

# SEGURIDAD ALIMENTARIA Y DISRUPTORES ENDOCRINOS HOY

Discurso leído en el acto de su recepción como  
*Académico Correspondiente en Tenerife* por

**Dr. D. Antonio Burgos Ojeda**

el día 14 de diciembre de 2015



**SEGURIDAD ALIMENTARIA Y  
DISRUPTORES ENDOCRINOS HOY**



# **SEGURIDAD ALIMENTARIA Y DISRUPTORES ENDOCRINOS HOY**

Discurso leído en el acto de su recepción como  
*Académico Correspondiente en Tenerife* por  
**Dr. D. Antonio Burgos Ojeda**  
el día 14 de diciembre de 2015

**Arrecife (Lanzarote), Hotel Lancelot**



Excmo. Sr. Presidente de la Academia de Ciencias e Ingenierías  
de Lanzarote  
Ilmos. Señoras y Señores Académicos  
Señoras y Señores

En primer lugar expreso públicamente mi total gratitud al Excmo. Sr. D. Francisco González de Posada, Presidente de esta Academia, que me honra con su amistad, así como, a los señores Académicos por esta elevada e inmerecida distinción, que me han otorgado al designarme Académico Correspondiente de esta insigne y prestigiosa Academia. Con ello, tengo el honor de formar parte de esta admirada y consolidada Institución, foro académico de discusión y debate científico, que con su prolífica y fecunda actividad, cultiva y difunde el conocimiento de las Ciencias en general y de las Ingenierías en particular.

La justificación de la temática elegida para mi intervención está relacionada con mi actividad docente e investigadora de la Medicina Preventiva y la Salud Pública. Fundamentalmente por la transcendencia de la alimentación y la actualidad de la misma para las poblaciones humanas y que paso a exponer a continuación.

## **1. SEGURIDAD ALIMENTARIA**

La Cumbre Mundial sobre la Alimentación de 1996 centró la atención internacional en el concepto de seguridad alimentaria –el acceso de todas las personas a «alimentos nutritivos para mantener una vida sana y

activa»—, de acuerdo con la FAO. Para solucionar el problema de los alimentos en el planeta es preciso programas de incremento de la producción agrícola, mejora de la distribución de alimentos, manejo de los recursos y provisión de servicios de planificación familiar. A pesar de este cúmulo de buenas intenciones, en junio de 2002, la propia FAO reunida en Roma en la II Cumbre Internacional sobre Alimentación continúa estudiando cómo combatir el hambre tras el fracaso de lo pactado en 1996. Una persona muere cada 4 segundos por desnutrición en nuestro planeta, la mayoría son niños.

Este concepto de la Seguridad Alimentaria, vigente aún, desgraciadamente en países del tercer mundo, está superado en la realidad cotidiana de los países desarrollados y entre ellos los europeos y el nuestro. El desarrollo socio-económico, favorece la disponibilidad de alimentos en general. Por ello la concepción de la Seguridad Alimentaria tiene una dimensión diferenciada que se basa en las garantías que deben tener los alimentos en cuanto a inocuidad y calidad; siendo por ello exentos de contaminación y por tanto, seguros para la salud de los consumidores. No olvidemos que la presencia de contaminantes en los alimentos y su incidencia en la salud, representan una seria amenaza a la salud de millones de personas en el mundo y al bienestar de las mismas; tiene repercusiones económicas individuales, familiares, comunitarias, empresariales y geográficamente afectan a cualquier país.

La preocupación por la repercusión de la alimentación en la salud, se ha manifestado en las grandes civilizaciones y culturas a lo largo de la historia. Tanto es así que no podemos omitir la intervención en la alimentación de las grandes y distintas religiones. No solo han impedido o limitado el consumo de ciertos alimentos, sino que han favorecido, directa o indirectamente, el consumo de otros; en la realidad estos efectos restrictivos religiosos condicionaron y aún hoy día lo hacen, desde una perspectiva socio-moral, con el fin de garantizar que el régimen alimenticio de los pueblos, sea el más sano y equilibrado y por ello exento de cualquier riesgo



de contaminación. Tal es así, que en el código Hammurabi (1728 a.C.), se recogen preceptos ante la contaminación intencionada del agua y alimentos, con penalizaciones extremas para sus autores. Estos aspectos apenas han sido investigados y posiblemente podrían ser muy prolíficos para la historia de la seguridad alimentaria y las religiones.

### **1.1. Principios generales de seguridad alimentaria**

Al considerar la problemática de la contaminación de alimentos, debemos tener presente que para gran parte de la población mundial hablar de “seguridad alimentaria”, no es solo, un problema de calidad sino, y sobre todo, de “cantidad”. La pobreza es el determinante de morbilidad más importante del planeta.

La economía global produce alimentos suficientes para mantener a la población mundial de 6.000 millones -si es que fuera mejor distribuidos-, sin embargo muchas personas no tienen acceso a alimentos suficientes para gozar de una vida sana.

En 64 de los 105 países en desarrollo estudiados por la FAO entre 1985 y 1995, la producción alimentaria quedó por detrás del crecimiento de la población. La producción de alimentos por persona descendió en 31 de 46 países africanos. Además, la escasez de agua está limitando el desarrollo en general y la producción de alimentos en particular.

El crecimiento demográfico y los cambios en los hábitos alimenticios, ha dado como resultado la transformación de bosques para el uso agrícola, el desarrollo de una agricultura intensiva, con utilización de pesticidas y alimentos genéticamente modificados, entre otros.

Esta intensificación de la actividad agrícola supondrá un aumento de los riesgos de exposición, no solo a agentes infecciosos, provocados por las alteraciones en los ecosistemas, igualmente a productos como metales...además de una pérdida de biodiversidad y fertilidad del suelo.

A la larga, una mayor producción de alimentos es requisito previo para la salud a nivel mundial.

En nuestro ámbito europeo, la seguridad alimentaria se fundamenta en la inocuidad y calidad de los alimentos y se debe potenciar en todos los países europeos, ya que las enfermedades de origen alimentario han aumentado considerablemente en todo el continente durante los últimos 10 años. En particular se han incrementado las enfermedades de origen microbiológico por la salmonella y el campilobacter, así como los casos de alimentos contaminados por sustancias químicas, como dioxinas, plomo y cadmio. Una de cada tres personas en los países industrializados puede verse afectada cada año por enfermedades de este tipo. Siendo los colectivos de más riesgo, la población infantil, mujeres gestantes, los que padecen enfermedades crónicas y los más pobres.

## **1.2. La Seguridad de la Alimentación, un derecho para la salud**

Los alimentos son esenciales en nuestra vida. Nuestra salud y nuestras facultades físicas y mentales dependen de los alimentos que consumimos y de cómo los preparamos y los ingerimos. De ahí que los alimentos se conviertan en uno de los principales determinantes de la salud de las personas. La disponibilidad de alimentos, por otra parte, es un derecho universal. La conferencia Internacional sobre Nutrición FAO/OMS, de 1992, reconoció que el acceso a una nutrición adecuada y a la alimentación segura es un derecho de cada individuo. La Declaración sobre Seguridad Mundial de Alimentos y Suministro, de 1996, compromete a los gobiernos a reafirmar el derecho de cada persona a disponer de alimentos seguros y nutritivos, este principio conlleva al derecho de una alimentación adecuada y fundamentalmente a que cada persona no pase hambre.

También en el año 2000, el Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas reafirmó este derecho. Garantizar este derecho es responsabilidad de los gobiernos para lo cual utilizan varias estrategias,

desde las legislativas marcando límites y controles, a las de transferencia de parte de esa responsabilidad al productor y, también, a través de medidas de información y educación sanitaria. El control alimentario debe ser una actividad estatutaria basada en leyes y normas, con el objetivo de aportar la máxima seguridad, de un adecuado suministro de calidad y valor nutricional de los alimentos. Siendo la seguridad de los alimentos la premisa prioritaria fundamental en el control alimentario.

Cada vez es más frecuente la participación y complejidad de la cadena de producción de alimentos con máximas garantías de control de calidad; cada uno de sus eslabones debe tener idénticas garantías, a fin de proteger adecuadamente la salud de los consumidores.

Mientras que la seguridad de los alimentos y la protección de los consumidores son esenciales para la salud y son un derecho social básico; la producción y el consumo de alimentos son imprescindibles en cualquier sociedad y tienen repercusiones económicas, sociales y, en numerosos casos, medioambientales. Si bien la protección de la salud es siempre prioritaria, estos otros aspectos también han de tenerse en cuenta en el ámbito de la salud pública.

### **1.3. Alimentación y salud pública**

Un adecuado suministro de alimentos seguros y nutritivos es esencial para la vida humana. Pero los alimentos también pueden ser causa o convertirse en un riesgo para la salud, e incluso la vida.

Las crisis alimentarias producidas en los últimos tiempos como las del aceite de colza, dioxinas en pollos belgas, encefalopatía espongiforme bovina o la del aceite de orujo. Situaciones en las que enfermedades transmitidas por los alimentos, han provocado problemas importantes para las autoridades sanitarias de los diferentes países del mundo. Podríamos considerar a estas situaciones como un problema emergente, según la

definición del Instituto de Medicina de los Estados Unidos de América y, por lo tanto, un problema de reciente aparición.

Por otra parte está claro que los principales problemas de seguridad alimentaria no son los brotes espectaculares que aparecen en los medios de comunicación. De hecho, el problema es un vasto número de casos esporádicos, muchos de los cuales no se identifican. Se estima que casi 2 millones de niños mueren cada año, de enfermedad diarreica causada por agua y alimentos contaminados. Se estima que cada año ocurren miles de millones de casos de intoxicaciones alimentarias. Y también que, incluso en países industrializados, 1/3 de la población padece al menos un proceso de enfermedad anualmente, relacionado con los alimentos. Más de 20 personas por millón mueren por este proceso, solo, inducidos por microorganismos. Estas estimaciones solo se refieren a las patologías relacionadas con microorganismos. Si se tienen en cuenta además los efectos de la contaminación química, la incidencia es mucho mayor. Se calcula que en EEUU el coste de estas patologías suponen a la sociedad 6,9 billones de dólares al año, y que se producen unos 81 millones de casos (Archer y Kvenberg 1985) y más de 9.000 muertes (CAST 1994) cada año relacionadas y atribuidas a peligros relacionados con los alimentos.

En España los últimos datos aportados por las distintas instituciones no hacen variar mucho los existentes en años anteriores y que fueron objeto de análisis previos por los informes SESPAS.

La globalización del suministro mundial de alimentos inexorablemente significa la globalización de los problemas de salud pública. Por ello es necesario un desarrollo global de seguridad alimentaria, dado que, en un mundo global, todos estamos expuestos en el mismo espacio microbiológico. Otro factor a tener en cuenta es el cambio del consumo de alimentos frescos que se tenía que consumir o cocinar en el mismo día a los actualmente disponibles que, casi sin medidas de conservación, se mantienen muchos días para el consumo directo. También la existencia de más personas

inmunodeprimidas, y por tanto, con más riesgo, suponen un factor de aumento de estas patologías. Por último, hay otros factores de hábito alimentarios, como el consumo de más alimentos crudos, que también hay que tener en cuenta.

En general, los riesgos de contaminación alimentaria están relacionados con los suplementos alimentarios, los aditivos y conservantes, los contaminantes y residuos químicos y farmacéuticos, la irradiación y los riesgos microbiológicos. Entre estos últimos podemos destacar los priones, Ecoli O157, salmonella en huevos, pollos y cerdos, listeria en queso fresco, las resistencias antibióticas y la aparición de nuevas cepas.

De aquí la importancia desde La Salud Pública de continuar en la mejora de las actividades y métodos de prueba y control para la gran diversidad de alimentos y la inspección y revisión del cumplimiento de las normas relacionadas con la contaminación de alimentos, debido a la aparición de nuevas sustancias químicas en el ambiente.

## **2. LA CONTAMINACIÓN Y LA SALUBRIDAD DEL MEDIO AMBIENTE**

Es a partir de los años 70 cuando aparecen las primeras iniciativas sobre el deterioro de la calidad del medio, el agotamiento de recursos naturales, los efectos sobre la salud y la poca sostenibilidad de este modelo de crecimiento.

En 1972 aparece el primer informe del Club de Roma, elaborado por Meadows y colaboradores, que plantea este problema ambiental. En el mismo año, la Conferencia de las Naciones Unidas en Estocolmo crea el Programa de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente (PNUMA). Desde el campo de la Salud, Lalonde, ministro de salud de Canadá, en 1974 hace público su famoso informe sobre la importancia de los determinantes de la

salud y de hacerle frente desde la administración sanitaria. La OMS en los años 70 también comienza a publicar sobre el. En Canadá, en 1977, se publica otro Informe titulado “El ambiente y sus contaminantes”, redactado por el Consejo de Ciencias de Canadá.

También a nivel de Europa se ha dado cada vez más importancia al tema: en 1990 la OMS Europa publica la Carta Europea sobre medio y salud, Aparecen después varias directivas, hasta que el once de junio de 2003 la Comisión Europea presenta La estrategia comunitaria en materia de medio ambiente y salud y en junio de 2004 presenta El Plan de Acción 2004-2010 para desarrollar la mencionada estrategia.

En 2007 la OMS saca un importante Informe sobre principios para la evaluación del riesgo para la salud de los niños vinculados a la exposición a productos químicos. El mismo año se elabora en España el Informe base para la elaboración del Plan Nacional de Salud y Medio Ambiente. Redactado por la Comisión Nacional de Salud Ambiental de Instituto Carlos III.

Las competencias administrativas sobre los riesgos ambientales de la salud están recogidos en La Ley General de Sanidad donde se establece que las administraciones públicas tienen la obligación de proteger la salud, en relación a los riesgos ambientales. Esta obligación incluye las condiciones del medio que no pueden ser controladas individualmente por los ciudadanos, es este carácter no individual lo que determina la implicación de las administraciones en la salud ambiental.

Se considera que la alimentación es la principal vía de exposición a sustancias tóxicas de la población general. Así los contaminantes persistentes y bioacumulativos llegan a muchos alimentos que ingerimos a diario y circulan por nuestra sangre almacenándose y acumulándose en nuestro organismo. Las sustancias químicas llegan a los alimentos principalmente a través del uso estos contaminantes, del agua, suelo y aire de las zonas de producción. Además, por el uso de sustancias peligrosas durante

la elaboración y transformación de los alimentos. Cada vez es más frecuente los episodios por la presencia de sustancias tóxicas en los envases o por los utensilios de cocina.

Se han realizado estudios de la exposición a algunos tóxicos a través de la dieta en España, mostrando niveles preocupantes de contaminación, sobre todo de la población infantil, que está expuesta a niveles de algunos contaminantes (Ej. mercurio y PBBD) por encima incluso de los niveles considerados seguros por la OMS. Nos enfrentamos por tanto a un grave problema de seguridad alimentaria. Es relativamente frecuente que la leche y la mantequilla, los huevos, el pescado y la carne contengan residuos de Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP).

Ambiente y alimentación están íntimamente desde distintos puntos de vista: a) el ambiente influye en la selección de alimentos; b) el ambiente determina el tipo de alimentos disponibles en una determinada área geográfica, lo cual condiciona notablemente los hábitos alimentarios; c) el ambiente puede afectar a la composición nutritiva de los alimentos (en especial a los micronutrientes); d) el ambiente puede constituir una fuente de contaminación directa o indirecta de los alimentos (Mariné & Vidal, 2000).

El clima, temperatura, insolación, humedad ambiental, entre otras variables influyen de manera notable en el tipo de alimentos de que se dispone para componer la dieta o ración. Esto puede apreciarse, por ejemplo, entre regiones del norte y sur, donde las particularidades de los alimentos están determinadas por las condiciones ambientales. Un reflejo de esta cuestión es el hecho de que, en el norte se consuman más verduras y hortalizas que en el sur. Es más, dentro de una misma zona geográfica pueden darse diferencias más que notables en los usos alimentarios en función de si se trata de áreas urbanas o rurales. Y si la climatología y el medio ambiente en general son importantes a la hora de elegir los alimentos, también lo son, tal vez incluso más, en cuanto al tipo de alimentos que se producen en cada zona geográfica.

### 3. CONTAMINACIÓN ALIMENTARIA Y SALUD

Los alimentos son productos naturales o elaborados y formados por elementos llamados nutrientes, como proteínas, carbohidratos, grasas, vitaminas, minerales y agua. Cada alimento tiene características propias de sabor, aroma, color y textura; son estas las características organolépticas ya que se perciben a través de los órganos de los sentidos.

El alimento sano es aquel que aporta la energía y los nutrientes que el organismo requiere. La seguridad del alimento viene determinada por estar exento de contaminación biológica (bacterias, virus, parásitos), sustancias químicas o toxinas y agentes físicos externos. Un alimento seguro es llamado también inocuo. La presencia de estos agentes determina la contaminación del mismo y con ello riesgos para la salud de los consumidores. Desde una perspectiva conceptual:

Entendemos que un **alimento** está **alterado** cuando por diversas causas ha sufrido un deterioro en: sus características organolépticas (sabor, aroma, color, apariencia, textura, etc.), o bien en su composición y/o en su valor nutritivo.

Un alimento adulterado es aquel que ha sido modificado por el hombre, alterando sus características, por ejemplo extrayendo o sustituyendo alguno de los componentes propios de los alimentos.

#### 3.1. Origen y tipos de contaminación alimentaria

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

Son numerosos las clasificaciones de los contaminantes alimentarios; de forma clásica se distinguen:

1. Contaminantes biológicos bacterias y sus toxinas; parásitos; virus; insectos; plantas y animales venenosos.



2. Contaminantes químicos en los alimentos plaguicidas; detergentes; metales como mercurio o plomo; medicamentos; colorantes y aditivos no autorizados.

3. Contaminantes físicos, el polvo, la tierra y otras partículas.

La gran mayoría de los contaminantes alimentarios proceden directa o indirectamente del ambiente. Pese a todo, en la mayor parte de los casos, el ambiente es en realidad el depositario de unos contaminantes que son consecuencia directa o indirecta de la actividad humana (Schinitman, 2005).

### 3.2. Formas de contaminación de los alimentos

En el cuadro 1 se describen las dos formas de contaminación de los alimentos a partir de algunas fuentes contaminantes.

Cuadro 1.

Contaminación Directa	Contaminación Indirecta
Alimentos procedentes de animales enfermos o portadores sanos. (Carnes, lácteos, huevos, etc.).	Arrastre por el viento de excretas, residuos, presencia de roedores, insectos y animales domésticos.
Ingreso de microorganismos procedentes de organismos enfermos o portadores sanos.	Utensilios y/o equipos sucios y/o contaminados en industrias, comercios o expendios de comidas.
Ingreso de microgotas respiratorias de los manipuladores.	Uso de agua residual no tratada para riego o de baja calidad potable.
Ingreso de microorganismos del tracto digestivo de animales sacrificados o de tierras de cultivo.	Contacto con alimentos contaminados. Malas condiciones de transporte, almacenaje y/o malas prácticas de manipulación.

Tomado de Schinitman (2005).

Los contaminantes de los alimentos pueden pertenecer a dos grandes grupos o categorías: bióticos y abióticos. El término biótico hace referencia a seres vivos y, en el caso de la contaminación de los alimentos, incluye sobre

todo a microorganismos (bacterias y virus) y parásitos. Con el nombre de contaminantes abióticos se designa a aquellas sustancias químicas que pueden incorporarse accidentalmente en los alimentos y cuya presencia provoca normalmente efectos no deseados en el consumidor. Cabe destacar que la contaminación biótica de los alimentos es cuantitativamente mucho más importante que la abiótica, tanto desde la perspectiva de la alteración de los alimentos como de la salud de los consumidores.

Con frecuencia, la contaminación biótica (bacteriana) de los alimentos es la principal causa de problemas de salud en relación con el consumo de alimentos, muy por encima de los trastornos que puede desencadenar la presencia de contaminantes abióticos, como metales pesados, dioxinas o hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs), por citar algunos contaminantes. Las consecuencias de una contaminación bacteriana de alimentos más comunes son la: gastroenteritis, diarreas, molestias gastrointestinales, etc. Por orden de importancia, las salmonelosis son la principal causa de problemas alimentarios, seguidas por los trastornos provocados por los estafilococos y los clostridios.

Además de estos contaminantes bióticos, existen los llamados patógenos emergentes: *Campilobacteria*, *Yersinia*, *Listeria* y ciertas cepas de *Escherichiacoli*, de importancia creciente, debido en parte a que, cuando se aplican las medidas higiénicas preventivas para evitar la presencia de los microorganismos clásicos, se favorece involuntariamente el crecimiento de los emergentes, menos competitivos que los clásicos, pero más resistentes a las medidas habituales de control del crecimiento microbiano.

La contaminación abiótica de los alimentos, no solo es de origen medioambiental, si bien las fronteras son difusas en algunos casos. Para diferenciar los contaminantes de otros posibles componentes de los alimentos, se destacará sus características de incorporarse en ellos de forma accidental.

En cuanto a si los productos autorizados presentan un nivel superior al de los límites establecidos, sí deben considerarse contaminantes. También

se consideran contaminantes las sustancias no autorizadas. Más difícil es el delimitar una frontera definida en el caso de las sustancias que, en determinadas dosis pueden considerarse normales en los alimentos y que, por el contrario, cuando su nivel sobrepasa un cierto límite, deben considerarse contaminantes.

Otro ejemplo de frontera dudosa son aquellas sustancias que pueden aparecer en el alimento como consecuencia de un resultado tecnológico o culinario ¿Cómo han de calificarse los hidrocarburos aromáticos que se forman en el ahumado o las nitrosaminas que pueden formarse a partir de la combinación de nitritos y de aminos alimentarias? ¿Son o no son contaminantes? Está claro que ambas son sustancias indeseables, porque carecen de efectos positivos conocidos y poseen un efecto potencial cancerígeno o procancerígeno. De modo similar, la frontera entre biótico y abiótico no siempre es nítida. En el Cuadro 2 se aprecian diferencias entre contaminantes bióticos y abióticos en los alimentos.

Cuadro 2.

Contaminantes bióticos	Contaminantes abióticos
Pueden provocar trastornos de tipo agudo: los síntomas aparecen al cabo de poco tiempo -días o semanas- después del contacto.	Los trastornos que pueden provocar son de tipo crónico salvo que se ingieran cantidades insólitamente elevadas. Pueden transcurrir años entre la exposición al contaminante y la aparición de los efectos.
Son relativamente fáciles de detectar en los alimentos, ya sea porque provocan cambios en estos o, analíticamente pueden ponerse en evidencia mediante técnicas relativamente sencillas.	Su presencia puede pasar fácilmente desapercibida en los alimentos. Su detección analítica requiere técnicas sofisticadas e instrumentales que no siempre están al alcance de todos los laboratorios.
Su presencia en alimentos puede evitarse aplicando medidas higiénicas conocidas y relativamente sencillas. Una vez en los alimentos, existen tratamientos que permiten su destrucción o inactivación.	Una vez en los alimentos, estos contaminantes normalmente no se pueden eliminar mediante los tratamientos tecnológicos y/o culinarios habituales.

Dependiendo de su naturaleza química, los contaminantes abióticos de los alimentos pueden subdividirse en dos categorías: A) de origen industrial y ambiental y B) los derivados de tratamientos agronómicos, tecnológicos o culinarios de los alimentos, que pueden o no llegar a ser contaminantes del ambiente (Mariné & Vidal, 2000).

Características de los contaminantes abióticos.

Los contaminantes ambientales de origen industrial comparten ciertas características que determinan su peligrosidad, tanto para el medio ambiente como para la salud humana:

(a) Se trata de sustancias muy persistentes en el ambiente, es decir, con tiempos de vida media (química o biológica) muy elevadas, lo cual se traduce en una gran dificultad para su degradación, ya que pueden tardar decenas o centenares de años en desaparecer.

(b) Son muy difíciles de metabolizar y eliminar por parte de los seres vivos; normalmente se acumulan en órganos o tejidos diversos en función de su afinidad con ellos. Esta gran resistencia a la metabolización explica la bioacumulación que sufren a lo largo de la cadena trófica.

(c) Su toxicidad por unidad de peso aumenta al ascender en la escala filogenética. Es decir, la sensibilidad frente a estos tóxicos es, en muchos casos, mayor en el ser humano que en especies animales filogenéticamente inferiores.

(d) Pueden sufrir procesos de biotransformación en el medio ambiente y transformarse en compuestos más tóxicos que los originales (Mariné & Vidal, 2000).

### **3.3. Contaminantes abióticos más importantes**

#### **METALES PESADOS**

Los metales pesados (cadmio, plomo, mercurio, etc.) se emplean en

la minería y son generados en la industria al fabricar abonos, pilas, fluorescentes, combustibles para el transporte, entre otras. Son muy resistentes a la degradación y se acumulan en los vegetales y en el agua.

Los metales pesados son bioacumulables en la cadena alimentaria. Al acumularse en el medio acuático, los peces los ingieren a través de su dieta y los van acumulando a lo largo de su vida, y llega al consumidor cuando consume dichos pescados con metales pesados. No obstante, el metal pesado que se encuentra en mayor cantidad en los pescados es el mercurio ya que es un elemento que se encuentra de forma natural en la naturaleza, y añadido al generado por la actividad industrial, hace que su concentración en el agua sea elevada. Los pescados de gran tamaño son los que acumulan mayor cantidad de mercurio (tiburón, pez espada, marlin, atún y salmón) y el ser humano absorbe el 95% del contaminante presente en el pescado al ser ingerido.

## DIOXINAS

Las dioxinas son sustancias químicas derivadas de la actividad industrial, concretamente se forman en procesos de combustión de materiales que tienen cloro en su composición (fábricas de metales, incineradoras, combustión de gasolina en los coches, etc.). Escapan al aire a través de las chimeneas industriales, no son biodegradables, por lo que persisten en el medio ambiente, llegando a contaminar el agua y los cultivos.

Las dioxinas son liposolubles y bioacumulables en la cadena alimentaria. Al ser solubles en grasa, van a estar inicialmente en vegetales y pastos en baja concentración, pero como los animales herbívoros ingieren grandes cantidades de dichos alimentos, acumulan en sus tejidos grasos las dioxinas, y, luego, los productos grasos de dichos animales (carne, leche y huevos) son ingeridos por el ser humano. Por lo tanto, la acumulación será mayor incrementando el riesgo para el consumidor final. Por otra parte, por

su acumulación en el agua, también el pescado y productos derivados están contaminados por dioxinas.

Considerando que las dioxinas son muy termoestables hasta temperaturas de 800°C, los diferentes tratamientos culinarios como cocción (100°C), fritura (hasta 200°C) u horneado (hasta 250°C) no eliminan las dioxinas de los alimentos.

## RESIDUOS MEDICAMENTOSOS

Los antibióticos y otros medicamentos se utilizan para tratar y prevenir las enfermedades del ganado, y sus residuos se acumulan en el organismo del animal tratado. En ocasiones, se utilizan para favorecer un mejor aprovechamiento de la comida por los animales. Estos residuos medicamentosos se acumulan en los animales tratados, por lo que llega al consumidor a través del consumo de los productos derivados de dichos animales, como carne, leche y huevos.

## PESTICIDAS

Los pesticidas, plaguicidas o fitosanitarios son compuestos químicos que se añaden a los cultivos para protegerlos frente a las plagas y enfermedades que los dañan (insectos, roedores, malas hierbas, hongos, parásitos, bacterias...) durante la cosecha o después de la cosecha. Según la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación), actualmente las plagas y enfermedad arruinan entre un 25-35% de la cosecha mundial, y las malas hierbas un 10%.

Los pesticidas aumentan la producción mundial de alimentos al proteger contra plagas y enfermedades, mejoran el aspecto de los vegetales, contribuyen a alargar su vida comercial y protegen al consumidor de algunos peligros (como la contaminación por hongos).

Los residuos de pesticidas son pequeñas cantidades de pesticidas o sus productos de degradación que permanecen y se acumulan en los alimentos recolectados o almacenados, de forma que al ser ingeridos por el ser humano en grandes cantidades pueden afectar a su salud.

El 85% de los alimentos no contienen residuos de pesticidas, y los que tienen, se presentan en cantidades muy bajas seguras para los consumidores. Por ello, la Comisión Europea ha establecido los Límites Máximos de Residuos (LMRs) que son los máximos niveles de residuos de pesticidas permitidos legalmente en los alimentos o piensos. Los alimentos que cumplen los LMRs se consideran toxicológicamente aceptables.

Los residuos de pesticidas se encuentran principalmente en frutas y verduras. Entre estos grupos, existe una diversidad de alimentos más sensibles a la presencia de pesticidas: fresas, uvas, melocotones, albaricoques, nectarinas, lechugas, tomates, berenjenas, espinacas y acelgas. En los cereales también se encuentran presentes residuos de pesticidas, pero el secado y tostado reduce considerablemente su contenido en grano.

También están presentes en el agua de bebida y en los forrajes que comen los animales, por lo que se pueden encontrar en sus productos derivados, carne, leche y huevos.

## ACRILAMIDA

La acrilamida es un compuesto químico utilizada en procesos industriales como la elaboración de materiales plásticos en contacto con los alimentos, la depuración de aguas, o la fabricación de papel, cosméticos y pegamentos. Además la acrilamida se forma en el humo del tabaco y de los tubos de escape. Recientemente, se ha descubierto que se genera de forma involuntaria al someter a altas temperaturas (superiores a 180°C) alimentos ricos en almidón, como patatas y cereales.

La acrilamida aparece en productos fabricados a partir de patatas o cereales, que han sido fritos u horneados, como, por ejemplo, patatas fritas, galletas, biscotes y crackers, cereales de desayuno y pan. También se puede encontrar en menor cantidad en el café tostado y chocolate en polvo.

### **3.4. Efectos de los contaminantes**

#### **3.4.1. Daños ambientales**

La liberación al entorno de sustancias químicas provoca importantes daños a la naturaleza y a la salud humana. Algunas de las sustancias más dañinas son los denominados Disruptores Endocrinos y los Contaminantes Tóxicos Persistentes (CTP).

Desde mediados del siglo XX, numerosas especies, muy diferentes entre sí y localizadas en diferentes áreas del planeta, están sufriendo alteraciones de su sistema hormonal debido a la exposición a sustancias sintéticas.

En España, entre otros efectos sobre la fauna de la exposición a disruptores endocrinos, se ha observado la feminización de peces que viven agua debajo de depuradoras de aguas residuales debido a la exposición a sustancias químicas procedentes de la degradación de detergentes y plásticos, los alquifenoles y de moluscos en la costa gallega, debido a la exposición a tributilestaño (TBT).

Los CTPs son también de especial preocupación debido a su persistencia, su capacidad de acumularse en los organismos vivos, de desplazarse a largas distancias por el medio y a su elevada toxicidad. Una vez liberados al medio ambiente se acumulan y persisten en los tejidos grasos de animales y acaban incorporándose a las cadenas tróficas, concentrándose en el extremo superior, afectando principalmente a depredadores tales como los peces grasos y de mayor tamaño, las aves depredadoras y los mamíferos (osos polares, focas, ballenas). Es el



fenómeno llamado biomagnificación. Prueba de este efecto es la detección en el Atlántico Noreste de organoclorados como el DDT y PCB en todas las especies de mamíferos marinos que se han analizado.

Sorprende el efecto de dispersión de CTP en el Ártico y las concentraciones de los mismos en este lugar. No hay fronteras para los tóxicos, nos enfrentamos por tanto a un problema de transporte a larga distancia y de dispersión global.

Una creciente base de datos de estudios sobre el terreno y en laboratorio señala la relación entre los contaminantes tóxicos persistentes y algunas afecciones en animales. Así durante los años 80 se produjeron mortandades masivas de focas en los mares del Norte y Báltico. Se calcula que 17.000 focas murieron a causa de una infección vírica provocada por la disminución de su sistema inmunológico. Esta infección no causó estos estragos en las focas que vivían en las aguas menos contaminadas de Escocia.

Cuando analizaron los cuerpos de los animales encontraron niveles muy elevados de PCB, acumulados en sus grasas. Los periódicos de la época titularon la noticia: *La muerte de las focas, un aviso de la naturaleza.*

Otros efectos crónicos de los CTP en animales son:

- disfunción tiroidea en aves y peces;
- disminución de la fertilidad en aves, peces, crustáceos y mamíferos;
- disminución del éxito de la incubación en aves, peces y tortugas;
- graves deformidades de nacimiento en aves, peces y tortugas;
- anomalías metabólicas en aves, peces y mamíferos;
- anomalías de comportamiento en aves;

- desmasculinización y feminización de peces, aves y mamíferos machos;
- desfeminización y masculinización de peces y aves hembras;
- peligro para los sistemas inmunitarios en aves y mamíferos.

### **3.4.2. Exposición y enfermedades de las poblaciones por contaminación del medio**

Es evidente que la liberación al entorno de las sustancias químicas no solo provoca importantes daños a la naturaleza, sino que también causa enfermedades a la población expuesta. El hecho de que un alto porcentaje de la población esté expuesta a niveles de contaminación, no sólo comporta serios riesgos para la salud, sino que además supone importantes costes económicos y ambientales.

En la actualidad existe un amplio porcentaje de población urbana que soporta concentraciones elevadas de contaminación atmosférica.

Según datos de la OMS (Organización Mundial de la Salud) mueren dos millones de personas cada año en el mundo a causa de la contaminación del aire, la mitad de ellas en países desarrollados.

Según estimaciones de la Comisión Europea, los niveles actuales de contaminación atmosférica causan anualmente 370.000 muertes prematuras en Europa.

Por su parte, el Ministerio de Medio Ambiente español cifra en 16.000 las muertes prematuras que causa la contaminación en España, un número siete veces mayor a los fallecidos en accidentes de tráfico (1.710 en 2010).

*Hoy cualquier ser humano tiene en su sangre unos 300 compuestos químicos sintéticos que no tenían nuestros abuelos. Estas sustancias están*

*presentes en productos como geles, sofás, textiles, utensilios de cocina, pinturas, aparatos electrónicos.* Este es un descubrimiento inquietante. Dentro de cada uno hay trazas de varios cientos de productos químicos fabricados por el hombre.

Otro estudio sobre 16 contaminantes tóxicos persistentes en placentas de mujeres del sudeste español detectó residuos en todas las placentas, con una media de 8 plaguicidas por placenta y detectando compuestos como el DDE, DDT, endosulfán y lindano en más del 50% de las muestras.

### **3.4.3. Contaminantes en actividades ocupacionales**

Aunque a penas hay estudios y estos no están consolidados, para estimar la prevalencia de la exposición a estas sustancias entre la población laboral; la amplia utilización de algunos disruptores en la industria y los servicios hace razonable la sospecha de que son muchas las personas expuestas a DEs en los lugares de trabajo.

La preocupación suscitada por los efectos de la exposición a disruptores endocrinos ha llevado, especialmente en los Estados Unidos y la Unión Europea, a desarrollar programas de identificación de estas sustancias. Así por ejemplo, los trabajos realizados al amparo de una estrategia comunitaria específica han dado como resultado la identificación de algo más de 300 sustancias distintas con evidencia confirmada o potencial de alteración endocrina.

Más de la mitad de estas sustancias se comercializan en la Unión Europea en cantidades superiores a 1.000 tm, según se desprende del ejercicio de comparación de la lista de disruptores endocrinos incluida en la base de datos RISCTOX con el listado de sustancias peligrosas de alto volumen de producción (HPV) que se comercializan en la Unión Europea.

Algunos trabajos de revisión de la literatura científica, por otra parte, muestran la existencia de estudios realizados sobre grupos de población trabajadora de sectores como la industria farmacéutica, aplicadores de plaguicidas, trabajadores de invernaderos, industria de baterías, aplicadores de resinas epoxi, entre otros, pero en la mayoría de los casos se limitan a estudiar aspectos relacionados con la reproducción y ciertas neoplasias, como se expone en el Cuadro 3 (Papeleo, B et al., en Esposizioni professionale a distruttore endocrini).

### Cuadro 3.

Estudios sobre trabajadores expuestos a DE.

Trabajadores expuestos	Sustancias	Problema estudiado
Industria Farmacéutica	Estrógenos de síntesis	Revisión de estudios
Aplicadores plaguicidas	DDT	Fertilidad masculina
Trabajadores invernaderos	Plaguicidas	Fertilidad masculina
Fundiciones, imprenta del plástico	Estireno	Fertilidad masculina
Industria de baterías	Fungicidas	Fertilidad masculina
Plastificantes y resinas	Plomo	Fertilidad masculina
Bis-Fenol A	PCB y 4-octo-fenol	Cáncer de mama
	Aplicadores de resinas epoxi	Niveles de FSH

Una revisión sobre la existencia de DEs en la industria textil permitió identificar hasta un centenar de estas sustancias, de las que 17 estaban presentes en la muestra de empresas españolas seleccionadas para el mencionado estudio.

Estudios similares probablemente pondrían de manifiesto el uso de DEs en la mayoría de los sectores de la producción y de los servicios.

#### **3.4.4. Contaminantes químicos por envases**

Unas de las sustancias que preocupan cada vez más a epidemiólogos, nutricionistas, especialistas en salud pública o endocrinólogos son los

compuestos químicos que se encuentran en los materiales de los envases que están en contacto con los alimentos, si bien es cierto, que se produce una contaminación química no demasiado conocida que, tomada de forma individual, puede ser muy limitada debido a la baja cantidad de tóxicos que se trasladan al alimento; pero a la vez que hay que prestar especial atención por diferentes consideraciones. Por un lado, por lo que se denomina “el efecto cóctel”. No es uno, sino varios los compuestos que se ingieren. Y se desconocen no solo buena parte de los efectos individuales de cada uno de ellos, sino las interacciones que provocan al combinarse. Por otro lado, porque esta exposición es crónica, de largo plazo: “uno está expuesto a estas sustancias prácticamente de forma cotidiana”. Algunos de estos compuestos están regulados y permitidos. La mayoría de ellos no están estudiados.

Entre ellas está el formaldehído, un producto que se usa como bactericida o conservante. Se puede encontrar, en pequeñas cantidades, en botellas de plástico de tereftalato de polietileno (material más conocido por sus siglas en inglés, PET). Está considerado como una sustancia cancerígena por la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC), de la división de la OMS encargada de revisar qué sustancias ocasionan esta enfermedad.

Otras de las sustancias con capacidad de trasladarse a los alimentos en la ingesta y que se emplean en los procesos de envasado son los llamados disruptores endocrinos, unos compuestos químicos capaces de simular el comportamiento de las hormonas. Entre ellos están los ftalatos, el triclosán (antibacteriano y fungicida), el nonilfenol (detergente), el tributilo de estaño (biocida) o, uno de los más famosos, el bisfenol-A.

Respecto a estas sustancias, la Sociedad Española de Salud Pública y administración Sanitaria (Sespa) remitió recientemente una carta a la Comisión Europea en la que se expresaba la “honda preocupación por los efectos sobre la salud humana y ambiental” causada por los disruptores endocrinos.

Existen trabajos de dudoso rigor científico que ha establecido que han establecido una relación directa entre disruptores endocrinos como el bisfenol A y la diabetes. “Con la obesidad cada vez hay más estudios que lo vinculan, aunque entiendo que no está demostrado”.

En los últimos años, estas sustancias están siendo objeto de una atención creciente para determinar sus implicaciones en distintas enfermedades, especialmente relacionadas con problemas metabólicos. Recientemente el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP por sus siglas en inglés) y la Organización Mundial de la Salud anunciaron el contenido de un informe encargado a 16 especialistas para evaluar las evidencias científicas relacionadas con los efectos de estas sustancias. Una de sus principales conclusiones es que estos compuestos químicos son una “amenaza global” de la que hay que estar pendiente.

#### **4. FUNDAMENTOS Y PRINCIPIOS DE ACTUACIÓN PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA**

Con el fin de promocionar la Seguridad Alimentaria de las poblaciones, existen diferentes organismos y entidades de ámbito nacional e internacional implicados, a las que hacemos referencia, así como a sus iniciativas, recomendaciones y organización de actividades y que enumeramos a continuación.

##### **4.1. Fundamentos y principios de actuación de entidades y organismos para la Seguridad Alimentaria.**

###### *FAO*

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, mundialmente conocida como FAO (por sus siglas en inglés: *Food and Agriculture Organization*), es un organismo especializado de la

ONU que dirige las actividades internacionales encaminadas a erradicar el hambre. Brinda sus servicios tanto a países desarrollados, como a países en vías de desarrollo; la FAO actúa como un foro neutral donde todas las naciones se reúnen como iguales para negociar acuerdos y debatir políticas. También es fuente de conocimiento e información, ayudando a los países en vías de desarrollo y transición a modernizar y mejorar sus actividades agrícolas, forestales y pesqueras, con el fin de asegurar una buena nutrición para todos. Desde 1981 se considera el 16 de octubre como Día Mundial de la Alimentación.

El nombre oficial del organismo en español fue “Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación” hasta que en 2011 se sustituyó por el actual. Su lema en latín es *Fiat panis* (hágase el pan).

#### *AECOSAN*

La Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición nace de la fusión entre la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición y el Instituto Nacional de Consumo.

Es un organismo autónomo adscrito al Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad a través de la Secretaria General de Sanidad y Consumo, con personalidad jurídica diferenciada y plena capacidad de obrar.

Los objetivos fundamentales son:

- Ejercer la promoción y el fomento de los derechos de los consumidores y usuarios, tanto en materia de seguridad de los productos como de sus intereses económicos.
- Promover la seguridad alimentaria, ofreciendo garantías e información objetiva a los consumidores y agentes económicos del sector agroalimentario español.

- Planificar, coordinar y desarrolla estrategias y actuaciones que fomenten la información, educación y promoción de la salud en el ámbito de la nutrición, y en particular, en la prevención de la obesidad.

Las Unidades Competentes de la Administración General del Estado, así como las Autoridades Competentes de las Comunidades Autónomas, disponen de la aplicación informática ALCON para introducir todos los datos correspondientes a los controles oficiales efectuados en productos alimenticios en su territorio, así como para actualizar el Plan Nacional de Control Oficial de la Cadena Alimentaria (2011-2015).

En cuanto a la UNIÓN EUROPEA existe un conjunto amplio de legislación comunitaria para garantizar que los alimentos y los piensos sean seguros y salubres, y cubren todas las etapas de la cadena alimentaria, desde la producción primaria hasta la comercialización final de alimentos y piensos. Además de esta normativa básica y específica sobre seguridad alimentaria, existe otro conjunto de normas que inciden sobre la sanidad animal, la sanidad vegetal, el bienestar de los animales, la calidad agroalimentaria y la producción ecológica que constituyen el llamado Modelo de Producción Europea.

#### Principios Generales de la Legislación Alimentaria.

Los Principios Generales de la Legislación Alimentaria, están establecidos por los artículos 5 a 10 del Reglamento 178/2002 del Parlamento europeo y del Consejo, 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.

En el campo de la alimentación humana la principal fuente de definiciones es el Codex Alimentario Internacional, sin embargo, convencionalmente en los países comunitarios se utiliza como marco



referencial conceptual las definiciones de la legislación europea, según la propuesta de nuevo reglamento europeo. También se incorporan otras fuentes de interés.

Esta legislación alimentaria del reglamento europeo comprende: Las normativas, reglamentos y disposiciones administrativas aplicables en la Comunidad Europea o en el ámbito nacional a los alimentos en general, y a la seguridad de los alimentos en particular. Se aplica a cualquiera de las etapas de la producción, la transformación y la distribución de alimentos y de piensos para animales destinados a la producción de alimentos.

## **5. DISRUPTORES ENDOCRINOS**

Ninguna temática tan representativa de la compleja necesidad de garantizar la Seguridad Alimentaria de las poblaciones, como es la que corresponde a la existencia de Disruptores Endocrinos. El término original Endocrine Disruptors actualmente ¿es un debate tardío? Se utiliza la expresión «perturbadores endocrinos» «alteradores endocrinos» «disruptores», en aras del paralelismo entre idiomas, por considerarlo resultado latente del latín “rumpere” en español. No se dice «disrupción» (del verbo inglés to disrupt), sino desorganización, interrupción, perturbación, disgregación; ninguna aceptación define claramente, Endocrine Disruption (interferencia endocrina); en francés se está imponiendo “perturbateur endocrinien” frente a “disrupteur endocrinien”.

Lo cierto es que los disruptores endocrinos son sustancias químicas capaces de alterar el equilibrio hormonal. Actúan a dosis muy bajas, presentan distintos mecanismos de actuación y comprenden a un gran número de sustancias con estructuras químicas muy diferentes.

Según la asociación Científica de Endocrinología (2009), Son sustancias presentes en el entorno ambiental, en los alimentos y artículos de

consumo. Interfieren en la biosíntesis de las hormonas, su metabolismo y acciones por su distorsión del control homeostático del organismo. Existen evidencias que fundamentan atribuir a estas alteraciones endocrinológicas efectos en:

La reproducción (hombres y mujeres).

En el desarrollo mamario → cáncer de mama.

En el cáncer de próstata.

En la neuroendocrinología.

En el tiroides.

En el metabolismo y la obesidad.

En la endocrinología vascular según resultados de diversos estudios realizados en animales, observaciones clínicas en humanos y estudios epidemiológicos hacen de esta problemática potencial una inexorable importancia de Salud Pública.

Aparece por primera vez en la literatura científica en un artículo de 1993, en el que se establece que algunas sustancias difundidas en el ambiente alteran o bloquean los mecanismos endocrinos y una exposición a largo plazo puede provocar efectos permanentes.

Llama la atención algunos fenómenos ocurridos en la segunda mitad del siglo XX en la fauna ambiental de diferentes lugares de la geografía terrestre, tanto en tierra como en los océanos:

Pérdida del instinto reproductor (águilas calvas de Florida).

Esterilidad elevada y pérdida de fertilidad en algunas especies (incluso en humanos desciende la calidad del semen).

Mortalidad masiva (nutrias en los ríos ingleses, focas del mar del Norte, delfines del Mediterráneo).

Comportamientos sexuales anormales (uniones entre hembras en visones de Míchigan o gaviotas de California).

Deterioro del sistema inmunitario de especies afectadas por sustancias químicas muy variadas, que aparecían en los alimentos o el entorno de los individuos afectados (dioxinas, PCB, DDT, etc.).

Estas observaciones llevaron a evidencias en investigaciones en vertebrados (peces, aves, mamíferos) y cultivos celulares; dando resultados en los que se observaron algunos efectos permanentes sobre la salud de estos animales:

- Niveles anormalmente altos o bajos de ciertas hormonas en sangre. Consiguiente aparición de enfermedades hormono-dependientes: disfunciones tiroideas, alteraciones en el crecimiento, disfunciones metabólicas congénitas.

- Reducción de la fertilidad (menor eficacia del apareamiento) y aumento de la esterilidad;

- Alteraciones de la conducta sexual y del sistema inmunitario.

- Modificación de caracteres sexuales secundarios y alteraciones anatómicas:

- Masculinización de hembras.

- Feminización de machos (reducción de tamaño de testículos y pene.

- Testículos retenidos en abdomen (criptorquidia).

- Tumores y malformaciones en órganos sexuales femeninos y masculinos.

- Alteraciones óseas: pérdida de densidad y malformaciones.

Los efectos de estas sustancias en estudios de investigación varían de una especie a otra pero se observan algunos puntos en común:

Los efectos de estas sustancias son diferentes al actuar sobre el embrión, el feto, el recién nacido o el adulto.

Los efectos son mayores en recién nacidos e individuos jóvenes que en adultos.

Si la exposición se produce sobre individuos jóvenes, los efectos a largo plazo son mayores, aunque pueden demorar su aparición hasta la madurez.

En cuanto a los mecanismos de acción de los disruptores endocrinos se fundamentan a mimetizar a las hormonas naturales pudiendo unirse al receptor correspondiente, interfiriéndolo o bloqueándolo, o bien, generando una reacción más potente de lo normal y en el momento inadecuado. Distorsionando así los mecanismos habituales que incluso de la misma forma, pueden generar una reacción más débil e insuficiente. En consecuencia los mecanismos de acción de estos EDCs son:

1. Mimetizar la acción de las hormonas (estrógenos a, DDT, fitoestrógenos).
2. Antagonizar acción de hormonas (antiestrógenos).
3. Alterar su patrón de síntesis y metabolismo.
4. Modular los niveles de receptores correspondientes.

Los tipos de Disruptores Endocrinos se clasifican en dos grandes grupos: hormonas naturales y sustancias sintetizadas por el hombre.

1. Entre las hormonas naturales tenemos:

2. Estrógenos.

3. Progestágenos.

4. Testosterona.

(Eliminados de forma natural en orina).

5. Fitoestrógenos, contenidos en algunas plantas (brotes de alfalfa, semillas de soja). Actúan mimetizando a las hormonas naturales cuando se ingieren.

En cuanto a las sustancias sintéticas, diferenciamos:

1. Hormonas producidas por síntesis, incluimos aquí aquellas que tiene interés farmacológico (contraceptivos orales). Igualmente consideramos las utilizadas en alimentación animal para interferir o modular intencionadamente el sistema endócrino.

2. Sustancias químicas sintetizadas por el hombre y diseñadas para usos industriales, agrícolas, uso diario, alimentación.

- Agentes de limpieza.

- Pesticidas.

- Plásticos.

- Aditivos alimentarios.

- Subproductos industriales como las Dioxinas (sospecha de interferencia en sistemas endocrinos de seres humanos y animales de vida salvaje).

Los estudios de Carbono 14 en animales, han demostrado que la exposición a xenobióticos hormonales se debe a la contaminación ambiental; dando lugar a trastornos del comportamiento en ciervos; así como alteraciones en el desarrollo e incluso induciendo riesgos de enfermedad.

Los efectos sobre la salud humana no están bien establecidos por la dificultad de los estudios experimentales pero hay abundantes datos para tomar conciencia de la gravedad del problema a largo plazo.

Existen estudios documentados de evidencias y efectos. Las investigaciones epidemiológicas realizadas sobre colectivos humanos indican:

EFFECTOS REPRODUCTIVOS ADVERSOS sobre las hijas de mujeres tratadas con el fármaco antiabortivo dietilestilbestrol (DES) durante el embarazo. Entre esos efectos encontramos: nacimiento prematuro, mayor riesgo de aborto y de embarazo ectópico, mayor frecuencia de tumores y malformaciones en órganos reproductivos (útero, vagina, cérvix).

EFFECTOS DE LA EXPOSICIÓN AL DDT EN FETOS: mayor riesgo de partos prematuros, reducción de la memoria de corto plazo, alteraciones del aprendizaje en niños.

EFFECTOS DE LA EXPOSICIÓN A LOS PCBS EN FETOS: Un estudio holandés demostró debilitamiento del sistema inmunitario en niños que tenían un riesgo mucho más elevado de sufrir infecciones de oído o varicela.

DETERIORO DE LA SALUD REPRODUCTIVA HUMANA:

Importante disminución del recuento espermático en países desarrollados, hasta del 50% en algunos países.

Mayor incidencia de criptorquidias, hipospadias y otras alteraciones en el desarrollo del aparato genitourinario.

Aumento de alteraciones del desarrollo sexual (menarquia precoz en niñas, aumento de mamas en varones) y de enfermedades hormono-dependientes como la endometriosis,

una rara enfermedad hasta que hemos asistido a su crecimiento explosivo.

Aumento de la incidencia de tumores en órganos sexuales: mama, útero y ovarios; próstata y testículos.

Mayor incidencia de abortos, bajo peso al nacer y malformaciones congénitas.

Problemas en el desarrollo del sistema nervioso central.

Problemas de concentración y aprendizaje.

Alteración de los niveles de hormonas tiroideas y sexuales.

Según los trabajos realizados por Colborn et Al en 1993 sobre los efectos de estrógenos naturales ambientales, se produce una alteración del desarrollo de sistema endocrino que afecta a los órganos dianas de estas hormonas. Lo que ha llevado a establecer premisas orientativas como conclusiones en la investigación del campo de la contaminación medio ambiental y sus efectos en la población que es necesario considerar, tales como:

1. Las sustancias tienen distinto efecto en las etapas.
2. Embrionaria, fetal, perinatal y adulta.
3. Efectos más patentes en la descendencia que en individuos expuestos.
4. Momento de exposición en el individuo.
5. Desarrollo crucial para la derivación de un efecto.
6. Aunque la exposición se reduzca a la etapa embrionaria → efectos hasta la etapa adulta.

La realidad es que hay una gran dificultad para identificar estos efectos en la actualidad, fundamentalmente por la complejidad de los test

descriptivos y por la imposibilidad de atribuir a un compuesto una capacidad estrogénica, tomando como base la observación de la estructura a nivel molecular.

La valoración de la teratología funcional es inviable por la inutilidad de los test actuales de previsión del riesgo para la salud para sustancias químicas, dirigidos a detectar solo efectos de teratogénesis orgánica y carcinogénicas. En definitiva estas son dificultades formales y totalmente limitantes para aplicar la metodología de investigación habitual de la toxicología funcional y ecotoxicológica.

Si consideramos que la evaluación del riesgo en toxicología se fundamenta en:

- Identificación del peligro: naturaleza tóxica.
- Caracterización del peligro: evaluación de la relación dosis-respuesta.
- Evaluación de la exposición: establecer límites e intervalos de exposición tóxica.
- Caracterización del riesgo: para establecer magnitud de riesgo de la exposición al peligro.

Ya que estas limitaciones son determinantes en las investigaciones de los EDCs por:

No existe información toxicológica sobre la mayoría de las sustancias químicas.

No existen evidencias sobre los efectos sobre la salud por los EDCs.

No están fijados los límites de exposición sin efecto para la mayoría de las sustancias.

Actúan a dosis muy bajas.



Períodos de latencia de décadas.

Exposiciones a un pull de sustancias.

Muchas sustancias diferentes producen el mismo efecto y viceversa.

Persistentes y bioacumulativos.

Ningún límite es aceptable como en los cancerígenos.

Estas sustancias con actividad endocrina son agentes químicos que tienen efectos sobre las hormonas y que pueden localizarse en los alimentos como contaminantes y llegan por diferentes vías al consumidor, así:

1. Contaminantes naturales, es decir, generados de forma natural por otros organismos vivos como los micoestrógenos, estrógenos procedentes de hongos, como el del género *Fusarium*.

2. Contaminantes del ambiente como dioxinas, PCBs y metales pesados como el cadmio, mercurio o plomo.

3. Productos derivados de procesos, como los ftalatos o el bisfenol A, conocido desde los años treinta, según informa la AESAN, que puede mimetizar a los estrógenos femeninos.

4. Residuos agrícolas, como los restos de productos fitosanitarios.

La evaluación e investigación de estos contaminantes resulta muy problemática ya que, además de constituir un grupo muy heterogéneo respecto a su naturaleza química, también lo es respecto a sus mecanismos de contaminación del alimento. Además, hay que tener en cuenta el factor acumulativo de estos disruptores, que no son sustancias con efectos tóxicos agudos, sino que interfieren en mayor o menor medida en el complejo sistema endocrino humano y sus consecuencias se detectan en un plazo de tiempo muy variable.

La frecuente referencia de disruptores endocrinos en alimentos se manifiesta en:

1. Dioxinas y furanos → se generan en la producción de cloro y compuestos clorados.

2. Pvc, plaguicidas organoclorados, blanqueo con cloro de la pasta de papel y la incineración de residuos.

3. Pcb, actualmente prohibidos: A medida que van ascendiendo en la cadena alimentaria, la concentración de pcb en los tejidos animales puede aumentar hasta 25 millones de veces.

4. Numerosos plaguicidas, algunos prohibidos y otros no.

5. Ddt y sus productos de degradación, el lindano, el metoxicloro (autorizado en España), piretroides sintéticos, herbicidas de triazina, kepona, dieldrín, vinclozolina, dicofol y clordano.

6. Endosulfán: Amplio uso en la agricultura española, a pesar de estar prohibido en numerosos países.

7. Hcb (hexaclorobenceno): Empleado como fungicida para el tratamiento de semillas y como preservador de la madera.

8. Ftalatos: Utilizados en la fabricación de pvc. El 95 por ciento del dehp (di(2etilhexil) ftalato) se emplea en la fabricación del pvc.

9. Alquifenoles: Antioxidantes presentes en el poliestireno modificado y en el pvc, y como productos de la degradación de los detergentes.

10. El bisfenol-A: De amplio uso en la industria agroalimentaria (recubrimiento interior de los envases metálicos de estaño) y por parte de los dentistas (empastes dentarios).

¿Cuánto hay de especulación y evidencia en los efectos de los disruptores endocrinos?

Continuamente y sin fundamentos, se habla de la posible migración del bisfenol A al agua, induciendo “carga estrogénica” mediante la migración de los botellones de policarbonato (con Bisfenol A) que se utilizan para el envasado de agua.

La EPA sugiere que cuando la IDT de BPA a partir de policarbonato se combina con otras fuentes de contaminación la IDT es inferior a 0.00012 mg/kg de peso y representa un valor 400 veces inferior que el valor de referencia de 0.05 mg/kg de peso. Es decir, que un adulto de 60 kilos, tendría que consumir más de 600 litros de agua y refrescos en contacto con el policarbonato o resinas epoxi cada día, durante una vida entera para exceder el valor que la US-EPA y la Unión Europea consideran como seguro.

BPA es una de las numerosas sustancias que potencialmente pueden interactuar con los sistemas hormonales del cuerpo humano (disruptores endocrinos). Se conoce desde los años 30 que puede mimetizar a los estrógenos (hormonas sexuales femeninas). Los efectos sobre la fertilidad y la reproducción y el sistema endocrino ha sido objeto de gran debate científico, ligado a informes sobre los efectos a baja dosis de BPA en roedores.

La Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) reevaluó en 2006 esta sustancia con el objeto de considerar la nueva y extensa información científica (más de 200 publicaciones) generada desde su evaluación en 2002 por el Comité Científico de Alimentación Humana.

EFSA concluyó que la ingesta diaria tolerable (IDT) por el hombre para la sustancia BPA puede establecerse en 0,05 mg/kg.día, basado en un estudio de 3 generaciones en rata (NOAEL = 5 mg/kg.día) y un factor de seguridad de 100.

En el mes de septiembre de 2008, la Comisión Europea solicitó a EFSA una nueva evaluación como consecuencia de la publicación de un

estudio en el Journal of the American Medical Association (JAMA) que relacionaba niveles de BPA en orina en adultos con trastornos en la salud. Los autores concluían que altas concentraciones en orina se asociaban a un aumento de la prevalencia de enfermedades cardiovasculares, diabetes y en alteraciones de las enzimas hepáticas.

Debido a la urgencia del tema, EFSA evaluó esta publicación y emitió una declaración el 22 de octubre de 2008 en la que manifestó que este estudio por sí solo no aportaba suficientes pruebas para demostrar la relación entre la exposición a BPA y a las alteraciones de salud arriba mencionadas. Por tanto, consideró mantener la IDT de 0,05 mg/kg.día. No obstante, no descartaba seguir haciendo posteriores evaluaciones a tenor de las nuevas informaciones toxicológicas que fueran apareciendo.

El pasado 30 de septiembre, EFSA, considerando más de 800 estudios, publicó una nueva opinión, en la que concluía que no podía identificar ninguna evidencia nueva para modificar la actual IDT de 0,05 mg/kg.día y que, ante cualquier dato nuevo relevante en el futuro, la opinión sería reconsiderada.

Los lactantes de 3 a 6 meses alimentados con biberones de policarbonato se consideran el grupo de población de mayor exposición a BPA, debido a que las fórmulas infantiles y la leche materna son su única fuente de nutrición hasta los 4 meses y siguen siendo una fuente importante de nutrición durante algunos meses más y aunque los lactantes tienen suficiente capacidad para eliminar el BPA, lo cierto es que, el sistema de eliminación no alcanza su desarrollo completo hasta los primeros 6 meses de vida.

La Directiva 2011/8/UE, dispone que desde el 1 de marzo de 2011 quedará prohibida la fabricación de biberones de policarbonato que contengan esta sustancia y a partir del 1 de junio de 2011, la comercialización e importación en la Unión europea de los materiales y

objetos plásticos destinados a entrar en contacto con los alimentos que no cumplan lo dispuestos en la Directiva.

## **6. CONCLUSIONES:**

Dificultad para valorar el significado clínico, ecológico y poblacional de compuestos tóxicos persistentes (CTP) en las personas.

El conjunto de evidencias sobre disruptores endocrinos son suficientemente alarmantes como para que las autoridades sociales políticas apliquen inmediatamente el denominado principio de precaución.

El estudio sistemático en modelos experimentales y epidemiológicos es tan complejo que la investigación necesitará décadas antes de producir los resultados cuantitativos más básicos.

Propugnar la participación de personas o de sociedades científicas interesadas en comunicar e implementar cambios en las políticas públicas y la conciencia de las personas.



## **COLECCIÓN: DISCURSOS ACADÉMICOS**

Coordinación: **Dominga Trujillo Jacinto del Castillo**

1. *La Academia de Ciencias e Ingenierías de Lanzarote en el contexto histórico del movimiento académico.* (Académico de Número). **Francisco González de Posada**. 20 de mayo de 2003. Excmo. Ayuntamiento de Arrecife.
2. *D. Blas Cabrera Topham y sus hijos.* (Académico de Número). **José E. Cabrera Ramírez**. 21 de mayo de 2003. Excmo. Ayuntamiento de Arrecife.
3. *Buscando la materia oscura del Universo en forma de partículas elementales débiles.* (Académico de Honor). **Blas Cabrera Navarro**. 7 de julio de 2003. Amigos de la Cultura Científica.
4. *El sistema de posicionamiento global (GPS): en torno a la Navegación.* (Académico de Número). **Abelardo Bethencourt Fernández**. 16 de julio de 2003. Amigos de la Cultura Científica.
5. *Cálculos y conceptos en la historia del hormigón armado.* (Académico de Honor). **José Calavera Ruiz**. 18 de julio de 2003. INTEMAC.
6. *Un modelo para la delimitación teórica, estructuración histórica y organización docente de las disciplinas científicas: el caso de la matemática.* (Académico de Número). **Francisco A. González Redondo**. 23 de julio de 2003. Excmo. Ayuntamiento de Arrecife.
7. *Sistemas de información centrados en red.* (Académico de Número). **Silvano Corujo Rodríguez**. 24 de julio de 2003. Ayuntamiento de San Bartolomé.
8. *El exilio de Blas Cabrera.* (Académica de Número). **Dominga Trujillo Jacinto del Castillo**. 18 de noviembre de 2003. Departamento de Física Fundamental y Experimental, Electrónica y Sistemas. Universidad de La Laguna.
9. *Tres productos históricos en la economía de Lanzarote: la orchilla, la barrilla y la cochinilla.* (Académico Correspondiente). **Agustín Pallarés Padilla**. 20 de mayo de 2004. Amigos de la Cultura Científica.
10. *En torno a la nutrición: gordos y flacos en la pintura.* (Académico de Honor). **Amador Schüller Pérez**. 5 de julio de 2004. Real Academia Nacional de Medicina.
11. *La etnografía de Lanzarote: "El Museo Tanit".* (Académico Correspondiente). **José Ferrer Perdomo**. 15 de julio de 2004. Museo Etnográfico Tanit.
12. *Mis pequeños dinosaurios. (Memorias de un joven naturalista).* (Académico Correspondiente). **Rafael Arozarena Doblado**. 17 diciembre 2004. Amigos de la Cultura Científica.
13. *Laudatio de D. Ramón Pérez Hernández y otros documentos relativos al Dr. José Molina Orosa.* (Académico de Honor a título póstumo). 7 de marzo de 2005. Amigos de la Cultura Científica.
14. *Blas Cabrera y Albert Einstein.* (Acto de Nombramiento como Académico de Honor a título póstumo del Excmo. Sr. D. **Blas Cabrera Felipe**). **Francisco González de Posada**. 20 de mayo de 2005. Amigos de la Cultura Científica.
15. *La flora vascular de la isla de Lanzarote. Algunos problemas por resolver.* (Académico Correspondiente). **Jorge Alfredo Reyes Betancort**. 5 de julio de 2005. Jardín de

Aclimatación de La Orotava.

16. *El ecosistema agrario lanzaroteño*. (Académico Correspondiente). **Carlos Lahora Arán**. 7 de julio de 2005. Dirección Insular del Gobierno en Lanzarote.
17. *Lanzarote: características geoestratégicas*. (Académico Correspondiente). **Juan Antonio Carrasco Juan**. 11 de julio de 2005. Amigos de la Cultura Científica.
18. *En torno a lo fundamental: Naturaleza, Dios, Hombre*. (Académico Correspondiente). **Javier Cabrera Pinto**. 22 de marzo de 2006. Amigos de la Cultura Científica.
19. *Materiales, colores y elementos arquitectónicos de la obra de César Manrique*. (Acto de Nomenclamiento como Académico de Honor a título póstumo de **César Manrique**). **José Manuel Pérez Luzardo**. 24 de abril de 2006. Amigos de la Cultura Científica.
20. *La Medición del Tiempo y los Relojes de Sol*. (Académico Correspondiente). **Juan Vicente Pérez Ortiz**. 7 de julio de 2006. Caja de Ahorros del Mediterráneo.
21. *Las estructuras de hormigón. Debilidades y fortalezas*. (Académico Correspondiente). **Enrique González Valle**. 13 de julio de 2006. INTEMAC.
22. *Nuevas aportaciones al conocimiento de la erupción de Timanfaya (Lanzarote)*. (Académico de Número). **Agustín Pallarés Padilla**. 27 de junio de 2007. Excmo. Ayuntamiento de Arrecife.
23. *El agua potable en Lanzarote*. (Académico Correspondiente). **Manuel Díaz Rijo**. 20 de julio de 2007. Excmo. Ayuntamiento de Arrecife.
24. *Anestesiología: Una especialidad desconocida*. (Académico Correspondiente). **Carlos García Zepa**. 14 de diciembre de 2007. Hospital General de Lanzarote.
25. *Semblanza de Juan Oliveros. Carpintero – imaginero*. (Académico de Número). **José Ferrer Perdomo**. 8 de julio de 2008. Museo Etnográfico Tanit.
26. *Estado actual de la Astronomía: Reflexiones de un aficionado*. (Académico Correspondiente). **César Piret Ceballos**. 11 de julio de 2008. Iltre. Ayuntamiento de Tías.
27. *Entre aulagas, matos y tabaibas*. (Académico de Número). **Jorge Alfredo Reyes Betancort**. 15 de julio de 2008. Excmo. Ayuntamiento de Arrecife.
28. *Lanzarote y el vino*. (Académico de Número). **Manuel Díaz Rijo**. 24 de julio de 2008. Excmo. Ayuntamiento de Arrecife.
29. *Cronobiografía del Dr. D. José Molina Orosa y cronología de acontecimientos conmemorativos*. (Académico de Número). **Javier Cabrera Pinto**. 15 de diciembre de 2008. Gerencia de Servicios Sanitarios. Área de Salud de Lanzarote.
30. *Territorio Lanzarote 1402. Majos, sucesores y antecesores*. (Académico Correspondiente). **Luis Díaz Feria**. 28 de abril de 2009. Excmo. Ayuntamiento de Arrecife.
31. *Presente y futuro de la reutilización de aguas en Canarias*. (Académico Correspondiente). **Sebastián Delgado Díaz**. 6 de julio de 2009. Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información.
32. *El análisis del tráfico telefónico: una herramienta estratégica de la empresa*. (Académico Correspondiente). **Enrique de Ferra Fantín**. 9 de julio de 2009. Excmo. Cabildo de



Fuerteventura.

33. *La investigación sobre el fondo cósmico de microondas en el Instituto de Astrofísica de Canarias.* (Académico Correspondiente). **Rafael Rebolo López**. 11 de julio de 2009. Instituto de Astrofísica de Canarias.
34. *Centro de Proceso de Datos, el Cerebro de Nuestra Sociedad.* (Académico Correspondiente). **José Damián Ferrer Quintana**. 21 de septiembre de 2009. Museo Etnográfico Tanit.
35. Solemne Sesión Académica Necrológica de Homenaje al Excmo. Sr. D. Rafael Arozarena Doblado, Académico Correspondiente en Tenerife. *Laudatio Académica* por **Francisco González de Posada** y otras *Loas*. 24 de noviembre de 2009. Ilte. Ayuntamiento de Yaiza.
36. *La Cesárea. Una perspectiva bioética.* (Académico Correspondiente). **Fernando Conde Fernández**. 14 de diciembre de 2009. Gerencia de Servicios Sanitarios. Área de Salud de Lanzarote.
37. *La “Escuela Luján Pérez”: Integración del pasado en la modernidad cultural de Canarias.* (Académico Correspondiente). **Cristóbal García del Rosario**. 21 de enero de 2010. Fundación Canaria “Luján Pérez”.
38. *Luz en la Arquitectura de César Manrique.* (Académico Correspondiente). **José Manuel Pérez Luzardo**. 22 de abril de 2010. Excmo. Ayuntamiento de Arrecife.
39. *César Manrique y Alemania.* (Académico Correspondiente). **Bettina Bork**. 23 de abril de 2010. Ilte. Ayuntamiento de Haría.
40. *La Química Orgánica en Canarias: la herencia del profesor D. Antonio González.* (Académico Correspondiente). **Ángel Gutiérrez Ravelo**. 21 de mayo de 2010. Instituto Universitario de Bio-Orgánica “Antonio González”.
41. *Visión en torno al lenguaje popular canario.* (Académico Correspondiente). **Gregorio Barreto Viñoly**. 17 de junio de 2010. Ilte. Ayuntamiento de Haría.
42. *La otra Arquitectura barroca: las perspectivas falsas.* (Académico Correspondiente). **Fernando Vidal-Ostos**. 15 de julio de 2010. Amigos de Écija.
43. *Prado Rey, empresa emblemática. Memoria vitivinícola de un empresario ingeniero agrónomo.* (Académico Correspondiente). **Javier Cremades de Adaro**. 16 de julio de 2010. Real Sitio de Ventosilla, S. A.
44. *El empleo del Análisis Dimensional en el proyecto de sistemas pasivos de acondicionamiento térmico.* (Académico Correspondiente). **Miguel Ángel Gálvez Huerta**. 26 de julio de 2010. Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid.
45. *El anciano y sus necesidades sociales.* (Académico Correspondiente). **Aristides Hernández Morán**. 17 de diciembre de 2010. Excmo. Cabildo de Fuerteventura.
46. *La sociedad como factor impulsor de los trasplantes de órganos abdominales.* (Académico de Honor). **Enrique Moreno González**. 12 de julio de 2011. Amigos de la Cultura Científica.
47. *El Tabaco: de producto deseado a producto maldito.* (Académico Correspondiente). **José Ramón Calvo Fernández**. 27 de julio de 2011. Dpto. Didácticas Espaciales. ULPGC.

48. *La influencia de la ciencia en el pensamiento político y social.* (Académico Correspondiente). **Manuel Medina Ortega.** 28 de julio de 2011. Grupo Municipal PSOE. Ayuntamiento de Arrecife.
49. *Parteras, comadres, matronas. Evolución de la profesión desde el saber popular al conocimiento científico.* (Académico Numerario). **Fernando Conde Fernández.** 13 de diciembre de 2011. Italfármaco y Pfizer.
50. *En torno al problema del movimiento perpetuo. Una visión histórica.* (Académico Correspondiente). **Domingo Díaz Tejera.** 31 de enero de 2012. Ayuntamiento de San Bartolomé
51. *Don José Ramírez Cerdá, político ejemplar: sanidad, educación, arquitectura, desarrollo sostenible, ingeniería de obras públicas viarias y de captación y distribución de agua.* (Académico Correspondiente). **Alvaro García González.** 23 de abril de 2012. Excmo. Cabildo de Fuerteventura.
52. *Perfil biográfico de César Manrique Cabrera, con especial referencia al Municipio de Haría.* (Académico Numerario). **Gregorio Barreto Viñoly.** 25 de abril de 2013. Ilte. Ayuntamiento de Haría.
53. *Tecnología e impacto social. Una mirada desde el pasado hacia el futuro.* (Académico Correspondiente). **Roque Calero Pérez.** 26 de abril de 2013. Mancomunidad del Sureste de Gran Canaria.
54. *Historia del Rotary Club Internacional: Implantación y desarrollo en Canarias.* (Académico Correspondiente). **Pedro Gopar González.** 19 de julio de 2013. Construcciones Lava Volcánica, S.L.
55. *Ensayos en vuelo: Fundamento de la historia, desarrollo, investigación, certificación y calificación aeronáuticas.* (Académico Correspondiente). **Antonio Javier Mesa Fortún.** 31 de enero de 2014. Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial.
56. *El cielo nocturno de Fuerteventura: Recurso para la Ciencia y oportunidad para el Turismo.* (Académico Numerario). **Enrique de Ferra Fantín.** 20 de mayo de 2015.
57. *La Unión Europea ante las crisis internacionales.* (Académico Numerario). **Manuel Medina Ortega.** 24 de julio de 2015.
58. *Seguridad alimentaria y disruptores endocrinos hoy.* (Académico Correspondiente en Tenerife). **Antonio Burgos Ojeda.** 14 de diciembre de 2015.

**HOTEL LANCELOT  
ARRECIFE (LANZAROTE)**

---

---