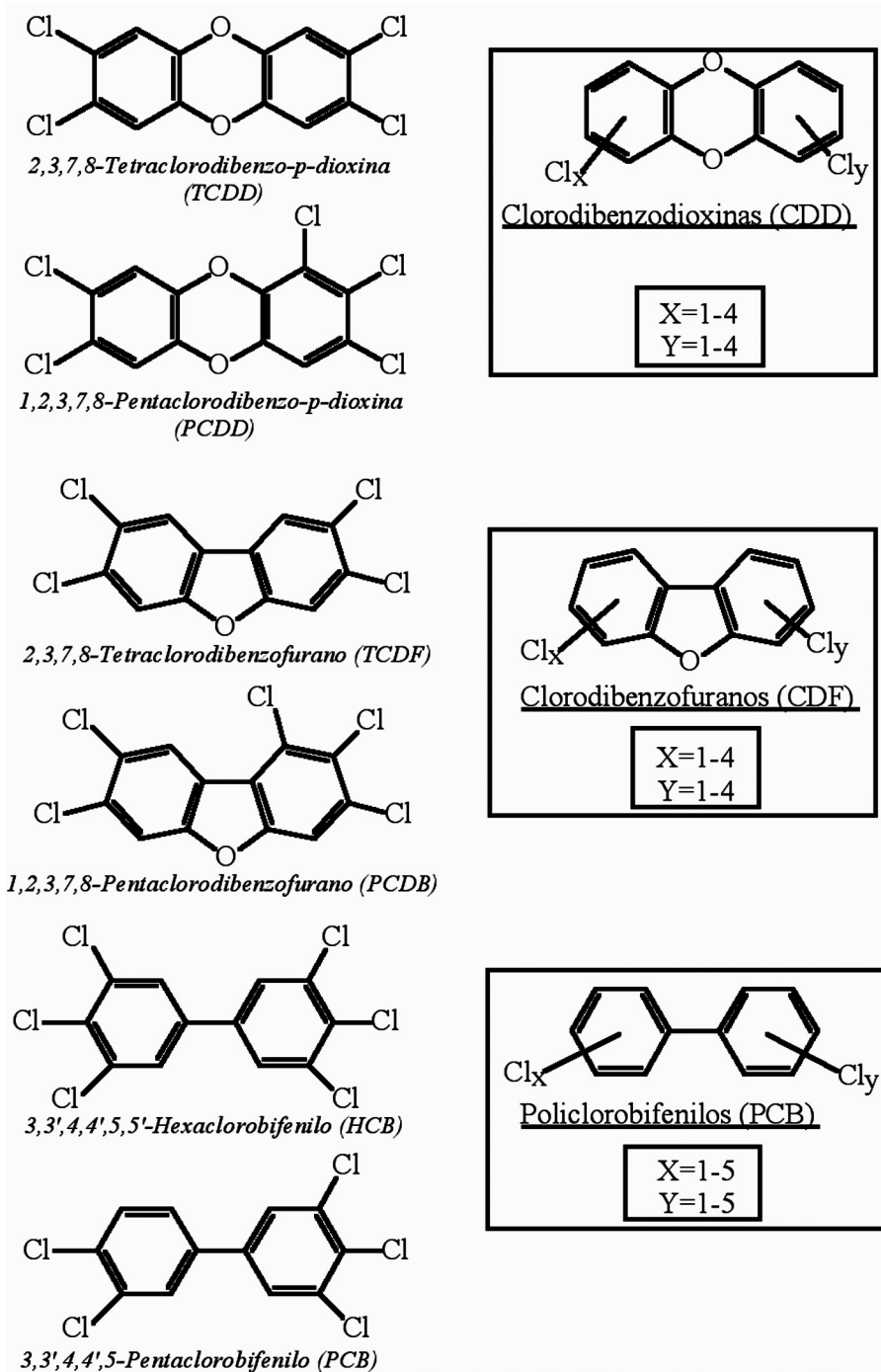


Figura 1. Estructura química de CDD, CDF y PCB

cloro están total o parcialmente sustituidos por átomos de bromo, son los bromodibenzo-p-dioxinas (BDD) y los bromodibenzo-p-furanos (BDF)

Ni las CDD, ni las CDF, han tenido jamás un uso práctico, ya que son compuestos de difícil manejo, alguno de ellos de elevada toxicidad, que 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, generándose en: industrias blanqueadoras de papel, en la combustión de gasolinas con plomo y de productos petrolíferos o de caucho, humos de incineradora municipales, fabricación de herbicidas, impurezas de productos fitosanitarios... Se calcula que el 98% de éstas entran al cuerpo humano a través de los alimentos, sobre todo de origen animal, ya que son compuestos altamente estables (en especial aquellos congéneres con 4 o más átomos de cloro), con elevada avidéz por los tejidos grasos, que presentan una presión de vapor muy baja, por lo que tienen alto riesgo de bioacumulación, almacenándose en la leche, grasa de animales e incluso pueden atravesar la placenta. Estos compuestos, a cantidades elevadas, producen cefalea intensa, alteraciones digestivas y cutáneas (cloroacné, hiperqueratosis, hiperpigmentación...), dolores musculares y alteraciones a nivel inmunológico, celular, siendo mutagénicos y cancerígenos. En cuanto a la toxicidad crónica de estas sustancias es todavía desconocida, a pesar de que este tema ha sido y continua siendo motivo de investigación epidemiológica, pero parece ser que a largo plazo la exposición a dosis de dioxinas afecta la sistema inmunitario, pudiendo derivar en la formación de tumores.

(27)

Ejemplo de intoxicación asociada a dioxinas ha sido la ocurrida en 1976 en Seveso (Italia), y en 1999 se ha producido la denuncia de utilización de piensos adulterados con grasas industriales contaminadas con dioxinas, en granjas de Bélgica, para el cebado de pollos. También han sido utilizadas en septiembre de 2004 como agente de envenenamiento intencionado contra el que por entonces era candidato opositor a la presidencia de Ucrania, Yushchenko.

2.1.4. Metales

Los procesos industriales pueden aumentar las cantidades que de forma natural existen de distintos metales, particularmente en áreas cercanas a las fuentes de emisión; ello unido a las variaciones geológicas, ecológicas (la acidificación del suelo puede incrementar la absorción de metales como el cadmio), procesos agrícolas (fertilizantes), migración de metales constituyentes de los materiales de envasado, cocinado y almacenamiento de los alimentos, y diferentes hábitos dietéticos, hace que existan grandes diferencias en la ingesta de metales pesados en la población.

El organismo humano necesita la presencia de cantidades pequeñas de determinados elementos de naturaleza metálica o pseudometálica para lograr el desarrollo normal y efectuar correctamente sus funciones fisiológicas; produciéndose el principal aporte de éstos a través de la ingesta de los alimentos y bebidas. En el campo de la nutrición

aplicando, una simplificación de las Leyes del Mínimo-Máximo, podríamos decir que por cada elemento nutriente existe una cantidad mínima y otra máxima, entre las cuales el desarrollo del organismo es considerado normal; fuera de estos intervalos podrían aparecer manifestaciones patológicas como las enfermedades de deficiencia y las intoxicaciones, respectivamente. Sin embargo, existen metales que lejos de ser necesarios para los organismos vivos, son de toxicidad elevada, además de la capacidad que presentan de bioacumulación y biomagnificación, siendo sus lugares diana sobre todo la membrana celular y los enzimas.

Cuando se habla de la toxicidad de los metales, un factor muy importante a tener en cuenta es la llamada “especiación”, término que hace referencia a la necesidad de diferenciar tanto a nivel cualitativo y cuantitativo, la presencia de las distintas formas químicas en las que puede encontrarse un elemento; ya que no sólo los diferentes estados de oxidación de un metal, sino también los distintos compuestos que pueden formarse, bien sean orgánicos o inorgánicos pueden influir en cuanto a su absorción, transporte, distribución, acumulación y su toxicidad. Otro aspecto importante en la absorción de los metales es la interacción de éstos con otros nutrientes presentes en la dieta.

Alguno de ellos (aquellos más importantes desde el punto de vista alimentario) los detallamos a continuación:

(28)

- 2.1.4.1. Mercurio

Símbolo: Hg; z: 80; Pa: 200'59

Fue uno de los primeros metales usados por el hombre, las propiedades curativas de algunos de sus compuestos fueron utilizadas para tratar sífilis, como diurético y en colirios y pomadas; en la actualidad se utiliza con fines médicos, como jabón mercurial para el tratamiento de la psoriasis.

La toxicidad del mercurio es conocida desde la antigüedad, citándose ya intoxicaciones en el tiempo de los romanos. Este elemento suele encontrarse en la atmósfera de forma natural, fundamentalmente en las zonas donde existen depósitos de cinabrio (-HgS). Las actividades agrícolas (fungicidas fundamentalmente) e industriales (catálisis, pinturas, fabricación de plaguicidas, manufacturas de equipos eléctricos...) han aumentado su concentración en la biosfera, originando algunos casos graves de intoxicación (Minamata-Japón). La intoxicación crónica presenta los siguientes síntomas: afecta al sistema nervioso central ocasionando vértigos, alteraciones vasomotoras, ataxia, temblores musculares e insensibilización de las extremidades; se altera el aparato digestivo produciéndose un aumento de la sudoración y estomatitis o gingivitis mercurial, pérdidas de peso, náuseas, vómitos y diarreas. El aparato genitourinario también se ve afectado con síntomas patentes de proteinuria, hematuria y anuria. El estado general del intoxicado tiende a la depresión, pérdida del sueño y memoria y aumento de la irritabilidad. Existen factores que modifican la toxicidad por ejemplo el ión selenio, la vitamina E, y el alcohol. Hay que destacar la especial sensibilidad que presentan los niños y las mujeres embarazadas, en los que aparecen los mismos efectos, con una exposición cinco veces menor.

Es importante señalar que la mayor o menor toxicidad de este metal depende del estado en el que se encuentre, los efectos dependen del compuesto, y la toxicidad de éstos aumenta con la liposolubilidad, por lo que algunas formas alquílicas son más tóxicas que la elemental y las inorgánicas, por ejemplo el mercurio elemental ingerido por vía digestiva no produce ningún síntoma de toxicidad, ya que no consigue atravesar la mucosa gástrica, sin embargo las formas iónicas del mercurio, concretamente Hg^{+2} (por ejemplo el cloruro de mercurio II) actúa como importante inhibidor de las enzimas, ya que se une a grupos -SH de proteínas, amino, carboxilos y fosforilo, teniendo también un efecto neurotóxico y afectando también al sistema inmunitario. Este elemento sufre transformaciones (Figura 2), como las que ocurren en los sedimentos marinos, donde las formas inorgánicas son metiladas a metilmercurio (HgCH_3Cl) por ciertos microorganismos aerobios y anaerobios, siendo estas formas metiladas mucho más tóxicas que las inorgánicas de partida, ya que tienen una gran tendencia a acumularse en los tejidos nerviosos y son también capaces de producir alteraciones en los cromosomas, causando alteraciones al feto; y a dosis altas y exposición prolongada el metilmercurio es carcinógeno renal.

Por tanto, la capacidad que presentan algunos organismos marinos de transformar el mercurio convirtiéndolo en compuestos orgánicos del mercurio, la acumulación que se produce de este compuesto en pescados, mayor dependiendo de la longevidad, tamaño y riqueza en grasa del pescado y contaminación de las aguas, convierte al pescado en la principal fuente para el organismo de mercurio. Por ello se han fijado contenidos máximos de mercurio en algunos alimentos (pescado, crustáceos, moluscos, especias...).

(29)

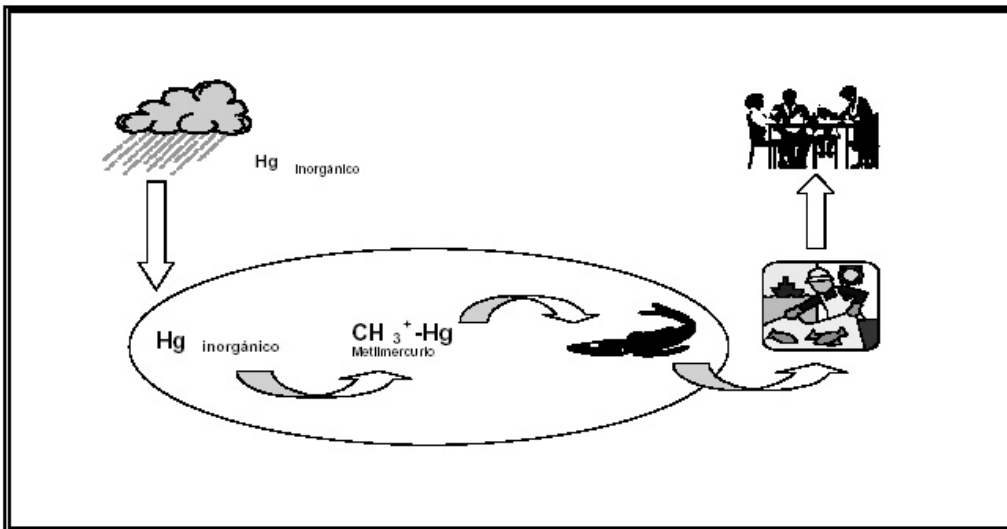


Figura 2. Transformación e incorporación de mercurio a la cadena alimentaria.

Fuente: Los metales pesados en la alimentación

- 2.1.4.2. Plomo

Símbolo: Pb; z: 82; Pa: 207'2

Entre los metales tóxicos el plomo reviste particular importancia. Metal pesado, que hasta donde se sabe no cumple ninguna función fisiológica normal en el hombre; se distribuye ampliamente de forma natural en el ambiente (aire, agua, suelo, animales). Siendo sus fuentes naturales: la erosión del suelo, el desgaste de los depósitos de los minerales del plomo y las emanaciones volcánicas.

Los minerales más importantes que contienen plomo son: la galena (sulfuro de plomo, S Pb), la cesurita (carbonato de plomo, Pb CO₃) y la anglesita (sulfato de plomo, Pb SO₄), siendo de los anteriores la galena la principal fuente de producción de plomo, en ésta se encuentra generalmente asociado con diversos minerales de Zn, y en pequeñas cantidades con cobre, cadmio, hierro etc...

Fuentes antropogénicas: En la actualidad se utiliza principalmente en la producción de acumuladores y baterías, pigmentos, insecticidas, explosivos, reactivos químicos, soldaduras, aditivos antidetonantes para gasolina, alfarería decorativa vidriada en hojas metálicas y en barro, cubiertas para proteger de los rayos X, tuberías...

Posee como hemos visto una gran cantidad de usos, por ello el desarrollo industrial de los últimos siglos y la urbanización acelerada ha hecho que en algunas zonas la intoxicación por plomo sea crónica. En los últimos 10 años los contenidos de plomo de los productos alimenticios se han reducido debido a los esfuerzos realizados para reducir la emisión de plomo en su origen (eliminación del metal en la soldadura de las latas, uso de gasolinas sin plomo, evitar su migración de baterías de cerámica vidriada).

A efectos prácticos existen dos clases de compuestos de plomo: los inorgánicos (sales y óxidos) y los orgánicos. Todos los compuestos inorgánicos actúan en el organismo de la misma forma una vez que han sido absorbidos, mientras que los orgánicos difieren en cuanto a su absorción y distribución en el organismo.

A la intoxicación por plomo se le llama saturnismo, porque la alquimia lo considera el origen de los demás metales y por ello, fue dedicado al dios Saturno, considerado en la mitología romana como el primero de los dioses. A los efectos que el plomo produce sobre el sistema nervioso central se le llama encefalopatía saturnina, los signos son similares en adultos y niños, pero la incidencia y las secuelas permanentes parecen producirse con mayor frecuencia en los niños.

La principal vía de incorporación a la población, que no padece exposición laboral, a este elemento es la alimentación, dependiendo la absorción del tipo de compuesto de plomo. La intoxicación crónica se presenta generalmente por la absorción de los compuestos inorgánicos del plomo. Cuando la cantidad de plomo ingerida es superior a la que se elimina, el plomo se transporta por sangre y en un principio se distribuye uniformemente en todos los tejidos y órganos, después se distribuye gradualmente en

la sangre y tejidos blandos, concentrándose principalmente en los huesos, hígado, riñón y cerebro. Las consecuencias clínicas más importantes si las dosis no son elevadas, son alteraciones relacionadas con el aprendizaje, la atención y el crecimiento, pudiendo llevar un aumento de la dosis hasta el coma y la muerte, o dejar hiperactividad como secuela. Los niños son muy sensibles, provocando en ellos alteraciones de hueso y cerebro y en adultos: hipertensión, enfermedades cardiovasculares y alteraciones de hígado y riñón.

El principal mecanismo de acción del plomo es a través de la interferencia de este compuesto con algunos enzimas, debido a su capacidad para formar complejos estables por unión a grupos tiólicos, carboxílicos y fosfatos e interacciona con metales esenciales como calcio, hierro, zinc y cobre.

Existen límites máximos de contenido en plomo para diversos alimentos, entre ellos: pescados, moluscos, crustáceos y conservas.

- 2.1.4.3. Arsénico

Símbolo: As; z: 33; Pa: 79'92

El arsénico y sus derivados siempre han sido un punto de interés para la toxicología. Ocupa el lugar número 20 en el orden de abundancia de los elementos de la corteza terrestre. El arsénico presente en el medio ambiente deriva de fuentes naturales (actividad volcánica y meteorización) y de la actividad antropogénica (fundición de minerales, combustión de carbón, uso de plaguicidas, pinturas, preservadores de la madera, industria del vino, medicamento, cerámica, industria electrónica...). Los compuestos del arsénico son absorbidos por el organismo por inhalación (25-40%), ingestión (95%), o a través de la piel (especialmente los compuestos organoarsenicales).

(31)

Como consecuencia de los procesos metabólicos que se producen naturalmente en la biosfera, el arsénico se encuentra en gran número de formas químicas orgánicas e inorgánicas, siendo las formas más tóxicas halladas en los alimentos el arsénico inorgánico (III) y (V), que han sido clasificados como agentes cancerígenos; sin embargo, las formas metiladas tienen una baja toxicidad aguda, mientras que la arsenobetaina (especie principal de arsénico encontrada en pescados y moluscos) es considerada no tóxica y el As elemental es muy poco tóxico por su escasa solubilidad.

Los aniones de As^{3+} , presentan gran afinidad por los grupos $-SH$, por lo que se producen uniones de éste con distintos enzimas. Mientras que el As^{5+} , que no se une a grupos $-SH$, sustituye al fosfato en los compuestos de alta energía; produciendo hinchamiento mitocondrial. Una vez absorbidos, el arsénico o sus derivados se distribuyen entre los diferentes compartimentos corporales. El modo de distribuirse es importante en relación a los efectos, y depende del compuesto. En el organismo humano, el arsénico se concentra en los leucocitos y se acumula fundamentalmente en hígado, riñón, pulmón, pelo, dientes, uñas y piel.

En los alimentos predominan, en general, los arsenicales orgánicos, por ejemplo en el pescado se encuentra un reducido porcentaje (5%) de contenido de arsénico total en forma de arsénico inorgánico.

En el pasado fueron populares como agentes de intoxicación intencional (tríóxido de arsénico), existiendo actualmente zonas con problemas debido a los altos niveles de arsénico en el agua de bebida (Méjico, Argentina).

Se trata en general de un metal pesado muy usado en los insecticidas, pudiendo producir desde una simple debilidad y postración del individuo, hasta efectos carcinogénicos (clasificado en el grupo I por la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer, IARC), mutagénicos y teratógenos.

La intoxicación aguda (envenenamiento), por absorción de gran cantidad de este compuesto, se manifiesta rápidamente después de la exposición (una hora aproximadamente), con cuadro neurológico paralítico sin vómitos ni diarrea.

Si las dosis ingeridas son altas puede aparecer un cuadro gastrointestinal con vómitos, diarreas e intensos dolores abdominales, fiebre, insomnio, anemia, alteraciones cardiacas y nerviosas, modificaciones sensoriales y motoras, delirio y coma.

(32)

En intoxicaciones crónicas se producen: debilidad, dolores musculares, irritaciones cutáneas (eccemas, pigmentaciones de la piel, desarrollo de verrugas), necrosis corneal y perforación del tabique nasal.

- 2.1.4.4. Cadmio

Símbolo: Cd; z: 48; Pa:112'4

El cadmio es un elemento que no se encuentra nativo, se halla en la naturaleza asociado a muchos minerales, casi siempre va asociado a los del cinc; por ello el nombre del cadmio deriva de la palabra griega con la que se conocía al óxido de cinc. El hombre ha liberado cadmio al ambiente sin saberlo desde que estuvo capacitado para fundir y refinar metales como el zinc, plomo y cobre. Es uno de los elementos más tóxicos, tiene una vida media larga y se acumula en los seres vivos permanentemente. En la actualidad, las principales fuentes antropogénicas por las cuales se libera cadmio son: pigmentos, pinturas, baterías, estabilizadores del cloruro de polivinilo (PVC), como recubrimiento de otros metales, en aleaciones, en acumuladores, en procesos de galvanoplastia, en soldaduras, en reactores nucleares...

A diferencia del plomo, el cadmio se ha utilizado durante un periodo relativamente corto de tiempo y su uso extensivo ha aumentado durante el presente siglo. Es un metal que forma sales divalentes que son tóxicas. La toxicidad del cadmio es debida a la capacidad que tiene para unirse a ciertas especies reactivas o agentes complejantes, dando lugar a la inhibición enzimática, provocando alteraciones en el crecimiento y en el metabolismo tisular. Además es antagonista del cinc y sustituye al calcio produciendo desorganización de los microtúbulos.

La mayor parte del cadmio que se emite a la atmósfera se deposita en la tierra y en las aguas de las regiones cercanas a la fuente de emisión; a partir de aquí el cadmio llega a todos los eslabones de la cadena alimentaria. Hace años se utilizaba este metal para recubrir utensilios de cocina o de recipientes de cerámica esmaltados, uso prohibido actualmente en la mayoría de países, siendo ésta antiguamente, una de las causas más frecuentes de intoxicaciones agudas por cadmio.

En algunas circunstancias, en los alimentos se puede encontrar concentraciones de cadmio más altas que las habituales, debido fundamentalmente a la contaminación del suelo o de las aguas, lo que puede suponer un alto riesgo para la salud.

La incorporación de este elemento a la cadena alimentaria se debe a la fácil transferencia desde el suelo y las aguas hasta los animales marinos y las plantas, que son capaces de absorberlo a través no sólo de la raíz (lo que favorecen sobre todo los suelos ácidos), sino también por los brotes y las hojas. La acumulación en el reino vegetal varía en el siguiente orden: raíces>hojas>frutos>semillas. En los alimentos marinos la acumulación incrementa a medida que la especie es más sencilla (algas>moluscos>crustáceos >pescados).

Los alimentos también pueden incorporar cadmio por la migración del elemento desde los envases de Zinc galvanizado. El cadmio presente en las aguas depende de la deposición, la cual es más alta en las zonas urbanas e industriales. La principal fuente de exposición a este metal (sin tener en cuenta la exposición laboral y a tabaco) es la dieta, habiéndose demostrado al igual que para el plomo que los animales más jóvenes absorben mayores cantidades, viéndose aumentada la absorción por factores como: bajos niveles de hierro, deficiencias de proteínas, deficiencias de calcio etc... El ser humano incorpora al organismo aproximadamente 1/3 del cadmio al que está expuesto con los alimentos de origen animal que consume, y 2/3 con los de origen vegetal.

(33)

Se acumula en hígado y riñones y en éstos se llegan a alcanzar concentraciones 10 veces mayores que en músculo, pudiendo bloquear su función. Las principales afecciones producidas por intoxicación aguda de este elemento son: daño gástrico y alteraciones reproductivas. Como consecuencia de la exposición crónica puede provocar anemia, alteración del sistema nervioso central y alteraciones del metabolismo mineral (osteoporosis). Es además teratógeno, y sus compuestos son clasificados como sustancias con suficientes evidencias de ser cancerígenos para el hombre (clasificado dentro del grupo 1, por la IARC).

La intoxicación en masa más conocida debida a la ingestión de alimentos contaminados de este metal se produjo en Japón conocida con el nombre de Itai-Itai, en castellano ¡ay! ¡ay!, debido a la dolorosa naturaleza reumática, con deformación de los huesos de los afectados (Osteomalacia).

2.2. RADIOISÓTOPOS

Los isótopos de un elemento químico poseen el mismo n.º atómico que el elemento, pero difieren en el n.º másico (debido a los neutrones del núcleo); unos son estables y otros tienden a la estabilidad emitiendo radiaciones que pueden ser electromagnéticas (radiaciones γ) o partículas α o β . Desde el punto de vista químico, todos los isótopos de un elemento son idénticos, se diferencian únicamente en la radiactividad, lo cual proporciona diferentes aplicaciones que dependen de la persistencia (vida media) y de la capacidad de penetración de sus radiaciones.

La contaminación radiactiva de los alimentos puede tener origen natural o artificial.

- Contaminación natural: Como consecuencia de la radiactividad que siempre ha existido en nuestro planeta, todos los alimentos y por consiguiente nuestro organismo posee mayor o menor radiactividad. Entre los radionúclidos más importantes que de forma natural se incorporan a nuestro organismo están: Radio 226 (se deposita principalmente en los huesos, siendo los alimentos que con más frecuencia lo contienen: principalmente cereales, pero también en leche, frutas y vegetales, además es importante su presencia en el agua), Potasio 40, Torio 232 y Uranio 238.

La radiación natural de fondo es baja, sin embargo en algunas zonas del mundo, ésta puede verse considerablemente aumentada, lo que supone un riesgo de contaminación para los alimentos, que de la misma manera que acumulan metales pesados, pueden concentrar isótopos radiactivos.

(34)

- Contaminación artificial: Hay elementos radiactivos que aparecen cuando se producen fugas de centrales nucleares, por el combustible de vehículos marinos y espaciales, así como por explosiones nucleares controladas. En tales situaciones los radionúclidos a tener en cuenta son: Kr-85, Sr-89, Ru-103, Ru-109, I-131, Cs-134, Cs-135, Ba-140, Ce-144, Xe-133.

El incidente de Chernobyl nos ha alertado de la rapidez con la que los isótopos se introducen en la cadena de alimentos, observándose un aumento de los niveles de radiación casi de forma inmediata en cultivos de verduras, hortalizas y leche de vaca.

Son compuestos que permanecen mucho tiempo en el medio ambiente ya que son difíciles de degradar (Ej.: Yodo-131, Bario-140, Estroncio-90, Cesio 137, Estroncio 89, Calcio 45...). Estos elementos se comportan desde el punto de vista metabólico como sus homólogos estables, o como elementos similares estructuralmente en el sistema periódico.

Algunos de estos elementos se encuentran diseminados por todo el organismo, como ocurre con el cesio, otros como el estroncio tienen afinidad por el hueso, otros como el yodo por el tiroides etc...

Las vías por medio de las cuales se pueden contaminar los alimentos se denominan cadenas de radiocontaminación (específicas para cada radioisotopo) y pueden resumirse de forma general, en el siguiente esquema:

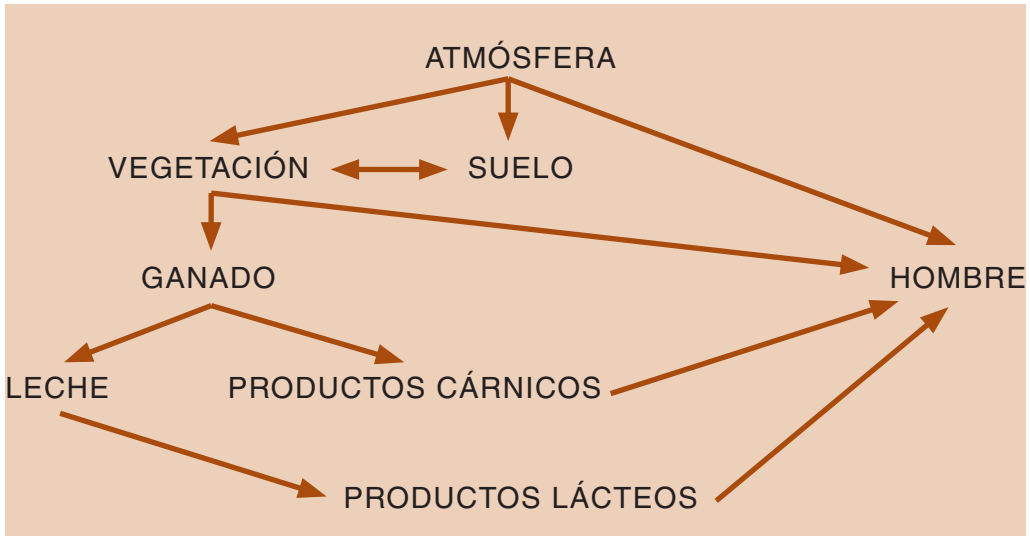


Figura 3. Cadena de radiocontaminación

Los radionúclidos pueden estar presentes en los alimentos en cantidades muy bajas, pero incluso en estas cantidades presentan interés desde el punto de vista toxicológico porque:

(35)

1. El cuerpo humano no posee mecanismos de decontaminación para los radionúclidos.
2. Pueden presentar efectos carcinógenos (leucemia, cáncer de pecho, hueso, tiroides...), teratógenos y efectos sobre la reproducción.
3. Algunos radionúclidos pueden presentar afinidades especiales por un órgano o tejido, pudiendo causar acumulaciones al cabo del tiempo en el mismo.
4. Larga vida media de algunos de ellos, tal y como hemos comentado.

El hombre, por tanto, puede radiocontaminarse, directamente a través de la atmósfera, por inhalación del aire contaminado por radioisótopos y por consumo de vegetales, leche, carne y productos cárnicos contaminados, produciendo diferentes efectos para la salud, por ejemplo el Yodo-131, compite por el suministro del yodo normal de la dieta, y se concentra y acumula en la glándula del tiroides, aumentando el riesgo de mutación de las células tiroideas y el incremento del cáncer. Y el Estroncio-90 aumenta la incidencia de cánceres óseos y leucemia.

También se puede producir radiocontaminación por el uso de fuentes de radiactividad para la esterilización y conservación de los alimentos (Consultar en el apartado 4.1. Contaminación producida durante el procesado y preparación de los alimentos el punto 4.1.5. Otras técnicas utilizadas en la industria Alimentaria).

2.3. ORGANISMOS MODIFICADOS GENÉTICAMENTE (OMG)

Se define OMG como **“organismo, con la excepción de los seres humanos, en el que el material genético ha sido modificado de una manera que no se produce naturalmente en el apareamiento ni en la recombinación natural”**. (Directiva UE 2001/18/CEE). Esta modificación en el material genético se puede deber a la introducción, eliminación o modificación de sus genes. Son por tanto, organismos en cuyo genoma se ha incorporado, de forma estable, un segmento de ADN, utilizando técnicas de ingeniería genética. Este término se emplea como sinónimo de organismos transgénicos.

Así pues, con la denominación de alimento transgénico se entiende aquellos alimentos que contienen uno o más ingredientes derivados de organismos modificados mediante ingeniería genética; existen decenas de ellos tanto de origen animal como vegetal, aunque la mayor parte de los alimentos transgénicos son vegetales.

Los productos transgénicos que han obtenido permiso de comercialización, deben de cumplir los criterios establecidos por la legislación en el ámbito de la Unión Europea, debiendo de “ser necesario, útil, seguro para la salud humana y el medio ambiente, que sus características sean las declaradas y que, además, se mantengan en el tiempo”. Los productos regulados por la legislación comunitaria son el maíz, la colza, la soja y dos semillas de algodón (de uso exclusivo en aceite). Según la norma es obligatorio etiquetar todos aquellos cuyos ingredientes contengan al menos un 0,9% de un OMG, haciendo constar en la etiqueta “fabricado a partir de soja/maíz/colza modificada genéticamente”.

(36)

La incorporación de alimentos transgénicos al mercado ha provocado un debate social y científico sobre los beneficios y perjuicios que reportan, se trata de alimentos donde las grandes multinacionales productoras ejercen una gran presión económica, frente a la presión social de los grupos ecologistas que se oponen y el desconocimiento que presenta el consumidor. Entre los posibles perjuicios que se les atribuyen podríamos citar: resistencias a antibióticos, alergias, retardos en el desarrollo del sistema inmunitario y riesgos para el medio ambiente. Son sin duda los alimentos más evaluados y con los análisis efectuados a la fecha de hoy, no hay datos científicos que indiquen riesgo para la salud del consumidor.

2.4. CONTAMINANTES AGRÍCOLAS

2.4.1. Plaguicidas

Denominamos plaguicidas y por extensión pesticida a las sustancias que sirven para combatir los parásitos de los cultivos, del ganado, de los animales domésticos y del hombre y su ambiente.

Los plaguicidas se pueden clasificar de diferentes formas, pero desde el punto de vista toxicológico interesa destacar las siguientes:

1. En cuanto a su acción. Estos productos, según su acción específica sobre la plaga o la enfermedad que controlen reciben los nombres de: herbicidas, insecticidas, fungicidas, nematocidas, rodenticidas, bactericidas etc...
2. En cuanto a su toxicidad. Esta clasificación se hace atendiendo básicamente a su toxicidad aguda expresada en DL50 (oral o dérmica para rata) o en CL50 (vía respiratoria para rata). De acuerdo con la legislación (R.D. 3.349/1983 y R.D. 162/1991) tendríamos los siguientes tipos:
 - a) Nocivos. Aquellos que por cualquier vía de penetración sólo pueden entrañar riesgos de gravedad limitada.
 - b) Tóxicos. Los que pueden entrañar riesgos graves agudos o crónicos.
 - c) Muy tóxicos. Conllevan riesgos extremadamente graves, agudos o crónicos, e incluso la muerte.
3. Según su naturaleza química. Podemos distinguir los siguientes grupos: organoclorados (DDT, aldrín, endrín, lindano, clordano, heptacloro, hexaclorobenceno...), organofosforados (malatión, paration, diclorvos, fentión...), carbamatos (carbaril, propoxur, metomilo, oxamilo...), piretroides, bipiridilos, clorofenoxiácidos, cloro y nitrofenoles y organomercuriales. Los plaguicidas difieren entre sí en el modo de acción, captación por el organismo, eliminación y toxicidad para el hombre; siendo los plaguicidas organoclorados por su persistencia, mínima biodegradabilidad y acumulación a través de la cadena alimentaria, depositándose en el tejido adiposo los que mayores problemas plantean, por lo que el uso de alguno de ellos está prohibido en muchos países. Los organofosforados y carbamatos tienen importancia como inhibidores de la acetilcolinesterasa.

(37)

El control de los productos plaguicidas se lleva a cabo mediante un sistema de Registro, que es un proceso oficial a través del cual se examinan los plaguicidas para determinar su toxicidad y sus posibles efectos sobre el medio ambiente, se trata de un registro específico para el producto (dependiente de la Dirección General de la Producción Agraria), debiendo figurar en el etiquetado del producto el n.º de registro que se le ha asignado. Por otro lado el personal que participe en la manipulación, aplicación y/o asesoramiento de tratamientos plaguicidas a terceros, debe encontrarse en posesión del correspondiente carné de aplicador, bien el nivel básico si se dedica a la manipulación/aplicación, o el nivel cualificado si participa en las tareas de asesoramiento y/o dirección de tratamientos, o bien niveles especiales si los plaguicidas que se utilizan se encuentran clasificados como muy tóxicos (fosfuro de aluminio y magnesio, bromuro de metilo...). Estos últimos deben de haber superado previamente las pruebas de los niveles básico o cualificado.

Hoy en día el uso de plaguicidas es una práctica cotidiana dentro no sólo del sector agrícola, que permite controlar diferentes plagas.

Como consecuencia de los tratamientos efectuados, pueden quedar **“Residuos de plaguicidas”**, que son según los define el Código Alimentario **“cualquier sustancia que se halle presente en los alimentos junto a otros productos derivados de su degradación, metabolitos y otro grupo de contaminantes importantes desde el punto de vista toxicológico resultantes del uso de un producto fitosanitario”**.

Hay que tener en cuenta que no sólo se come una clase de alimento, por lo que se define el “**Límite Máximo de Residuos**” (L.M.R.), que es “**la cantidad máxima de un residuo que no puede sobrepasarse en un alimento establecido**”, establecido en cada caso en función de la IDA y de la dieta alimenticia y se regula en la legislación de las distintas naciones. Dependiendo de las costumbres alimenticias de un país, los LMR pueden variar. Para poder cumplir estos LMR es muy importante que se respete el plazo de seguridad de los productos.

En el ámbito de la Unión Europea existe una renovación continua de las Directivas del Consejo, que regulan los límites máximos de estos residuos en alimentos tanto de origen animal como vegetal. Todo ello, se traduce en una actualización constante de las legislaciones de los países miembros de la Unión. En España existe un Programa Nacional de Vigilancia de Residuos de Plaguicidas en alimentos de origen vegetal y animal.

Hay que tener en cuenta que algunos plaguicidas tienen tendencia a acumularse, aumentando el riesgo que suponen sus residuos, por lo tanto, la mayor importancia en relación con los residuos de plaguicidas en alimentos se centra en la toxicidad crónica, puesto que las cantidades de residuos de plaguicidas, si están presentes siempre, son extremadamente pequeñas. No se conoce que estas concentraciones produzcan efectos adversos a corto plazo, estos efectos se producen normalmente por accidentes ocasionales o mal uso de los plaguicidas. Los efectos adversos que pueden provocar, dependiendo del tipo de producto, son: efectos neurológicos, reproductivos, inmunológicos y cancerígenos.

(38)

2.4.2. Fertilizantes con Nitrógeno

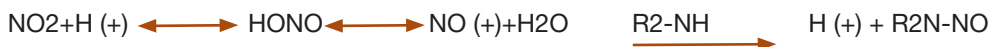
Cuando se utilizan fertilizantes con nitrógeno para enriquecer el suelo, los nitratos pueden incorporarse al alimento. También la lluvia, el riego u otro tipo de aguas superficiales pueden arrastrar los nitratos a través del suelo y contaminar acuíferos.

Los riesgos más importantes como consecuencia de la ingesta de nitratos y nitritos son dos:

a) Efectos tóxicos producidos por el exceso de nitratos/nitritos en la dieta: Aumento de metahemoglobinemia: transforma la hemoglobina en metahemoglobina pudiendo producir cianosis.

b) Formación de compuestos N-nitrosos como por ejemplo las nitrosaminas. Una vez que los nitratos se encuentran en el alimento, pueden reducirse a nitritos por la acción de algunas bacterias; estos nitritos reaccionan con las aminas presentes en los alimentos pudiendo producirse **nitrosaminas**, son por tanto tóxicos que se producen en el alimento y en el propio organismo humano, que son consideradas como carcinógenos muy potentes, produciendo fundamentalmente cáncer de estómago, pudiendo también producir tumores pulmonares, de hígado, riñones, páncreas, esófago, cerebrales y de vejiga.

Reacción de formación de nitrosaminas:



El pH óptimo para que se produzca esta reacción es alrededor de 4, por lo que esta reacción puede producirse in vivo al ser el pH necesario similar al del estómago.

Es importante recordar que los nitritos y nitratos se encuentran comúnmente en los alimentos, por su uso como aditivos alimentarios (E-251, nitrato sódico, E-252, nitrato potásico, E-249, nitrito potásico, E-250, nitrito sódico), por los residuos de algunos plaguicidas y por la oxidación del ión nitrato presente en muchos comestibles como las espinacas y otros vegetales; además los nitritos son componentes naturales de la saliva humana.

2.5. CONTAMINACIÓN POR TRATAMIENTOS GANADEROS:

En la producción animal se utilizan distintos tipos de sustancias:

- Antibióticos, sulfamidas, quimioterapéuticos: Son sustancias utilizadas con el fin de aliviar o de evitar enfermedades, entre ellas: penicilinas, tetraciclinas, sulfonamidas y algunos aminoglucósidos. En los últimos años se ha detectado que algunos de estos productos pueden producir incrementos en las ganancias de peso en los animales, pudiendo producir su empleo la aparición de residuos en alimentos, con el peligro que esto conlleva, ya que pueden provocar a las personas que los consumen alergias, gastroenteritis, desórdenes del sistema hematopoyético, alteraciones hepáticas, cefaleas, se favorece la aparición de resistencias...

Cuando se utilizan este tipo de productos es muy importante que se realice un uso controlado de los mismos y que se respete el **periodo de supresión** que es el **tiempo que tardan estos compuestos en desaparecer del organismo animal**, requisito previo a su sacrificio. Por ello, cada vez existen normativas más estrictas para evitar residuos en las canales, leche, huevos y demás productos derivados de los animales.

(39)

- Factores de crecimiento: Sustancias que se adicionan al pienso para que los animales ganen peso más rápidamente. Actúan a nivel metabólico, su acción consiste en modificar la ruta que siguen los nutrientes que se absorben a nivel intestinal, con lo que se logra una mayor retención de nutrientes y en consecuencia una mayor ganancia de peso.

Además tienen efecto antibacteriano y antiparasitario, pero pueden inducir errores en el material genético de las células, por lo que la mayoría de estas sustancias se encuentran 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 se han utilizado con este fin, que están actualmente prohibidos, entre ellos: sustancias antitiroideas, compuestos hormonales, clenbuterol y análogos.

Las sustancias antitiroideas son agentes bocígenos (tiocianatos y tiouracilos), que impiden la formación de tiroxina, y por consiguiente provocan una detención del crecimiento y retención de agua en los tejidos, que se libera durante el cocinado de la carne (fraude).

De todos los productos anteriores, quizás los que han despertado mayor interés, han sido las hormonas anabolizantes que incrementan la producción proteica estimulando la síntesis del ADN. La ingestión de alimentos con residuos de estos productos puede alterar el equilibrio hormonal del consumidor, clasificándose los estrógenos esteroideas como carcinógenos dentro del grupo I de la IARC, destacando entre ellos el dietilestilbestrol.

En el entorno de los animales o en las actividades estrechamente relacionadas con la explotación, se utilizan productos plaguicidas de uso ganadero, si estos productos no se utilizan adecuadamente, y no se respetan los plazos de seguridad antes del sacrificio de los animales pueden aparecer residuos posteriormente en las canales, por ello, los productos que se utilicen deben de estar debidamente registrados en el Registro de productos Zoonutricionales de la Dirección General de la Producción Agraria y el personal que los aplica debe de poseer la formación adecuada (cursos de capacitación para la aplicación de plaguicidas de uso ganadero, en algunas CCAA estos cursos no se encuentran desarrollados, por lo que se asimilan a otras categorías de formación de aplicadores de plaguicidas)

Hoy en día los residuos de las sustancias mencionadas prohibidas de uso ganadero y otros tipos de contaminantes, se controlan a través del Plan de Vigilancia de determinadas sustancias y sus residuos en los animales vivos y sus productos (PNIR), que afecta a las siguientes sustancias:

Grupo A. Sustancias con efecto anabolizante y sustancias no autorizadas:

1. Estilbenos, derivados de los estilbenos, sus sales y ésteres.
2. Agentes antihipotiroidianos.
3. Esteroides.
4. Resorcylic Acid Lactones (incluido Zeranol).
5. B-agonistas.
6. Sustancias incluidas en el anexo IV del Reglamento (CEE) número 2.377/90 del Consejo, de 26 de junio.

Grupo B. Medicamentos veterinarios (1) y contaminantes:

1. Sustancias antibacterianas, incluidas las sulfamidas y las quinolonas.
2. Otros medicamentos veterinarios:
 - a) Antihelmínticos.
 - b) Anticoccidiantes, incluidos los nitroimidazoles.
 - c) Carbamatos y piretroides.
 - d) Tranquilizantes.
 - e) Antiinflamatorios no esteroideos (AINS).
 - f) Otras sustancias que ejerzan una actividad farmacológica.
3. Otras sustancias y contaminantes medioambientales:
 - a) Compuestos organoclorados, incluidos los PCB.
 - b) Compuestos organofosforados.
 - c) Elementos químicos.

(1) Incluidas las sustancias no registradas que podrían utilizarse a efectos veterinarios.

- d) Micotoxinas.
- e) Colorantes.
- f) Otros.

Estos compuestos pueden producir entre otros síntomas: respuestas alérgicas (sobre todo las penicilinas), que pueden variar desde dermatitis por contacto y otras reacciones en la piel hasta shock anafiláctico, resistencias bacterianas, afecciones tiroideas, metabólicas, nerviosas y cardiovasculares, carcinogenesis y teratogenesis.

CUADRO RESUMEN DE LOS CONTAMINANTES GENERADOS DURANTE LA PRODUCCIÓN.

TÓXICO/generalidades	ALIMENTO	EFFECTO PARA LA SALUD
POLICLOROBIFENILOS (PCB's) Se incorpora también por migración del material del envase.	Pescados , moluscos	-Dolor de cabeza -Ictericia -Alteraciones a nivel celular y reproductor
DIOXINAS Asociadas a las dioxinas se encuentran los clorodibenzofuranos (CDF).	Leche, animales y derivados (grasa de animales), aceites y grasas y pescados.	-Cefalea intensa -Alteraciones digestivas y cutáneas -Dolores musculares -Alteraciones a nivel inmunológico y celular -Mutagénicas y cancerígenas.
RADIOISOTOPOS (Cs-137, Sr-90, I-131, Pu-239)	Cereales, vegetales, leche, agua potable	-Alteran la actividad enzimática -Carcinógenos y mutagénicos
PLOMO También se incorpora por migración de envases de barro vidriado, soldadura de latas, tuberías.	Moluscos, vegetales, pescados y vinos	-Sistema Nervioso periférico y central (encefalopatías) -S. Hematopoyético -S. cardiovascular -Riñón.
CADMIO También se incorpora por migración de envases de Zn galvanizado. Formas tóxicas: Cd ²⁺ y quelatos de Cd ⁺²	Vegetales, moluscos y riñones	-Altera la actividad enzimática -S. Cardiovascular -S. Óseo -S. Hematopoyético -Riñón, pulmón -S. Nervioso -Carcinógeno y mutagénico

<p>MERCURIO Formas tóxicas: Me-Hg y Hg²⁺ También se incorpora a través de los residuos de plaguicidas.</p>	<p>Pescados, carnes y cereales</p>	<p>-S. Nervioso -Mutagénesis, teratogénesis (Me-Hg) -Riñón (Hg²⁺)</p>
<p>ARSÉNICO Formas tóxicas: As³⁺ y As⁵⁺</p>	<p>Pescados, crustáceos, carne y vino</p>	<p>- SNC y periférico. - S. cardiovascular -S. Hematopoyético -Riñón, hígado, cáncer de piel -Carcinogénico y teratogénico</p>
<p>PLAGUICIDAS Organoclorados Organofosforados Organometálicos Carbamatos Bipiridilos Clorofenoxiácidos Nitrofenoles Piretroides</p>	<p>Vegetales, cereales, leche entera, mantequilla, grasas y aceites animales, agua potable.</p>	<p>-Neurotóxicos -Alteraciones inmunológicas -Infertilidad/Esterilidad -Mutagénicos y cancerígenos</p>
<p>CONTAMINANTES GANADEROS - Quimioterapéuticos - Factores de crecimiento - Finalizadores cárnicos - Biocidas</p>	<p>Carnes, derivados cárnicos, leche, huevos.</p>	<p>-Alergias -Gastroenteritis -Cefaleas</p>
<p>FERTILIZANTES CON NITRÓGENO (Nitratos y nitritos) Formación de Nitrosaminas también se forman por: - Aditivos alimentarios - Nitratos presentes en algunos alimentos</p>	<p>Vegetales, agua potable.</p>	<p>-Cancerígenos</p>

3. CONTAMINACIÓN PRODUCIDA DURANTE EL ALMACENAMIENTO

3.1. REACCIONES POR LUZ O CALOR

Los componentes de los alimentos pueden reaccionar por luz o calor durante su cocción, procesado o almacenamiento y dar lugar a derivados más o menos tóxicos que los compuestos de partida, concretamente durante el almacenamiento pueden producirse productos tóxicos procedentes de la degeneración o enranciamiento de las grasas (hidroperóxidos, peróxidos y radicales libres). Todos estos tóxicos tienen en común que aceleran el envejecimiento y producen alteraciones cardiovasculares.

3.2. CONTAMINACIÓN POR MICOTOXINAS

El hombre conoce los hongos que crecen en los alimentos desde la antigüedad y los ha utilizado en su propio beneficio en los procesos de elaboración de alimentos; y como antibióticos, sin embargo durante el almacenamiento de alimentos 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 les conoce con el nombre de **MICOTOXINAS** y a las enfermedades ocasionadas por la acción de las micotoxinas se les denomina Micomitosis.

Las micotoxinas son compuestos químicos de bajo peso molecular ($PM < 700$), altamente ionizables y por ello 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 es alta y la recolección, almacenado y comercialización de los productos no reúnen las condiciones higiénicas adecuadas, influyendo también otros factores como el tipo de suelo, susceptibilidad del cultivo, madurez de los granos en el momento de la cosecha, daños mecánicos o los producidos por los insectos y pájaros.

Sólo algunos hongos tienen capacidad de producir micotoxinas. Suelen ser genéticamente específicas para un grupo de especies de un mismo género; el compuesto no obstante, puede ser también elaborado por hongos pertenecientes a géneros distintos.

Las principales micotoxinas que se pueden encontrar en los alimentos (la mayoría producidas por los especies de los géneros *Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium*) son:

3.2.1. Aflatoxinas

Grupo de compuestos químicos orgánicos no proteicos, de bajo peso molecular, cuyo esqueleto básico es un anillo de difurano unido al núcleo de cumarina, producidos por ciertas cepas de *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus*, así como los metabolitos de estos compuestos originados en el organismo de los animales que han consumido alimentos contaminados de aflatoxinas. Estructura química Figura 4.

Las aflatoxinas de mayor interés son la B1 y B2, la G1 y G2 (toman el nombre en base a la fluorescencia que presentan en capa fina de gel) y la M1 que es el metabolito (derivado hidroxilado) de la aflatoxina B1, que se elimina en la leche de los animales que ingieren piensos contaminados por aflatoxina B1, por lo que la leche es un alimento de especial atención, debido a su consumo diario y por ser base de la alimentación de los sectores más jóvenes de la población.

Además de la leche son también alimentos susceptibles de contaminaciones por aflatoxinas los cereales, frutos secos y semillas oleaginosas.

La IARC considera a las aflatoxinas como cancerígenos, de ellas la aflatoxina B1 es la más tóxica con diferencia. Para estas sustancias no hay ningún umbral por debajo del cual no se haya observado efectos nocivos, por lo que conviene fijar los límites lo más bajo posible.

3.2.2. Ocratoxinas

Grupo de 10 micotoxinas formadas por varias especies de *Aspergillus*, *Penicillium*, siendo *A. ochareaus* la principal especie productora. (Estructura química Figura 4.)

De las 10 ocratoxinas que se conocen solamente la Ocratoxina A y excepcionalmente la B se han aislado en un grupo de alimentos como son: cereales, legumbres, cacao y grano de café.

La Ocratoxina A se cree que pueda estar relacionada con la nefritis intersticial crónica del hombre. A las propiedades tóxicas de la Ocratoxina A hay que sumar que se trata de un potente cancerígeno a nivel hepático y renal.

3.2.3. Patulina

Micotoxina cuyo hallazgo se produjo en la búsqueda de nuevos antibióticos, se trata de un excelente antibiótico frente a bacterias G+ y G-, pero su utilización se abandonó debido a que originaba irritación dérmica, vómitos y náuseas. La producen los géneros *Aspergillus*, *Penicillium* y *Bissochlamys*. Estructura química Figura 4.

Los frutos con podredumbre parciales (sobre todo manzanas) pueden contener concentraciones elevadas de patulina, detectándose su presencia en zumos de manzana. Los procesos fermentativos degradan o eliminan la patulina.

3.2.4. Esterigmatocistina

Es una micotoxina estructuralmente muy cercana a las aflatoxinas. Muchas especies de *Aspergillus* sintetizan esta toxina, que posee menor toxicidad que la aflatoxina, pero que al igual que ésta también posee actividad cancerígena, mutagénica y teratógena. Se ha aislado en cereales, zumos, quesos y granos de café. Estructura química Figura 4.

3.2.5. Tricotecenos

Son el conjunto de más de 70 micotoxinas que contienen el núcleo de tricoteceno, producidas por varias especies de mohos, entre las que destacan las de *Fusarium* y *Stachybotrys*.

Son numerosas las intoxicaciones en el hombre y en los animales debidas a este tipo de toxinas, los síntomas más frecuentes de intoxicación en el hombre son: dermatitis, tos, rinitis y hemorragias. Pero quizás tiene mayor interés que esta acción el hecho de que son cancerígenos en ciertas especies de animales y que inhiben la síntesis de DNA y de las proteínas.

Se han aislado en leche, en diferentes tejidos de animales, y en papillas a base de cereales.

3.2.6. Zearalenona

Es una micotoxina producida por varias especies de mohos, de las que *Fusarium roseum*, *F. tricinctum* y *F. solani* son algunos de las principales especies productoras.

Es un importante contaminante de los piensos animales. Está presente fundamentalmente en maní y ocasionalmente en otros cereales. Los animales que ingieren esta toxina la metabolizan en alfa y beta zearalenol, sustancia de gran poder estrogénico y demostrado cancerígeno. Estructura química Figura 4.

(45)

3.2.7. Otras micotoxinas detectadas en alimentos

Una gran variedad de mohos puede encontrarse presente en los alimentos, muchos de ellos tienen capacidad para producir distintas toxinas, habiéndose aislado más de 100 toxinas diferentes, entre ellas: citrinina, toxina PR, rubratoxina B, penitrem A, MON (moniliformina), fumonisinas... Estructura Química Figura 4.

3.2.8. Límites legales de las Micotóxicas

El estudio de las micotoxinas y de sus efectos sobre la salud, se inicio en los años 60, razón por la cual la adopción de medidas legislativas sobre micotoxinas, en los países de la Unión europea, es una cuestión reciente, siendo únicamente objeto de legislación específica a nivel comunitario las aflatoxinas, ocratoxina A, y la patulina.

Más allá de las fronteras de la Unión europea la situación legislativa es muy compleja, existiendo países sin legislación alguna al respecto. Por lo que el problema se complica adquiriendo dimensiones no sólo científicas, sino también económicas, si tenemos en cuenta los datos suministrados por la FAO, que estiman que el 25% de las cosechas de alimentos a nivel mundial se encuentran contaminadas por algún tipo de micotoxina.

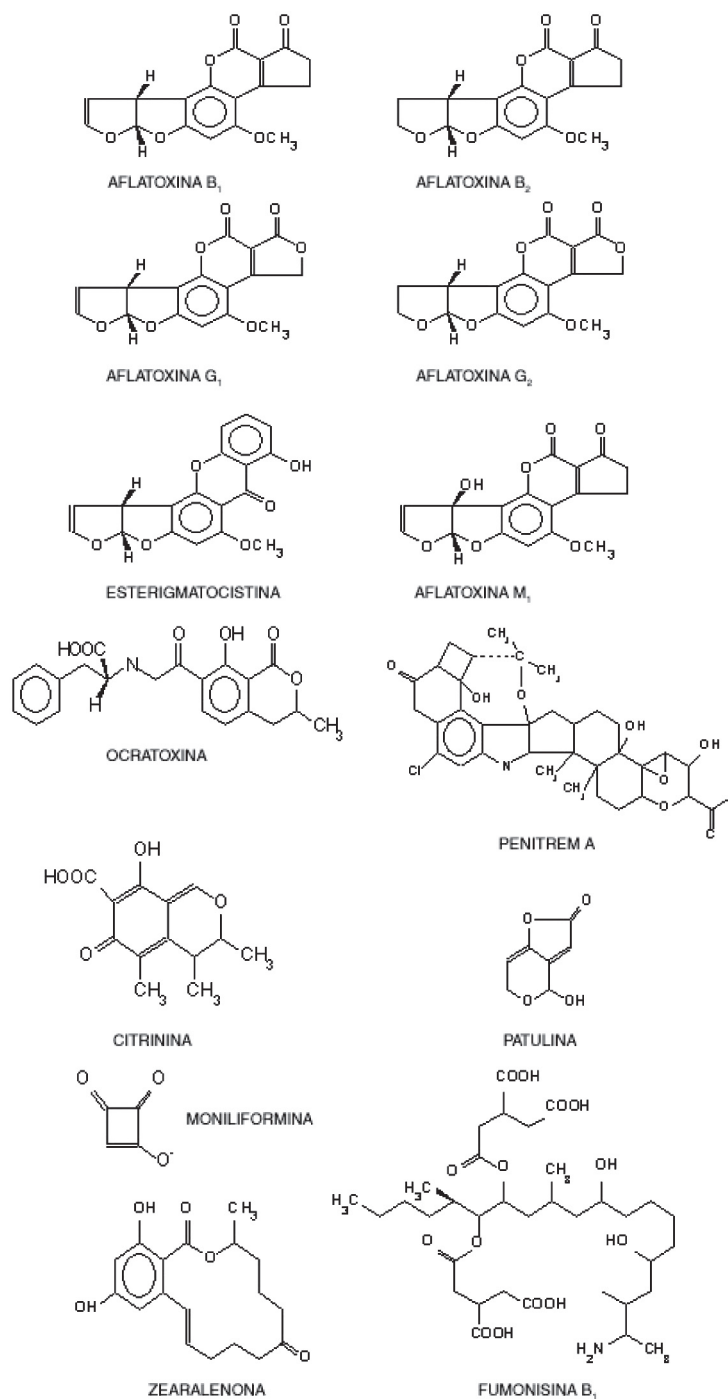


Figura 4. Estructura Química de distintas micotoxinas.

La única solución posible ante este problema y con la finalidad de reducir el desarrollo de los mohos, es el solicitar un mayor esfuerzo en todos los niveles de la cadena alimentaria, mejorando las condiciones de producción, cosecha y almacenamiento. Otra posible solución sería desarrollar variedades de vegetales resistentes al crecimiento de microorganismos peligrosos. Existen también determinadas prácticas de descontaminación que pueden contribuir a reducir el nivel de micotoxinas, como por ejemplo: apartar los frutos dañados, inmaduros e infestados por mohos y la inactivación o eliminación de la toxina.

CUADRO RESUMEN DE MICOTOXINAS

TÓXICO	MICROORGANISMO PRODUCTOR	ALIMENTO	EFFECTOS PARA LA SALUD
AFLATOXINAS Aflatoxinas: - B1, B2, G1, G2, M1	- <i>Aspergillus flavus</i> - <i>Aspergillus parasiticus</i>	- Cereales, frutos secos, semillas oleaginosas, leche	- Cancerígenos
OCRATOXINAS Ocratoxina A Ocratoxina B	- <i>Aspergillus ochareaus</i>	- Cereales, trigo, legumbres, cacao y grano de café	- Nefritis intersticial crónica - Cancerígeno renal y hepático
PATULINA Antibiótico frente a bacterias G+ y G-	- <i>Aspergillum</i> - <i>Penicillum</i> - <i>Bissochlamys</i>	- Manzana, zumos de manzana	- Irritación dérmica - Náuseas - Vómitos
ESTERIGMATOCISTINA Estructura similar a las aflatoxinas	- <i>Aspergillus</i>	- Cereales, zumos, quesos y granos de café	- Cancerígena - Mutagénica - Teratogénica
TRICOTECENOS Conjunto de más de 70 micotoxinas	- <i>Fusarium</i> - <i>Stachybotrys</i>	- Leche, tejidos de animales, y en papillas a base de cereales	- Dermatitis - Tos - Rinitis - Hemorragias
ZEARALENONA	- <i>Fusarium roseum</i> - <i>Fusarium tricinctum</i> - <i>Fusarium solani</i>	- Maní y ocasionalmente en otros cereales	- Estrogénicos - Cancerígenos

4. ADITIVOS ALIMENTARIOS

Durante el procesado de alimentos se adicionan distintas sustancias, que pueden ser peligrosas para la salud, el que se sigan utilizando es debido a que el beneficio que deriva de su uso es mayor que el riesgo, un ejemplo es el uso de **ADITIVOS ALIMENTARIOS**; no se trata de contaminantes ya que son añadidos intencionadamente, pero no podemos dejar de mencionarlos debido a su importancia en el campo de la industria alimentaria. Se trata por tanto de sustancias químicas naturales o sintéticas, que añadimos a los alimentos con el objeto de facilitar o mejorar su conservación y/o elaboración, o modificar sus caracteres organolépticos (mejorar su apariencia, darle sabor o color...) y que son añadidos sin el propósito de variar el valor nutritivo del alimento.

Los aditivos se clasifican en los siguientes grupos: a) aditivos distintos de colorantes y edulcorantes (antioxidantes, conservantes, acidulantes, potenciadores del sabor...) b) colorantes, c) edulcorantes.

En la Unión Europea, para que un aditivo pueda ser utilizado en la elaboración de un producto alimenticio, debe de haber sido autorizado mediante su inclusión en las listas positivas de aditivos, para lo cual previamente ha sido evaluado toxicológicamente y sometido a ensayos que demuestren su inocuidad, por el COMITÉ Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA), el Comité Científico de la Alimentación Humana y Organismos Internacionales de reconocido prestigio y competencia.

(49)

Los aditivos deben de estar exentos de impurezas, ya que éstas pueden ser peligrosas, por lo que el Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos publica las “Normas de identidad y pureza de los aditivos alimentarios.”

Otras condiciones que pueden modificar la toxicidad de los aditivos son: enfermedades preexistentes, embarazo, hipersensibilidad, y la edad (los niños son más susceptibles).

Otro factor a tener en cuenta a la hora de realizar la evaluación toxicológica de los aditivos, son las posibles interacciones de los distintos aditivos presentes en la dieta entre sí, y la presencia de un mismo aditivo en diferentes alimentos, dietas monótonas.

Entre la diferentes manifestaciones tóxicas de los aditivos alimentarios pueden encontrarse: alteraciones de comportamiento y sistema nervioso central (por ejemplo el conocido “síndrome del restaurante chino” que puede producirse por el ácido glutámico o glutamato monosódico), alteraciones inmunitarias, alergias, (la tartrazina, se ha relacionado con urticaria crónica y asma), posibilidad en cuanto a carcinogeneicidad de algunos de ellos, bien porque transformen constituyentes de la dieta, o sean precursores de sustancias cancerígenas (nitritos y nitratos).

5. PRODUCTOS GENERADOS POR TRATAMIENTOS DURANTE EL PROCESADO Y LA PREPARACIÓN EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA.

Las reacciones químicas que pueden tener lugar durante el procesado y la preparación del alimento son probablemente infinitas. Distintas reacciones tienen lugar en el mismo componente alimentario bajo diferentes condiciones de preparación. Los productos de estas reacciones también dependen de las condiciones de los distintos tipos de alimentos durante su preparación.

EL TRATAMIENTO TÉRMICO es uno de los procesos más utilizados como método de preparación de los alimentos. La forma en la que el alimento es cocinado (directamente sobre el fuego, hervido, asado, frito etc...), así como la temperatura y duración del mismo, influyen sobre los cambios químicos y la naturaleza de los productos originados. Debido a este tratamiento en los alimentos se producen una serie de reacciones químicas, que dan lugar a derivados más o menos tóxicos que los compuestos de partida pudiendo aparecer distintas sustancias epoxi, hidroxilo, peroxi y sustancias cancerígenas, que pasamos a describir a continuación.

5.1. TERMOOXIDACIÓN DE LA FRACCIÓN LIPÍDICA

Debido a las altas temperaturas puede producirse la termooxidación de la fracción lipídica de ciertos alimentos, dando lugar al enranciamiento de los mismos, por formación de monómeros cíclicos, dímeros, polímeros, hidroperóxidos y peróxidos.

(51)

5.2. FORMACIÓN DE COMPUESTOS PIROORGÁNICOS

Se forman por las altas temperaturas de carbonización (alrededor de 300° o superiores). Entre ellos destacamos:

- Hidrocarburos policíclicos aromáticos (HPA's).
- Aminas heterocíclicas y derivados de Aminoácidos.
- Acroleína.

Los hidrocarburos policíclicos aromáticos (HPA's) están formados por de 2 a 4 núcleos aromáticos y constituyen uno de los grupos cancerígenos más importantes que pueden afectar a la salud pública. Se producen por combustión incompleta de la materia orgánica. La población puede estar expuesta a ellos a través de: humo del tabaco y alimentos contaminados por fuentes de combustión o por los procesos de cocinado y tecnológicos a los que se someten. Los alimentos más frecuentemente contaminados son: los vegetales, aceites y varios tipos de pescados y carnes asados y ahumados.

En los vegetales el origen de estas sustancias puede deberse a la muerte del vegetal, ya que se producen hidrocarburos como residuos del catabolismo, o bien como resultado de contaminación debido a la cercanía de las plantaciones a carreteras u otras fuentes de emisión de tipo industrial. Sin embargo, dentro de los alimentos la incorporación de HPA's

es debida principalmente a procesos de cocinado, donde su presencia es directamente proporcional a la temperatura de cocinado y al contenido en grasa del alimento.

Entre los HPA's más importantes están: antracenos, fenantrenos, fluorenos y benzopireno (siendo el benzo(a)pireno considerado actualmente como el más tóxico).

Las aminas heterocíclicas se forman al cocinar alimentos ricos en proteínas a temperaturas de 250°C o superiores, son productos mutagénicos y potencialmente cancerígenos.

La acroleína es un producto que se genera por la pirolisis de las grasas, actúa irritando las mucosas y produce dermatitis, estando clasificada por la IARC dentro del grupo 3.

5.3. COMPUESTOS DERIVADOS DE AMINOÁCIDOS Y AZÚCARES

Entre los compuestos que pueden originarse se encuentran las Melanoidinas, que se forman por la reacción de Maillard, reacción que tiene lugar entre aminoácidos y azúcares reductores en presencia de humedad y calor, sobre todo bajo condiciones alcalinas. Estos compuestos se ha demostrado que en animales de experimentación presentan efectos hepatotóxicos y se encuentran implicados en reacciones alérgicas.

(52) Otros compuestos que pueden formarse son las Acrilamidas: Su presencia en alimentos está provocada por la asparagina, aminoácido presente en abundancia en las patatas y los cereales, que cuando se pone en contacto con la glucosa y se somete a altas temperaturas, da lugar a la formación de esta sustancia, clasificada como cancerígeno por la IARC.

5.4. COMPUESTOS FORMADOS POR TRATAMIENTO ALCALINO

Cuando en la industria alimentaria se emplean condiciones alcalinas, en el procesado de proteínas animales y vegetales, no sólo se produce la reacción de Maillard, sino que se forman también derivados de aminoácidos con efectos tóxicos como:

-Lisoanalinas, ornitinoalanina y lantionina. La cantidad de estos compuestos que se formen dependerá de la proteína involucrada, del tiempo y de la temperatura de la reacción y de la alcalinidad del medio.

-Aminas (tiramina, triptamina, histamina, cadaverina...). La acción de microorganismos durante procesos de fermentación de alimentos ricos en proteínas puede dar lugar a la descarboxilación de aminoácidos presentes con la consiguiente formación de aminas. Pueden producir reacciones alérgicas y efectos vasodilatadores.

5.5. OTROS COMPUESTOS FORMADOS POR DISTINTAS TÉCNICAS UTILIZADAS EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

Otras técnicas, tales como tratamientos de esterilización y extracción con disolventes pueden dar lugar a residuos no deseados en alimentos, bien porque se utilicen métodos de

esterilización o disolventes de extracción no permitidos, o bien existan o generen residuos como resultado de la aplicación de estos métodos/disolventes.

Cuando como método de conservación y esterilización se utilizan fuentes de radiactividad, los alimentos, tal y como hemos mencionado anteriormente pueden radiocontaminarse, se trata de un tratamiento físico, por el que se aplica sobre el alimento una cantidad de energía en forma de radiación ionizante (se emplean radiaciones electromagnéticas gamma, producidas por Co-60 y Cs-137, rayos X generados por máquinas que funcionen con una energía igual o superior a 5 MeV o bien por electrones generados por máquinas que funcionen con una energía igual o superior a 10 MeV). Se trata pues de un proceso antimicrobiano en frío, que consiste en la rotura de las moléculas de ADN de los microorganismos, que alarga la vida comercial de los alimentos, ya que induce fenómenos de retraso de maduración de vegetales, frutas, reducción de la carga microbiana o la completa esterilización.

Las instalaciones de irradiación pueden ser de dos tipos: irradiación “continua” o de irradiación “en tandas”. Para todos los tipos de instalaciones las dosis absorbidas dependen de la intensidad de irradiación, del tiempo de irradiación y de la densidad del alimento a irradiar. Se utiliza un tipo u otro de irradiación según el tipo de alimento (composición y densidad), ya que ha de tener la suficiente capacidad para entrar al alimento sin convertirlo en una fuente de irradiación.

Se aplica sólo energía y no partículas, por ello es muy difícil que los alimentos resulten radiactivos si las dosis y los tiempos son adecuados, lo que sí que se puede producir son variaciones en la composición de los alimentos, liberándose radicales libres.

(53)

Esta técnica se empezó a utilizar en EEUU en canales, con el fin de evitar la presencia de *Escherichia coli* en carne, y en la U.E ya hay determinados alimentos como hierbas aromáticas secas, especias y condimentos vegetales que pueden someterse a este tratamiento, a una dosis máxima de radiación absorbida de 10 KGy, siendo condición obligatoria que figure en su etiquetado el que el producto se ha irradiado. En España existe una planta de irradiación, basada en haces de electrones acelerados, situada en Tarancón (Cuenca).

5.6. USO DE PRODUCTOS DETERGENTES Y DESINFECTANTES

Pueden producirse contaminaciones debidas al uso de estos productos **durante el procesado del alimento**, pudiendo provocar distintos efectos sobre la salud (dependiendo de la naturaleza química de los mismos) si no utilizan o no se eliminan adecuadamente de recipientes, utensilios y maquinaria.

En el mercado podemos encontrar una amplia gama de productos destinados a la limpieza y desinfección de instalaciones y utensilios, dentro del ámbito profesional de la industria alimentaria, entre otros: tensioactivos, amonios cuaternarios, peróxido de hidrógeno o ácidos diversos (lejía entre ellos), siendo de vital importancia el proceder antes de su utilización a la lectura del etiquetado del producto, así como a consultar la Ficha de Datos de Seguridad, con el fin de: evitar posibles intoxicaciones durante la aplicación y

que la desinfección sea efectiva (ya que pueden darse problemas de incompatibilidad entre distintos productos).

Las empresas que fabriquen, almacenen y distribuyan este tipo de productos en el ámbito de la industria alimentaria tienen que estar registradas en la **clave 37 del Registro Sanitario de Alimentos** (Registro que se le da a la empresa). Cuando los productos utilizados en la industria alimentaria sean desinfectantes (a excepción de la lejía) por ser éstos plaguicidas de uso de la industria alimentaria, además la empresa aplicadora tiene que estar inscrita en el **Registro Oficial de Biocidas** (Registro que se le da a la empresa), utilizar productos debidamente registrados en la Dirección General de Salud Pública del Ministerio de Sanidad y Consumo para su uso en la industria alimentaria (Registro que se le da al producto y cuyo número de registro debe de figurar obligatoriamente en el etiquetado del producto) y estos productos tienen que ser aplicados por personal debidamente cualificado.

Codificación del N.º de Registro de productos plaguicidas de uso en la Industria alimentaria.³

La base de datos donde se pueden consultar los plaguicidas autorizados para su uso en la industria alimentaria es <http://www.msc.es>

(54) El número de registro, n.º que da el Ministerio de Sanidad y Consumo cuando autoriza un plaguicida de uso ambiental y de la industria alimentaria, está formado por una secuencia de números, cada una de las cuales tiene una función bien determinada. El objetivo es el de proporcionar la máxima información posible acerca del producto con el único dato de su número de inscripción. Tales números tienen una de estas estructuras:

XX-YY-ZZZZZ

XX-YY-ZZZZZ-R

XX-YY-ZZZZZ-HA

XX-YY-ZZZZZ-R/HA

El significado de cada secuencia es:

- **XX:** Dos últimas cifras del año en el que se inscribe el producto. Esta primera secuencia variará a lo largo de la vida del producto en función del año en que se realicen las oportunas renovaciones o modificaciones de inscripción. Se trata, por tanto, de un número variable.
- **YY:** Identifica el carácter de la plaga a tratar y es fijo para cada producto:
00: I.A.T. (Ingrediente Activo Técnico).
10: Raticida.

³ Fuente: Ministerio de Sanidad y Consumo

20: Bactericida.

30: Insecticida.

40: Fungicida.

50: Otros (P.e. Repelentes, Atrayentes...).

80: Protectores de la madera

90: Virucida

100: Desinfectante para el tratamiento contra Legionella pneumophila.

Si el preparado actúa sobre más de un tipo de plaga, pueden combinarse las cifras anteriores. Así, un producto cuyo número de registro contenga la clave 20/40, tendrá poder como bactericida y fungicida, mientras que otro con la clave 20/30/40 lo tendrá como bactericida, insecticida y fungicida.

- **ZZZZZ:** N.º de registro. Comienza en el 00001 y es fijo para cada producto. No variará jamás a lo largo de la vida comercial del producto.

Las siglas, al final del número significan: (En el caso de productos de uso en la industria alimentaria, sólo podrán utilizarse los que lleven las siglas: **HA** y **R/HA**)

R: Producto Reclasificado de uso Doméstico y/o Ambiental. Su periodo de validez es de tres años y se aplica a aquellos productos inscritos anteriormente en el antiguo Registro de la Dirección General de Farmacia y Productos Sanitarios. Tras su primer periodo de vigencia de tres años, al renovarse su inscripción se elimina la letra R del número de registro, quedando con la estructura de número XX-YY-ZZZZZ. Son los antiguos productos -Ins, -Rat, -Des.

HA: Producto autorizado para su uso en la Industria Alimentaria, exclusivamente por personal especializado (uso profesional), en ausencia total de alimentos y respetando el plazo de seguridad indicado en la Resolución del producto y en el etiquetado del mismo.

R/HA: Producto Reclasificado de uso en la Industria Alimentaria. Su periodo de validez es de tres años y se aplica a aquellos productos inscritos anteriormente en el antiguo Registro General Sanitario de Alimentos. Tras su primer periodo de vigencia de tres años, al renovarse su inscripción se elimina la letra R del número de registro, quedando con la estructura de número XX-YY-ZZZZZ. Son los antiguos 37.

xxxxx/xxxxx

- Así pues, un producto cuyo número de registro sea 00-20/40-02057-HA nos informará de:

00: Fue inscrito en el año 2000.

20/40: Actúa como bactericida y fungicida.

02057: Su número de registro es el 02057.

HA: Se trata de un plaguicida de uso en la Industria Alimentaria, exclusivamente por personal especializado (uso profesional), en ausencia total de alimentos y respetando el plazo de seguridad indicado en la Resolución.

Al carecer de R, su periodo de vigencia (salvo en casos muy puntuales) es de cinco años, por lo que su inscripción caducaría en el año 2005.

Nivel de formación del personal que utilice biocidas no domésticos dentro del ámbito de la Industria alimentaria.

Nivel Básico: Dirigido al personal auxiliar de los Servicios de aplicación de tratamientos D.D.D. (desinfección, desinsectación y desratización), que utilice plaguicidas no clasificados como muy tóxicos.

Nivel Cualificado: Dirigido a los responsables de los tratamientos D.D.D. que utilicen plaguicidas no clasificados como muy tóxicos.

Niveles especiales: si los plaguicidas que se utilizan se encuentran clasificados como muy tóxicos (fosfuro de aluminio y magnesio, bromuro de metilo...). Deben de haber superado previamente las pruebas de los niveles básico o cualificado.

Es importante decir que la posesión del carné para la aplicación de plaguicidas de uso ambiental y de la industria alimentaria, no capacita para la aplicación de plaguicidas fitosanitarios y viceversa.

5.7. MIGRACIONES DE LOS COMPONENTES DE LOS ENVASES

Los componentes de los envases deben de cumplir unas normas básicas de seguridad para evitar posibles contaminaciones o la transferencia o migración de compuestos desde el envase al alimento, que alteren las propiedades o seguridad del contenido, de ahí que sólo se puedan utilizar como componentes de los envases aquellos que aparecen legislados en las listas positivas que existen para los distintos tipos de envases y con los límites de migración en ellos especificados.

El envase de los alimentos posee varias funciones útiles que incluyen la protección del alimento frente a la contaminación externa, pero no debemos de olvidar que el envase por sí mismo no es totalmente inerte y puede transferir sustancias hacia el alimento, ejemplos son: los envases de plástico donde junto a los polímeros hay otros constituyentes minoritarios como monómeros no polimerizados y aditivos, los cuales podrían pasar al alimento. Otros ejemplos lo constituyen los envases de hojalata donde pueden producirse la incorporación al alimento de elementos metálicos, debido a problemas de corrosión, soldadura, ausencia de barnices etc..., o los envases de madera (barriles) y corchos de botellas, donde puede producirse la incorporación de pesticidas, si se han utilizado éstos para el tratamiento de los mismos. No debemos de olvidar todos aquellos elementos que constituyen el envase como por ejemplo las tintas de impresión, ya que sus disolventes residuales en determinadas condiciones podrían migrar a los alimentos.

Un elemento de control de las empresas dedicadas a la fabricación, transformación e importación de materiales y objetos destinados a entrar en contacto con alimentos es el **Registro General Sanitario de Alimentos**, en este Registro han de estar inscritas estas empresas, dentro de la **clave 39**, debiendo de cumplir estas industrias condiciones específicas en cuanto a: instalaciones, maquinaria, personal (correctamente formado en materia

de higiene alimentaria) y los materiales, objetos y sus componentes han de cumplir unas características generales, establecidas por la legislación.

La alimentación en cuanto a hábitos está cambiando, aumentando cada vez más la comida "lista para calentar", jugando un papel importantísimo en la comercialización y venta la presentación atractiva del alimento, por lo que los materiales empleados en el envase alimentario están sujetos a continuas modificaciones en su composición, con objeto de hacerlos menos pesados, más atractivos, más ecológicos, más baratos y adaptados a las nuevas técnicas de conservación y cocinado (ioinización, congelación, microondas). Hoy en día se encuentran en desarrollo nuevos tipos de materiales y objetos diseñados para mantener o mejorar activamente las condiciones de los alimentos ("materiales y objetos activos en contacto con alimentos"), éstos no son inertes por su diseño. Existen además otros tipos de nuevos materiales y objetos que están diseñados para controlar las condiciones de los alimentos ("materiales y objetos inteligentes en contacto con alimentos"). Estando prohibidos aquellos envoltorios que ocasionen modificaciones en la composición de los alimentos para enmascarar su deterioro o inducir a engaño sobre el estado del producto.

Todo ello ha dado lugar a un nuevo enfoque en el que el envase debe de ser seguro desde el punto de vista toxicológico y alimentario. Fruto de esta nueva investigación va surgiendo nueva legislación, con objeto de regular las condiciones de utilización de los materiales en contacto con alimentos.

(57)

Todos los materiales y objetos destinados a entrar en contacto directo con alimentos deben de ir acompañados en las fases de comercialización, que no sean de venta al por menor, de una declaración por escrito que certifique su conformidad con las disposiciones legales vigentes (sustancias permitidas o autorizadas y límites de migraciones, entre otros requisitos), quedando excluidos de lo anterior aquellos materiales y objetos que, por su naturaleza, es obvia su utilización en el campo alimentario. Además, los materiales y objetos destinados a entrar en contacto con alimentos deben de comercializarse debidamente envasados, embalados y etiquetarse de forma visible e indeleble en una lengua fácilmente comprensible por los compradores, con la siguiente información:

- El destino del producto "para uso alimentario", ya sea mediante esta mención general u otra más específica (uso concreto del producto) o bien el pictograma que nos informa de su uso alimentario (una copa junto a un tenedor).
- Las instrucciones del uso adecuado del producto, cuando el fabricante pueda prever que la omisión de esta información pueda suponer una incorrecta utilización.
- La identificación del fabricante o del transformador, o de un vendedor establecido dentro de la Unión Europea, bien sea el nombre o la razón social o la marca registrada.
- Identificación adecuada que permita la identificación y trazabilidad del material y objeto.

Las indicaciones anteriores deben de figurar en las fases de comercialización distintas de venta directa al público, en los materiales y objetos mismos; o en las etiquetas de

los envases y embalajes; o en los documentos de acompañamiento. En el momento de la venta directa al público, se permite incluso que la información aparezca en el rótulo que se encuentra en la proximidad inmediata de los materiales y objetos, y siempre a la vista de los compradores, a excepción de la información que identifique al fabricante, transformador o vendedor establecido en la Unión Europea y lote del producto.

En el caso de materiales y objetos activos, además de lo anterior, debe de figurar también información sobre los usos permitidos e información sobre el nombre y la cantidad de las sustancias liberadas por el componente activo, estando convenientemente etiquetados en el sentido que se indique que dichos objetos y materiales son activos, inteligentes o ambas cosas.

CUADRO RESUMEN DE LOS CONTAMINANTES GENERADOS DURANTE EL PROCESADO Y PREPARACIÓN DEL ALIMENTO

TRATAMIENTO/TÓXICO	ALIMENTO	EFFECTO PARA LA SALUD
TRATAMIENTOS TÉRMICOS: -Termooxidación de las grasas -Hidrocarburos policíclicos (HPAs) -Aminas heterocíclicas -Acroleinas -Melanoidinas -Acrilamidas	-Vegetales, Aceites, pescados y carnes ahumados y asados, patatas fritas	-Cancerígenos, Mutagénicos (HPAs, Aminas, Acrilamidas... -Dermatitis, conjuntivitis, necrosis (Acroleína) -Reacciones alérgicas
TRATAMIENTOS ALCALINOS: -Lisoanilinas y otros -Aminas presoras	-Calentamiento de legumbres, carne de pollo, huevo hervido y quesos sometidos a procesos de fermentación.	-Reacciones alérgicas -Efectos vasodilatadores
USO DE PRODUCTOS DETERGENTES Y DESINFECTANTES -Plaguicidas -Tensioactivos, amonios cuaternarios...	-En general pueden aparecer en todos aquellos alimentos procesados	-Efectos gastrointestinales -Efectos de bioacumulación (según la naturaleza química del residuo)
COMPONENTES DE LOS ENVASES -Metales pesados (estaño, plomo...) -Policlorolifenilos (PCB's)	-En general pueden aparecer en todos aquellos alimentos envasados.	-Efectos que dependerán de la naturaleza del elemento transferido

Los cambios comerciales que están teniendo lugar como consecuencia de la formación e incorporación de países a la Comunidad Económica Europea, entre ellos la supresión de fronteras, ha hecho de la libre circulación de mercancías uno de los aspectos más relevantes en el terreno alimentario, no sólo por las repercusiones económicas, sino también por la tremenda influencia en materia sanitaria. Por otra parte, se ha producido la incorporación de los países en vías de desarrollo al terreno alimentario, admitiéndose sólo barreras al comercio de alimentos basadas en la evidencia científica por parte de la Organización Mundial del Comercio (OMT).

Todo lo anterior se traduce en una libre circulación de los alimentos de unos países a otros, salvo que se demuestre que no son seguros, siendo obvio que acompañando a los alimentos pueden viajar los posibles riesgos asociados a los mismos, por lo que hay que establecer y mantener mecanismos de barrera que entren en funcionamiento cuando la prevención falle.

(59)

Por lo tanto, la protección a la salud en materia de seguridad alimentaria tiene que desarrollarse asumiendo que existe una libre circulación de las mercancías, haciendo consciente a la industria de su máxima responsabilidad en la seguridad de los alimentos y los controles que se establezcan deben de estar basados en pruebas científicas de evaluación de riesgos, que deben de abarcar a todos los eslabones de la cadena alimentaria.

Hoy en día, en los países de la Unión Europea los alimentos son más seguros y hay más medidas de control e inspección que nunca para garantizar la seguridad alimentaria de un producto, desde que su materia prima se cultiva, cría o extrae hasta que el producto final es adquirido por el consumidor. Todos los eslabones de la cadena alimentaria tienen un papel y una responsabilidad para conseguir la seguridad alimentaria.

La Unión Europea ha publicado dos documentos importantes en relación con la seguridad alimentaria: el Libro Verde y el Libro Blanco, en ellos se plantean como ideas principales dentro de un mercado de libre circulación de mercancías el garantizar un alto nivel de protección e información para los consumidores que abarque todos los segmentos de la cadena alimentaria.

Una garantía más de la Seguridad Alimentaria es lo que se conoce como “**trazabilidad**”, que es la posibilidad de seguir el camino de un alimento a través de todas las etapas de su cadena alimentaria (producción, transformación, distribución y consumo), gracias a un sistema de identificación y control. Por lo tanto, la trazabilidad, facilita que se localicen y retiren del mercado con gran rapidez los productos alimenticios afectados, en caso de que se detecte algún riesgo.

La prevención de la contaminación química de los alimentos está basada en una serie de medidas que consisten:

A) Reducción de las emisiones al medio ambiente, favoreciendo el desarrollo de nuevos procedimientos y avances tecnológicos encaminados a minimizar la formación y emisión de contaminantes, aumentando las medidas de control de la contaminación en el medio ambiente.

B) Utilización de un sistema de Buenas Prácticas de producción, en el que se utilice un Análisis de Peligros y Puntos de Control Críticos (APPCC).

Se debe garantizar que los alimentos que llegan al consumidor estén libres de peligros, por lo tanto, el proceso de control debe incluir desde la plantación o la cría, hasta la cosecha, recogida, elaboración empaquetado y venta. Para ello, es de primordial importancia que se produzcan alimentos utilizando Técnicas de Buenas Prácticas de producción y que se utilice un Sistema de Análisis de peligros y puntos de control críticos (APPCC), que tiene como estructura básica un estudio minucioso del proceso de fabricación (análisis de peligros), de las materias primas que intervienen en el proceso de fabricación e incluso el análisis del proceso de comercialización, con el fin de detectar todas aquellas posibles causas de fallos que pudieran representar disminuciones de la seguridad e higiene alimentaria del producto final. Si aún así se llegará a producir un determinado fallo, se dispondría de un conjunto de medidas correctoras tales que los efectos derivados del fallo fueran los menos posibles.

La estructura básica de un sistema de APPCC comprende las siguientes fases:

1. Análisis de todas las etapas que comprende el proceso productivo (materia primas, fabricación y distribución), para determinar en cada fase los peligros que potencialmente pudieran ocurrir.
2. Determinación de los puntos de control crítico (P.C.C) - definidos como toda etapa del proceso de fabricación, materia prima etc... donde una falta de control sobre el mismo puede producir alteraciones. Algunos autores, no así el Codex donde sólo se habla de PCC en general, distinguen entre PCC1 que son aquellos puntos cuyo control elimina totalmente el riesgo, y PCC2, que son aquellos puntos cuyo control disminuye el riesgo hasta un nivel aceptable.
3. Establecimiento de un límite/s críticos.
4. Elección de un sistema de control de peligros.
5. Establecimiento de medidas correctivas a utilizar en caso de que la vigilancia indique que un PCC no se encuentra controlado.

6. Vigilancia y control de la eficacia del sistema de control.
7. Sistemas de Documentación y Registros de todos los puntos anteriores.

Por lo tanto, este sistema más que en los procesos de inspección tradicionales del producto final, hace hincapié en los momentos del proceso de elaboración, mediante una adecuada formación y auto responsabilidad de la industria.

C) Desarrollo de normativa legal que restrinja el uso de sustancias que ocasional o intencionadamente pudieran encontrarse en los alimentos, fijando además los contenidos máximos de éstas, así como sus correspondientes ingestas diarias admisibles y procediendo a su revisión periódica, ya que la experiencia adquirida sobre estos contaminantes indica que es posible que pasen años o decenios antes de que se comprendan sus consecuencias. Asimismo, se debe de disponer de información acerca de los hábitos de consumo.

D) Inspección y Control de la calidad de los alimentos, bebidas, de materiales de envasado y productos químicos que se utilicen durante los procesos de manipulación que puedan afectar al producto final. Esta inspección y control debe de ser llevada a cabo por los Servicios Sanitarios de la Administración pública correspondiente, comprobando: la utilización por parte de la industria de un Sistema adecuado de Buenas Prácticas de producción, la trazabilidad de cualquier producto elaborado y que éste cumple con la normativa vigente.

El control oficial abarca, por tanto, el conjunto de operaciones realizadas por los servicios oficiales para verificar y garantizar la conformidad de los productos alimentarios con las normas establecidas, con el fin de prevenir los riesgos para la salud pública, tanto de los alimentos producidos y comercializados en el territorio nacional, como los importados y destinados a la exportación.

En nuestro país el máximo referente en seguridad alimentaria es **La Agencia Española de Seguridad Alimentaria (AESA)**, se trata de un Organismo Autónomo adscrito al Ministerio de Sanidad y Consumo, que tiene como misión garantizar el más alto grado de seguridad y promover la salud de los ciudadanos. Ésta centraliza y coordina el Sistema Coordinado de Intercambio Rápido de Información (SCIRI), que le permite gestionar y evaluar información, alertas y rechazos sobre alimentos que pudieran suponer un riesgo para la salud de los consumidores, tanto a nivel Nacional como Europeo. La Gestión de la Red de Alerta Alimentaria permite detectar posibles fallos en la cadena, e incide en la seguridad de los alimentos con anticipación y eficacia.

Como elemento importante para la planificación y el control, con el fin de alcanzar mayores y mejores metas en seguridad alimentaria, España a diferencia de lo que ocurre en el resto de la UE, dispone de un elemento de control de la industria alimentaria, el **Registro General Sanitario de Alimentos (RGSA)**. En este registro deben inscribirse todos los fabricantes, envasadores, almacenistas, distribuidores e importadores de productos alimenticios y alimentarios, material en contacto con alimentos y los detergentes, desinfectantes y plaguicidas de uso en la industria alimentaria. Quedan excluidos el comercio minorista y los establecimientos que elaboren productos para su consumo (restauración).

El RGSA debe ser un elemento clave para la programación y para el control de la industria alimentaria. En la tabla 2 se puede observar como se distribuyen por claves la empresas alimentarias en las diferentes Comunidades Autónomas.

En la Comunidad Autónoma de Murcia, la Dirección General de Salud Pública de la Consejería de Sanidad, viene desarrollando una serie de actividades para el control y monitorización de los productos químicos susceptibles de vehiculizarse a través de los alimentos, ya que es evidente que nos encontramos ante un factor de riesgo para la Salud Pública y por tanto la Administración sanitaria debe de dedicar una parte importante de sus recursos y su esfuerzo en la identificación, vigilancia y control de los productos químicos presentes en alimentos que puedan afectar a la salud humana.

Se plantea un reto para la Administración, ya que en el caso de consumo de ciertos alimentos que puedan contener determinados contaminantes, deberían establecerse por parte de ésta, recomendaciones para ciertos grupos de riesgo más sensibles como son mujeres embarazadas, niños y ancianos; recomendaciones y advertencias que ya se han efectuado por ejemplo en EEUU y Suecia para el consumo de algunos tipos de pescado.

Otro problema respecto a los contaminantes y la salud pública es el constituido por aquellos contaminantes sobre los que no hay ningún tipo de normas o regulaciones, contaminantes que desde el punto de vista de salud pública no se pueden olvidar.

(62)

Hasta ahora, los controles de los alimentos iban dirigidos a los estadios intermedios y al final de la cadena alimentaria, pero no al principio de la cadena. Por ello, y después de que una serie de enfermedades transmitidas por los alimentos hayan demostrado que muchos fallos tienen origen al principio de la cadena alimentaria (ej. vacas locas), se debe de reforzar el control en todos los eslabones de la cadena alimentaria.

Sería interesante, teniendo en cuenta la velocidad vertiginosa con la que se pueden producir nuevos alimentos, el establecimiento por parte de la Administración de programas mixtos de regulación/investigación, con el fin de reducir o prevenir la contaminación de los alimentos, y en caso de existir ya esta contaminación poder controlar con efectividad la salubridad de los alimentos. Estos proyectos de investigación deben de ir encaminados a establecer relaciones entre la exposición a contaminantes y su efecto en el organismo humano y a indagar acerca de mezclas de contaminantes (no estudios individualizados de contaminantes), ya que a través de la alimentación no se ingiere un único compuesto, sino varios.

En este sentido, existen iniciativas a nivel Europeo de investigación en el campo de contaminantes químicos en alimentos, entre ellas: La Red Europea CASCADE (estudia los contaminantes químicos en alimentos, los riesgos asociados, los efectos sobre el organismo y los niveles tolerables de exposición, entre otros aspectos), el proyecto Europeo EDEN (estudia en laboratorio los efectos de las diferentes mezclas de contaminantes), y la iniciativa Europea SCALE, que persigue actuar de forma preventiva sobre los grupos más sensibles, evaluando los efectos de la exposición a contaminantes a través de múltiples rutas (desde objetos y ropa, hasta agua y alimentos).

SITUACIÓN ACTUAL. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN QUÍMICA DE LOS ALIMENTOS

CC.AA.	CLAVES DEL R.G.S.A.																				Total por CCAA		
	10	12	14	15	16	17	18	19	20	21	23	24	25	26	27	28	29	30	31	37		39	40
ANDALUCÍA	1.969	1.983	254	810	1.167	10	49	36	4.990	2.308	189	171	109	583	529	263	88	562	130	120	219	2.009	18.548
ARAGÓN	480	105	64	76	123	9	4	9	1.564	491	93	17	25	105	18	26	22	180	30	17	78	446	3.962
ASTURIAS	218	145	35	137	2	3	17	5	619	87	50	11	24	80	19	17	14	188	21	12	20	244	1.968
CANARIAS (LAS PALMAS)	206	849	98	312	7	5	3	30	436	728	104	15	41	189	82	64	21	106	17	11	45	647	4.016
CANARIAS (S/C TENERIFE)	150	153	43	333	3	1	17	506	205	66	13	16	106	106	28	17	9	254	7	12	16	381	2.336
CANTABRIA	108	191	21	65	1	1	9	301	46	21	4	7	41	5	23	8	59	14	7	14	145	1.091	
CASTILLA Y LEÓN	1.787	295	134	274	34	6	98	168	2.469	771	252	23	86	209	33	60	120	725	66	59	124	1036	8.829
CASTILLA-LA MANCHA	975	182	147	342	276	7	39	31	1.914	518	179	52	38	270	62	49	108	795	46	44	83	491	6.630
CATALUÑA	2.974	1.383	359	377	356	24	39	39	4.898	4.042	361	130	341	1.356	209	137	280	1.099	685	321	790	3.173	23.383
CEUTA	12	18	2	5	1				8	3	3	1	3	2								35	93
COMUNIDAD VALENCIANA	984	749	139	78	202	34	23	60	2.637	2.214	222	84	158	575	333	164	440	356	190	148	451	1.565	11.806
EXTREMADURA	501	72	22	204	144	15	5	17	1.017	340	39	38	10	75	30	14	23	278	19	6	25	300	3.194
GALICIA	776	1.924	69	198	10	3	6	87	2.307	361	114	26	61	209	44	53	59	704	33	35	104	744	7.927
ILLES BALEARS	271	120	35	280	26	2	1	11	795	192	96	23	44	179	364	69	47	123	29	55	20	761	3.543
LA RIOJA	139	37	15	11	9	1	17	233	190	36	4	11	57	1	9	5	319	11	4	38	79	1.226	
MADRID	862	969	58	119	38	3	17	25	1.951	439	78	33	112	618	39	23	37	161	120	140	198	1.358	7.398
MELILLA	13	37							41	13	2	1	4	6	5	3	2	6				109	242
NAVARRA	314	58	34	93	18	3	2	19	309	260	46	10	19	123	8	22	17	172	11	7	47	199	1.791
PAÍS VASCO	315	430	79	159	14	3	4	26	603	144	51	23	53	144	12	15	28	556	62	45	132	476	3.374
REGIÓN MURCIANA	381	195	43	63	56	3	9	9	1.049	775	66	144	47	183	36	99	55	130	110	71	103	396	4.023
	13.415	9.985	1.651	3.936	2.487	131	316	615	28.647	14.127	2.068	823	1.209	5.110	1.857	1.127	1.383	6.773	1.803	1.114	2.507	14.594	115.380

- CLAVE 10 Carnes y derivados, aves y caza
- CLAVE 12 Pescados, crustáceos, moluscos y derivados
- CLAVE 14 Huevos y derivados
- CLAVE 15 Leche y derivados
- CLAVE 16 Grasas comestibles
- CLAVE 17 Cereales
- CLAVE 18 Leguminosas
- CLAVE 19 Tubérculos
- CLAVE 20 Harinas y derivados
- CLAVE 21 Hortalizas, verduras, hongos, frutas y derivados
- CLAVE 23 Edulcorantes naturales y derivados
- CLAVE 24 Condimentos y especias
- CLAVE 25 Alimentos estimulantes y derivados
- CLAVE 26 Platos preparados y/o precocinados; preparados alimenticios bajo fórmulas específicas y para regímenes dietéticos
- CLAVE 27 Aguas de bebida y hielo
- CLAVE 28 Helados
- CLAVE 29 Bebidas no alcohólicas
- CLAVE 30 Bebidas alcohólicas
- CLAVE 31 Aditivos, aromas y coadyuvantes tecnológicos
- CLAVE 37 Detergentes, desinfectantes y otros productos para uso en la industria alimentaria
- CLAVE 39 Materiales en contacto con alimentos
- CLAVE 40 Almacenistas, distribuidores, envasadores e importadores

Tabla 2. Distribución por claves y CC.AA. de las empresas alimentarias actualizada a enero de 2005.
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos suministrados por la AESA

Otro aspecto importante es la educación e información de los consumidores en materia de Seguridad alimentaria, en el sentido de que éstos comprendan que la ausencia de riesgos en los alimentos es imposible (binomio beneficio/riesgo), y más cuando ya partimos de alimentos que de forma natural pueden contener distintos contaminantes, y que la situación en el campo alimentario es variable dependiendo de los nuevos conocimientos científicos, explicando asimismo que la mejor forma por parte del consumidor de prevenir la ingestión y acumulación de estos compuestos en su cuerpo es la adoptar una alimentación variada (por ejemplo la dieta mediterránea) no prescindiendo de determinados alimentos, sino consumiéndolos en su justa medida y equilibrándolos con otros componentes de la dieta.

La información que debe de estar siempre dirigida por Gobiernos y Universidades, debe efectuarse con mecanismos que permitan explicar cualquier problema relacionado con los alimentos y las razones por las que se producen los mismos, de tal manera que estos problemas que pudieran presentarse sean comprendidos y no se generen situaciones de alarma. Conviene tener presente que el público en general suele percibir los riesgos de forma distinta a la comunidad científica.

La preocupación del público procede de la información que hoy en día llega a través de los medios de comunicación, siendo necesario establecer canales adecuados de transmisión con el fin de regular una información fiable al público.

(64)

Las decisiones políticas tal vez difíciles, deben tomarse siempre aplicando el Principio de precaución, sustituyendo aquellos productos que pudieran plantear problemas, limitando sus usos e incluso prohibiéndolos. En este sentido debe establecerse una coordinación internacional, a fin de sumar conocimientos y evitar la duplicación de los esfuerzos, y facilitar la armonización de las acciones reguladoras acordes.

De todo lo anteriormente expuesto, podemos deducir la necesidad existente de establecer actuaciones a distintos niveles, que requieren la coordinación y el esfuerzo de diversas instituciones en cuanto a investigación, vigilancia y control, así como la comprensión por parte de los consumidores fruto del establecimiento de una educación e información a los mismos, con el fin de que no se generen situaciones de alarma innecesarias.

LEGISLACIÓN

La legislación alimentaria en materia de contaminantes químicos, tanto a nivel de cantidades máximas permitidas para cada uno de ellos, como para los métodos de toma de muestras y de análisis, se encuentra disponible y actualizada tanto a nivel de España como de la Unión Europea en: <http://www.aesa.msc.es/aesa/web/AESA.jsp>.

Además de la legislación anteriormente mencionada, se ha procedido a revisar e incorporar toda aquella normativa a nivel de diferentes registros, condiciones de las empresas, y del personal aplicador de determinados productos, que interesen desde el punto de vista de la inspección sanitaria.

(65)

NORMATIVA CONSULTADA

De la normativa vigente se ha realizado un cribado, utilizando como criterio de selección: que figuren los límites máximos de contaminantes, Normativa de inscripción de determinados Registros y Cursos de Capacitación para la aplicación de plaguicidas, realizándose posteriormente una clasificación atendiendo a la estructura con la que se ha desarrollado el tema (actualizada a enero de 2005).

Normativa General sobre contaminantes:

1. Reglamento (CE) n.º 466/2001 de la Comisión de 8 de marzo de 2001, por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios. The European Comisión. Diario Oficial de las Comunidades Europeas.
2. Reglamento (CE) n.º 315/93, de 8 de febrero de 1993, del Consejo por el que se establecen procedimientos comunitarios en relación con los contaminantes presentes en los productos alimenticios.

Normativa Específica:

1. R.D. 1.712/1991, de 29 de noviembre, sobre el Registro General Sanitario de Alimentos.
2. R.D. 1.801/2003, de 26 de diciembre de 2003, sobre seguridad general de los productos (B.O.E. 10.01.2004).
3. R.D. 50/1993, de 15 de enero, por el que se regula el control oficial de los productos alimenticios.
4. Reglamento (CE) 178/2002, de 28 de enero de 2002, por el que se establecen los principios y los requisitos generales de la legislación alimentaria, se crea la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria y se fijan procedimientos relativos a la seguridad alimentaria.
5. R.D. 363/1995, de 10 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de las sustancias peligrosas.
6. Orden de 19 de diciembre de 1998 por la que se modifica el anexo I del R.D. 1.406/1989, de 10 de noviembre por el que se imponen limitaciones a la comercialización y al uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos.

Normativa Específica sobre los contaminantes clasificados como ambientales:

1. Orden Ministerial de 2 de agosto de 1991, por la que se aprueban las normas microbiológicas, los límites de metales pesados y los métodos de análisis para la determinación de metales pesados para los productos de la pesca y de la acuicultura (B.O.E. 15.08.1991)
2. Reglamento 684/2004, de 13 de abril de 2004, de la Comisión, que modifica el Reglamento (CE) n.º 466/2001 en lo que se refiere a las dioxinas.
3. Reglamento 221/2002, de 6 de febrero, de la Comisión, que modifica el Reglamento 466/2001, por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios (metales pesados en productos pesqueros)
4. Reglamento 2.375/2001, de 29 de noviembre, de la Comisión, que modifica el Reglamento 466/2001, por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios (dioxinas).

Normativa Específica sobre Organismos modificados genéticamente:

1. Directiva UE 2001/18/CEE, del Parlamento Europeo y del Consejo de 12 de marzo de 2001 sobre liberación intencional en el medio ambiente de organismos modificados genéticamente.
2. Reglamento 641/2004, de 6 de abril, sobre las normas de desarrollo del Reglamento (CE) n.º 1.829/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo a la solicitud de autorización de nuevos alimentos y piensos modificados genéticamente.
3. Reglamento 1.829/2003, de 22 de septiembre, sobre alimentos y piensos modificados genéticamente.

Normativa Específica sobre contaminantes agrícolas, Registros de los Productos Fitosanitarios y Cursos de Capacitación del personal aplicador:

1. R.D. 3.349/83 de 30 de noviembre por el que se aprueba la RTS para la fabricación, comercialización y utilización de plaguicidas. (modificada por R.D.162/91 de 8 de febrero y R.D. 443/93).

2. Orden de 24 de febrero de 1993, por la que se normaliza la inscripción y funcionamiento del Registro de Establecimientos y Servicios Plaguicidas. (BOE 4 de marzo de 1993)
3. Orden de 8 de marzo de 1994, por la que se establece la normativa reguladora de la homologación de cursos de capacitación para realizar tratamientos con plaguicidas (BOE 15 de marzo de 1994)
4. R.D. 280/1994 de 18 de febrero, por el que se establecen los límites máximos de residuos de plaguicidas y su control en determinados productos de origen vegetal y modificaciones.
5. R.D. 290/2003, de 7 de marzo de 2003, por el que se establecen los métodos de muestreo para el control de residuos de plaguicidas en los productos de origen vegetal y animal (nitratos en lechugas y espinacas) (B.O.E. 08.03.2003).
6. R. D. 2.163/1995, por el que se establecen los principios uniformes para la evaluación y autorización de productos fitosanitarios (BOE 4 de diciembre de 1995).
7. R.D. 480/2004, de 26 de marzo, por el que se modifica el R.D. 490/1998, de 27 de marzo, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico Sanitaria específica de los alimentos elaborados a base de cereales y alimentos infantiles para lactantes y niños de corta edad.
8. R.D. 500/2004, de 1 de abril, por el que se modifica el R.D. 72/1998, de 23 de enero, por el que se aprueba la Reglamentación técnico-sanitaria específica de los preparados para lactantes y preparados para lactantes y preparados de continuación.
9. Reglamento 655/2004, de 7 de abril de 2004, de la Comisión, por el que se modifica el Reglamento (CE) n.º 466/2001 en relación con los nitratos en los alimentos para lactantes y niños de corta edad.
10. Reglamento 563/2002, de 2 de abril de 2002, de la Comisión, por el que se modifica el Reglamento 466/2001, por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios (nitratos en lechugas y espinacas) .

Normativa Específica sobre contaminantes de uso ganadero:

1. R.D. 1.749/1998 de 31 de julio, por el que se establecen las medidas de control aplicables a determinadas sustancias y sus residuos en animales vivos y sus productos.
2. Reglamento (CEE) número 2.377/90 del Consejo, de 26 de junio, por el que se establece un procedimiento comunitario de fijación de los límites máximos de residuos de medicamentos veterinarios en los alimentos de origen animal y modificación (R. 324/2004, de 25 de febrero de 2004).
3. R.D. 2.178/2004, de 12 de noviembre de 2004, por el que se prohíbe utilizar determinadas sustancias de efecto hormonal y tireostático beta-agonistas de uso en la cría de ganado (B.O.E. 13.11.2004).
4. R.D. 569/1990, de 27 de abril de 1990, por el que se fija los límites máximos de residuos de plaguicidas en alimentos de origen animal (B.O.E. 09.05.1990) y modificaciones.

Normativa Específica sobre Micotoxinas:

1. R.D. 475/1988, de 13 de mayo de 1988, por el que se establecen los límites máximos permitidos de las aflatoxinas B1, B2, G1 y G2 en alimentos para consumo humano (B.O.E. 20.05.1988).

2. Reglamento 683/2004, de 13 de abril de 2004, de la Comisión, que modifica el Reglamento (CE) n.º 466/2001 por lo que respecta a las aflatoxinas y a la ocratoxina A en los alimentos destinados a lactantes y niños de corta edad.
3. Reglamento 455/2004, de 11 de marzo de 2004, de la Comisión, que modifica el Reglamento (CE) n.º 466/2001 en lo relativo a la patulina.
4. Reglamento 2.174/2003, de 12 de diciembre de 2003, de la Comisión, que modifica el Reglamento (CE) n.º 466/2001 por lo que respecta a las aflatoxinas.
5. Reglamento 1.425/2003, de 11 de agosto de 2003, de la Comisión, que modifica el Reglamento (CE) n.º 466/2001 en lo relativo a la patulina.
6. Reglamento 472/2002, de 12 de marzo de 2002, de la Comisión, que modifica el Reglamento 466/2001, por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios (aflatoxinas en especias y ocratoxina A en cereales y uvas pasas).
7. Reglamento 257/2002, de 12 de febrero de 2002, de la Comisión, que modifica el Reglamento 194/97 por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios y el Reglamento 466/2001, por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios (aflatoxinas en frutos desecados, cereales y leche).
8. Reglamento 123/2005, de la Comisión de 26 de enero de 2005, por el que se modifica el Reglamento 466/2001 con respecto a la ocratoxina A.

(68)

Normativa Específica sobre contaminantes clasificados como producidos durante tratamientos, aditivos y disolventes de extracción:

1. Orden Ministerial, de 25 de julio de 2001, por la que se establecen límites de determinados hidrocarburos aromáticos policíclicos en aceite de orujo de oliva (B.O.E. 26.07.2001).
2. R.D. 348/2001, de 4 de abril de 2001, por el que se regula la elaboración, comercialización e importación de productos alimenticios e ingredientes alimentarios tratados con radiaciones ionizantes. (B.O.E. 05.04.2001).
3. R.D. 3.177/83, de 16 de noviembre de 1983, que aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria sobre Aditivos Alimentarios. (B.O.E. 28.12.1983) y modificaciones (R.D. 1.111/1991 de 12 de julio (B.O.E. 17.07.1991).
4. R.D. 472/1990, de 6 de abril, por el que se regulan los disolventes de extracción utilizados en la elaboración de productos alimenticios y sus ingredientes (B.O.E. 12.04.1990) y modificaciones (RD 226/1994 de 11 de febrero y RD 2.667/1998 de 11 de diciembre)
5. R.D. 142/2002 de 1 de febrero relativa a aditivos distintos de colorantes y edulcorantes utilizados en productos alimenticios. (Modificado por el R.D. 257/2004 y R.D. 2.196/2004)
6. R.D. 2.001/1995, de 7 de diciembre, por el que se aprueba la lista positiva de aditivos colorantes autorizados para su uso en la elaboración de productos alimenticios, así como sus condiciones de utilización.
7. R.D. 2.002/1995, de 7 de diciembre, por el que se aprueba la lista positiva de aditivos edulcorantes autorizados para su uso en la elaboración de productos alimenticios, así como sus condiciones de utilización. (Modificado por el R.D. 2.027/1997 y R.D. 2.197/2004).

8. Reglamento 208/2005, de 4 de febrero de 2005, por el que se modifica el Reglamento 466/2001 en lo relativo a los hidrocarburos aromáticos.

Normativa Específica sobre productos detergentes y desinfectantes:

1. R.D. 1.054/2002, de 11 de octubre, por el que se regula el proceso de evaluación para el registro, autorización y comercialización de biocidas (B.O.E. 15.10.2002).
2. R.D. 770/1999, de 7 de mayo, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la elaboración, circulación y comercio de detergentes y limpiadores. (B.O.E. 16.05.1999).
3. R.D. 3.360/1983, de 30 de noviembre, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria de Lejías. (B.O.E. 28.01.1984).
4. Reglamento CE 648/2004, del Parlamento Europeo y del Consejo del 31 de marzo de 2004, sobre detergentes.

Normativa Específica sobre contaminantes procedentes de los envases y normativa de los diferentes tipos de envases:

1. Reglamento 242/2004, de 12 de febrero de 2004, de la Comisión, que modifica el Reglamento (CE) n.º 466/2001 por lo que respecta al estaño.
2. Reglamento 1.935/2004, de 27 de octubre de 2004, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de octubre de 2004, sobre los materiales y objetos destinados a entrar en contacto con los alimentos y por el que se derogan las Directivas 80/590/CEE Y 89/109/CEE.
3. R.D. 397/1990, de 27 de marzo de 1990, por el que se aprueban las condiciones generales de los materiales, para uso alimentario, distintos de los poliméricos (B.O.E. 27.03.1990).
4. R.D. 1.184/1994, de 3 de junio de 1994, por el que se establecen las normas básicas relativas a la determinación de N-nitrosaminas y de sustancias capaces de convertirse en N-nitrosaminas (sustancias N-nitrosables) que pueden ceder las tetinas y chupetes de caucho (B.O.E. 06.07.1994).
5. R.D. 1.413/1994, de 25 de junio de 1994, por el que se aprueban las normas Técnico-Sanitarias sobre los materiales y objetos de película de celulosa regenerada para uso alimentario (B.O.E. 10.08.1994).
6. R.D. 1.043/1990, de 27 de julio de 1990, por el que se aprueba la Instrucción Técnico-Sanitaria sobre objetos de cerámica para uso alimentario, (B.O.E. 10.08.90). (B.O.E. 10.08.1990).
7. R.D. 293/2003, de 7 de marzo de 2003, relativo a la utilización de determinados derivados epoxídicos en materiales y objetos destinados a entrar en contacto con alimentos (B.O.E. 11.03.2003).
8. R.D. 2.814/1983, de 13 de octubre de 1983, por el que se prohíbe la utilización de materiales poliméricos recuperados o regenerados que hayan de estar en contacto con los alimentos (B.O.E. 11.11.1983).
9. Resolución de 4 de noviembre de 1982, de la Subsecretaría para la Sanidad, por la que se aprueba la lista positiva de sustancias destinadas a la fabricación de compuestos macromoleculares, la lista de migraciones máximas en pruebas de cesión de algunas de ellas, las condiciones de pureza para las materias colorantes empleadas

- en los mismos productos y la lista de los materiales poliméricos adecuados para la fabricación de envases y otros utensilios que puedan estar en contacto con los productos alimenticios y alimentarios (B.O.E. 24.11.1982) y modificación.
10. R.D. 1.125/1982, de 30 de abril de 1982, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la elaboración circulación y comercio de materiales poliméricos en relación con los productos alimenticios y alimentarios (B.O.E. 04.06.1982) y modificación.
 11. R.D. 118/2003, de 31 de enero de 2003, por el que se aprueba la lista de sustancias permitidas para la fabricación de materiales y objetos plásticos destinados a entrar en contacto con los alimentos y se regulan determinadas condiciones de ensayo (B.O.E. 11.02.2003) y modificaciones.
 12. R.D. 1.425/1988, de 25 de noviembre de 1988, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico Sanitaria para la elaboración circulación y comercio de materiales plásticos destinados a estar en contacto con productos alimenticios y alimentarios (B.O.E.01.12.1988).
 13. R.D. 888/1988, de 29 de julio de 1988, por el que se aprueba la norma general sobre recipientes que contengan productos alimenticios frescos, de carácter perecedero, no envasados o envueltos. (B.O.E. 05.08.1988).

BIBLIOGRAFÍA

1. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Food for all. Rome: FAO; 1996.
2. Organización Mundial de la Salud (OMS). Arsénico. Criterios de salud ambiental, N.º 18. Ginebra; 1981.
3. International Agency for Research on Cancer. IARC. Lyon. France. <http://www.iarc.fr>
4. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Organización Mundial de la Salud (OMS), Aditivos Alimentarios y Contaminantes de Alimentos; 1998.
5. G. Piédrola. Medicina Preventiva y Salud Pública. 9 ed.: Masson Salvat. P. 293-304.
6. G. Piédrola. Medicina Preventiva y Salud Pública. 10 ed.: Masson Salvat. P. 359-386
7. Roberts H. R. Sanidad Alimentaria: Ed. Acribia S.A.
8. Albert L.A. Curso Básico de Toxicología Ambiental. 2ed .Mexico: Ed. Limusa S.A. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. Organización Panamericana de la Salud/OMS; 1988.
9. Lindner E. Toxicología de los Alimentos. 2ªed. Zaragoza. Acribia;1995.
10. Camean A.M. y Repetto M. Toxicología Avanzada. Madrid. Díaz de Santos; 1995.
11. La inseguridad Alimentaria. Seminario Sindical FEMTAA. 2001. Disponible en: <http://www.cmt-wcl.org/femtoa/LA%INSEGURIDAD%20ALIMENTARIA.htm>
12. Comunicación de la Comisión al Consejo, y al Parlamento Europeo. Aplicación de la estrategia Comunitaria en materia de alteradores endocrinos. Bruselas, COM 706; 1999.
13. Ortega J.A. et al. Contaminantes medio ambientales en la alimentación. Sociedad Valenciana de Pediatría. Disponible en: <http://www.socvaped.org/grupos/sma/alimento.pdf>
14. Monografía SESA/AET Evaluación toxicológica de los Plaguicidas y la Sanidad Ambiental. Murcia; 2000.
15. Compuestos Orgánicos Persistentes. Conocimientos Básicos. Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente. Murcia; 2004.
16. Consejo General de Colegios Oficiales de Farmacéuticos. Informe Dioxinas. Disponible en: <http://www.cof.es/consejo/dioxina.htm>
17. Gorrachategui M. Seguridad Alimentaria: Dioxinas. Ibérica Nutrición Animal. XVII Curso de Especialización FEDNA.
18. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. D. G. de Política Ambiental. Dioxinas y Furanos.

19. Comunicación de la Comisión al Consejo, al Parlamento Europeo y al Comité Económico y Social de 24 de octubre de 2001. Estrategia Comunitaria sobre las dioxinas, los furanos y los policlorobifenilos, COM (2001) 593-final. Doce C-322/2 de 17 de noviembre de 2001.
20. Decisión del Consejo, de 14 de mayo de 2001, relativa a la firma, en nombre de la Comunidad Europea, del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes. Disponible en: <http://www.europa.eu.int/eur-lex/es>
21. Guilart R. Dioxina, Dioxinas y alimentos. 2002. Disponible en: <http://www.consumaseguridad.com/web/es/investigación/2002/05/15/1964-print.php>
22. La Seguridad Alimentaria en la Educación Secundaria Obligatoria. Ministerio de Sanidad y Consumo.
23. Antón A. y Lizano J. Los metales pesados en la Alimentación. Fundación Ibérica para la Seguridad Alimentaria. Disponible en: <http://www.fundisa.org/articulos/fmetales.pdf>
24. Hidalgo J.R. Las nuevas etiquetas de los OMG. 2003. Disponible en: <http://www.consumaseguridad.com/web/es/normativa-legal/2003/11/03/9157.php>
25. Riechmann J. Cultivos y alimentos transgénicos: una guía práctica. Fundación 1.º de Mayo. Madrid; 2000
26. Plaguicidas. Prevención de Riesgos. Consejería de Sanidad y Consumo de Murcia. Murcia; 1999.
27. Respuesta ante las intoxicaciones agudas por plaguicidas. Consejería de Salud. Junta de Andalucía; 2003
28. Galán L.C., Rodríguez J.J. La contaminación por micotoxinas. 2003. Disponible en: <http://www.consumaseguridad.com/web/es/sociedad-y-consumo/2003/06/04/6735-print.php>
29. Hugues C. Guía de los aditivos. Zaragoza.. Ed. Acribia, S.A.; 1994.
30. Watson D.H., Meah M.N. Revisiones sobre ciencia y tecnología de los alimentos. Vol II: Migración de sustancias químicas desde el envase al alimento: Ed. Acribia S.A.; 1994.
31. Hidalgo J.R. Control al estaño en alimentos. 2004. Disponible en: <http://www.consumaseguridad.com/web/es/normativa-legal/2004/02/23/10990.php>
32. Fernández M. En busca de nuevos contaminantes en alimentos. 2004. Disponible en: <http://www.consumaseguridad.com/web/es/investigación/2004/05/18/12374.php>
33. Ordóñez J.M. El medio Ambiente y su impacto en salud: Riesgos tradicionales, nuevos riesgos. Gaceta Sanitaria 2004; 18 (Supl. 1) 222-33.
34. Pérez-Castellanos M.S. Alertas Alimentarias en Salud Pública. Gaceta Sanitaria 2004; 18 (Supl. 1) 234-8.
35. Agencia Española de Seguridad Alimentaria. <http://www.aesa.msc.es/aesa>



Región de Murcia
Consejería de Sanidad

Dirección General de Salud Pública
Servicio de Seguridad Alimentaria y Zoonosis