

RIESGOS ALIMENTARIOS EMERGENTES



Los 10 riesgos alimentarios emergentes con mayor impacto en los próximos años

Tabla de Contenidos

03

Los 10 riesgos emergentes con mayor impacto en los próximos años

07

Las micotoxinas

16

Resistencia Antimicrobiana

21

Contaminación de suelos por uso de residuos como fertilizantes

27

Presencia de microplásticos (MP) en alimentos

32

Alcaloides tropánicos y pirrolicídicos en alimentos.

40

Intoxicaciones derivadas de la posible flexibilización legislativa para la modificación de fechas de vida útil con el fin de minimizar el desperdicio alimentario

43

Efectos adversos de la introducción de proteínas alternativas, como presencia de alérgenos, contaminantes o residuos

48

Presencia de Alérgenos no declarados en Alimentos: Un desafío científico, tecnológico y regulatorio

54

Incremento de la incidencia de toxinas marinas

60

Riesgos microbiológicos asociados a alimentos mínimamente procesados

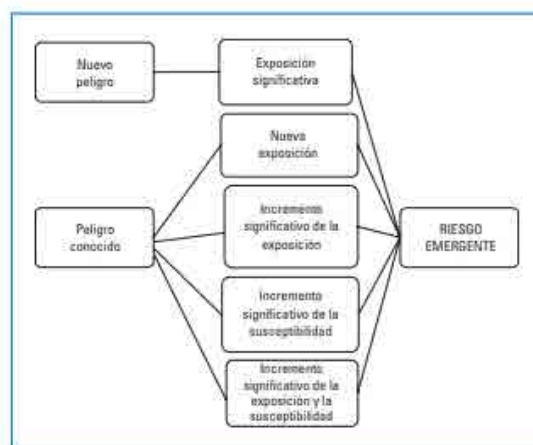


I LOS 10 RIESGOS EMERGENTES CON MÁS IMPACTO EN LOS PRÓXIMOS AÑOS

La alimentación, como cualquier otra actividad humana, no está exenta de riesgos. El riesgo 0 no existe. Sobre los riesgos conocidos podemos tomar medidas que permitan su minimización, bien actuando para evitar su aparición, bien con un plan de control que nos permita identificar su aparición y proceder de manera que se proteja al consumidor. Pero ¿qué pasa con los riesgos desconocidos o que no esperamos?

Avanzarnos al futuro es siempre un ejercicio arriesgado, pero sin duda tenemos elementos que nos permiten identificar peligros alimentarios que están emergiendo con fuerza suficiente como para pensar que nos van a ocupar en un futuro cercano. Hablamos de nuevos riesgos para la seguridad alimentaria, pero no necesariamente se trata de peligros desconocidos ya que el que un peligro se convierta en riesgo emergente se puede deber al menos, a dos causas principales:

- ✓ La identificación de un peligro nuevo que impacta de forma suficiente como para pasar a considerarse un riesgo significativo.
- ✓ La constatación de un aumento a la exposición de un peligro que, aunque conocido, pueda pasar a tener un nuevo impacto significativo sobre la salud humana.



Las causas: cambio climático, nuevas prácticas de economía circular y nuevos hábitos de consumo

Las causas para la aparición de riesgos emergentes las tenemos que buscar en cambios en el entorno o en avances científicos que permiten identificar peligros desconocidos. En el primer caso podemos a su vez distinguir entre cambios ambientales y modificaciones en los hábitos de consumo, y en el segundo entre la identificación de un nuevo peligro y el avance en las técnicas de cuantificación de los métodos de análisis.

Apuntamos aquí las que consideramos como las causas o “drivers” más importantes, al menos en la actualidad:

- ✓ **El cambio climático.** La modificación de las condiciones ambientales y de forma muy significativa el aumento de la temperatura terrestre está impulsando la aparición de nuevos riesgos. La temperatura es un factor determinante de la cinética de las reacciones químicas y de la actividad biológica, por lo que no es raro que este cambio de condiciones afecte de una u otra forma a la seguridad alimentaria.
- ✓ **La adopción de nuevas prácticas de la economía circular.** La sostenibilidad es sin duda, al igual que la seguridad alimentaria, un gran reto para la cadena alimentaria. Debido a ello la adopción de alternativas de circularidad, que permitan un rendimiento máximo del sistema alimentario global constituyen una prioridad en el campo de la innovación. No obstante, estas prácticas, bien por constituir una novedad en sí o por tratarse de prácticas conocidas que se extiendan o generalicen, conllevan la aparición de nuevos riesgos tal y como se constata en el informe externo de EFSA «Vulnerabilidades de la seguridad de los alimentos y los piensos en la economía circular» ([Food and feed safety vulnerabilities in the circular economy | EFSA \(europa.eu\)](https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/5412/abstract)) .
- ✓ **Nuevos hábitos de consumo.** El cambio en los hábitos de consumo puede tener también incidencia sobre la seguridad alimentaria, ya sea por aumentar la exposición a un determinado tipo de alimentos como por introducir en la dieta nuevos alimentos. Este es el caso de la tendencia a la incorporación en la dieta de proteínas alternativas ya sean de origen vegetal (análogos cárnicos plan-based), de insectos o de origen sintético como en el caso de la llamada “carne artificial”.

Sin duda estos tres “drivers” están en la actualidad ejerciendo una fuerte influencia en el sistema alimentario a través del propio medio, de la evolución de las prácticas productivas o de las nuevas tendencias de consumo.

Los riesgos emergentes de los próximos años

A partir de nuestros trabajos para identificar riesgos emergentes de seguridad alimentaria y como síntesis de lo discutido entre los expertos participantes en nuestra última jornada, haremos un repaso de los riesgos emergentes que se pueden deducir como de impacto más probable en los próximos años.

Evidentemente, en la medida de que se trata de una predicción, esta es a la fuerza imperfecta y la realidad se desviará en más o en menos de este vaticinio. No obstante, son numerosas las evidencias que apuntan hacia éstos como algunos de los más probables, sin dejar de lado que surjan problemáticas no identificadas o no suficientemente ponderadas en nuestro análisis. Cabe destacar en este sentido la siempre presente posibilidad de la aparición de episodios de crisis de seguridad derivados de fraudes alimentarios, como lo fueron en su momento la crisis del “aceite tóxico” (o del “aceite de colza desnaturalizado”) en España, o el de la leche adulterada con melamina en China.

Así pues, los riesgos emergentes cuyo impacto consideramos más plausible para los próximos años, son:

- ✓ Aumento de la incidencia de presencia de **micotoxinas en alimentos.micotoxinas**



- ✓ Desarrollo de patógenos que hayan desarrollado **resistencias antimicrobianas**.
- ✓ **Contaminación de suelos o cultivos proveniente del uso de residuos (estiércoles, por ejemplo) como fertilizantes.**
- ✓ Presencia de **microplásticos en alimentos**.



- ✓ Intoxicaciones derivadas de la posible flexibilización legislativa que permita la **modificación de fechas de vida útil o consumo preferente** con el fin de minimizar el desperdicio alimentario.
- ✓ **Efectos adversos de la introducción de proteínas alternativas** como presencia de alérgenos, contaminantes como metales o residuos como plaguicidas.
- ✓ Contaminantes naturales como es el caso de los **alcaloides tropánicos y pirrolidínicos**.
- ✓ Presencia de **alérgenos no declarados en alimentos**.
- ✓ Incremento de la incidencia de **toxinas marinas**.
- ✓ Riesgos microbiológicos asociados a alimentos mínimamente procesados

A partir de este punto analizaremos con mas detalle cada uno de estos riesgos, su problemática, las causas de su aparición y lo que es más importante, las medidas que pueden posibilitar su mitigación y control ya sean de tipo legal, como de prevención y control por parte del sector productivo y de la distribución alimentaria.



II Las micotoxinas

Aumento de la incidencia de presencia de micotoxinas en alimentos

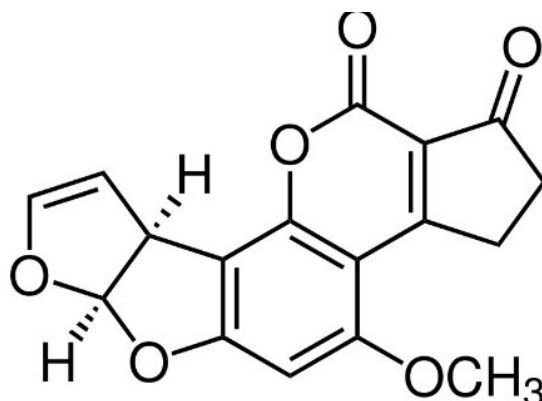
Las micotoxinas son toxinas naturales, compuestos tóxicos producidos de forma natural por organismos vivos, no son perjudiciales para los organismos que las producen, pero sí lo son para los animales o las personas cuando las ingerimos a través de los alimentos.

Las micotoxinas

Las micotoxinas son compuestos químicos producidos de forma natural (no antropogénicos) en el metabolismo secundario de algunos géneros de hongos. Las más importantes son las toxinas producidas por mohos de los géneros *Aspergillus*, *Fusarium* y *Penicillium*. Algunos alimentos sin procesar susceptibles de la contaminación por micotoxinas y que contribuyen a la exposición a micotoxinas son: los cereales, las semillas oleaginosas, frutas, verduras, frutos secos, frutas desecadas, habas de café, habas de cacao y especias. En cuanto a los alimentos procesados, debido a que no se destruyen durante esta etapa, pueden ser fuentes de exposición a micotoxinas los productos a base de cereales (pan, pasta, cereales de desayuno, etc.), las bebidas (vino, café, cacao, cerveza, zumos), los alimentos de origen animal (leche, queso y algunos productos cárnicos), así como productos de alimentación infantil.

Las principales micotoxinas son: Las aflatoxinas B1, B2, G1 y G2, y M1, la ocratoxina-A, fumonisinas B1 y B2; el deoxinivalenol y sus metabolitos (3-acetil-DON/ 15-acetil-DON), la zearaleno-na, las toxinas HT-2 y T-2, el nivalenol y la patulina.

Aflatoxinas. Que son y cuáles son sus tipos



Las aflatoxinas son producidas principalmente por *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus*, los cuales son abundantes en las zonas cálidas y húmedas del planeta. Los hongos que producen aflatoxinas pueden contaminar los cultivos en los campos, durante la cosecha, durante el almacenamiento y el transporte. Las personas pueden exponerse a las aflatoxinas cuando consumen productos de plantas contaminadas o cuando consumen carnes o productos lácteos de animales que comieron alimentos contaminados. Las vías de infección por los hongos del género *Aspergillus* más frecuentes durante el cultivo son los estigmas durante la floración y las zonas dañadas por insectos, pájaros o roedores. Las condiciones principales para que el hongo pueda infectar y producir la toxina son sequía y altas temperaturas (27 a 40°C) durante la polinización y la fase de llenado del grano. Noches cálidas (por encima de 21 °C) también aumentan el riesgo de contaminación por aflatoxinas. En la postcosecha se puede producir contaminación si el grano se mantiene con demasiada humedad y, si el grano ya estuviera infectado, la humedad favorecería el desarrollo del hongo. La producción más alta de toxinas se da en un 18 a 20% de humedad del núcleo del grano y se detiene en torno al 15% de humedad.



Micrografía de una espora de *Aspergillus*, un tipo de hongo que produce la aflatoxina causante de cáncer.

Actualmente se han identificado del orden de 20 tipos de aflatoxinas, de las que 6 son las más frecuentes en los alimentos: B1, B2, G1, G2, M1 y M2. La aflatoxina B1 es la de mayor prevalencia en los alimentos y la más tóxica para los seres humanos. Las aflatoxinas no tienen sabor, color ni olor, son fluorescentes con luz ultravioleta y pueden resistir altas temperaturas. Esta última característica hace que no se inactiven por los tratamientos térmicos a los que se pueden someter los productos alimentarios. Por lo tanto, si están presentes en las materias primas las encontraremos en el producto final sin que se haya visto afectada su toxicidad.

Aflatoxinas. Exposición, límites legales y efectos sobre la salud

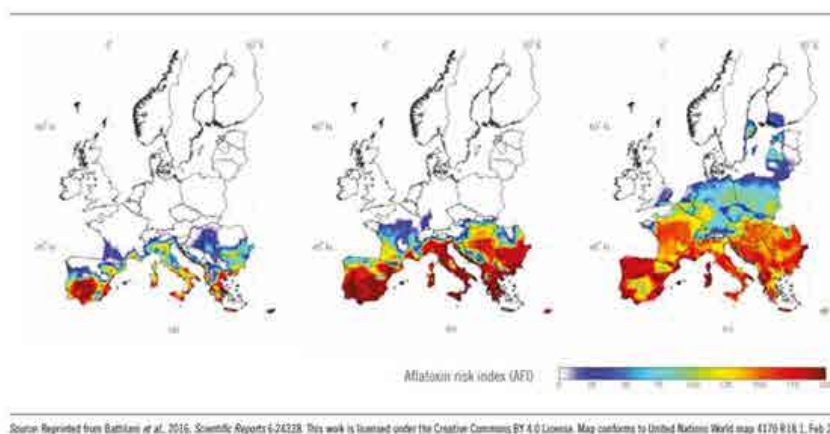
En países desarrollados la exposición media es por lo general menor de 1 ng/kg peso corporal al día, mientras que en algunos países de África sub-sahariana excede los 100 ng/kg p.c./día. Los límites máximos de contenido de aflatoxinas en los alimentos están regulados en la Unión Europea, al igual que el del resto de micotoxinas con límites legales, por el Reglamento (UE) 2023/915 de la Comisión de 25 de abril de 2023 relativo a los límites máximos de determinados contaminantes en los alimentos y por el que se deroga el Reglamento (CE) nº 1881/2006. Estos límites son entre 2 y 12 µg/kg para B1 (excepción hecha de alimentos infantiles para los que el límite es de 0,1 µg/kg), entre 4 y 15 µg/kg para la suma de B1, B2, G1 y G2, y 0,05 µg/kg para M1 en leche (0,025 µg/kg para alimentación infantil).

La intoxicación por aflatoxinas puede ser aguda o crónica. La intoxicación aguda es más rara ya que requiere una exposición a dosis muy altas. La intoxicación crónica es más frecuente (exposición prolongada a dosis bajas), pudiendo causar inmunodepresión (por lo que pueden reducir la resistencia a los agentes infecciosos), así como cáncer de hígado debido a que pueden inducir mutaciones del ADN.

Aflatoxinas y cambio climático

El cambio climático está teniendo como efecto un aumento de la incidencia de aflatoxinas debido a varios factores. De un lado tenemos el efecto del calentamiento global. Tal y como hemos expuesto anteriormente las temperaturas altas (27 a 40°C) favorece el crecimiento de los hongos toxigénicos, así como la producción de toxina. En la siguiente figura podemos ver un mapa de los riesgos de contaminación por aflatoxinas en maíz bajo tres escenarios climáticos (actual, +2°C y +5°C) en Europa

MAPA DE RIESGOS DE CONTAMINACIÓN POR AFLATOXINAS EN MAÍZ BAJO TRES ESCENARIOS CLIMÁTICOS (ACTUAL, +2 °C Y +5 °C) EN EUROPA



Pero no sólo el aumento de temperaturas tiene efecto sobre la producción de micotoxinas, la sequía y otros cambios en las precipitaciones, y el aumento de la concentración en el aire de CO₂ tienen efecto sobre el aumento de la incidencia de la presencia de aflatoxinas en alimentos. También la extensión geográfica de plagas debida al cambio climático tiene este efecto, ya que los insectos pueden transportar esporas de hongos que se introducen en el interior de las plantas cuando estos se alimentan. Además, las plantas estresadas por el daño de plagas están más predispuestas a las infecciones fúngicas.

Aflatoxinas. Mitigación, control y detoxificación

Empecemos con la mitigación o minimización del riesgo. Se trata de prácticas preventivas que reducen o elimina la incidencia de la presencia de aflatoxinas en los cultivos y los productos alimentarios. En cuanto a los tratamientos industriales de las materias primas y los alimentos y piensos, pueden utilizarse los siguientes:

- ✓ **Métodos físicos de eliminación.** Entre ellos podemos destacar la limpieza y separación mediante la eliminación de granos y fracciones más contaminadas, la **molienda húmeda** o la separación de la fracción más contaminada mediante **molienda en seco** como métodos eficaces para reducir la incidencia de aflatoxinas.
- ✓ Aplicación de **Buenas Prácticas Agrícolas** para la prevención y el control de las aflatoxinas en sus cultivos, durante la cosecha y en el almacenamiento en origen.
- ✓ En el **sector ganadero y de alimentación animal el control de proveedores** y contar con sistemas de **trazabilidad** son medidas eficaces de minimización del riesgo.
- ✓ En la industria de **transformación de alimentos** es importante aplicar unas **Buenas Prácticas de Fabricación** de higiene y manipulación durante el envasado, almacenamiento y transporte, así como establecer un **Sistema de Autocontrol (APPCC)** en el que se incluirá el plan de control analítico.
- ✓ El **consumidor** puede jugar también un papel importante en prevención del riesgo, evitando consumir **alimentos con presencia visible de mohos, así como conservando adecuadamente los alimentos y no alargando demasiado su almacenamiento** antes del consumo.

En lo referente al **control analítico** de las materias primas y productos de riesgo debe incluirse en un **plan de control** que a su vez debe haber sido diseñado tras evaluar los peligros para la seguridad alimentaria, identificar los riesgos significativos y establecer los puntos críticos de control (**Sistema de Autocontrol APPCC**). Mediante esta metodología se identifican los puntos de control analítico y la presión o frecuencia de análisis.

En el ámbito de las materias primas cabe hacer mencionar que, dada la baja homogeneidad de las concentraciones de aflatoxina en los productos, las muestras deben estar constituidas por alícuotas que sean representativas del producto en función del volumen del lote y tamaño de partícula de este. A modo de ejemplo las autoridades sanitarias toman volúmenes que suelen oscilar aproximadamente entre 0.5Kg hasta los 30kg. En esos casos, para tratar una cantidad suficiente de muestra el laboratorio deberá contar con medios de molienda (molino) de capacidad suficiente.

En cuanto a métodos analíticos, los más utilizados y de mayor exactitud y precisión son:

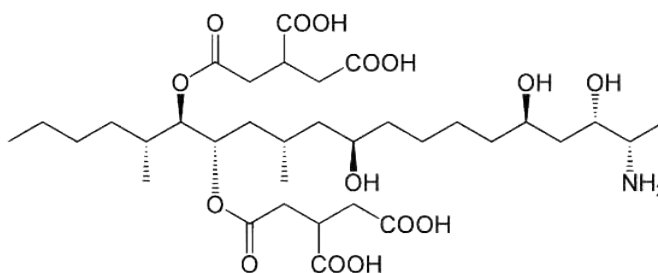
- ✓ La cromatografía líquida con detector de espectrometría de masas (LC-MS/MS).
- ✓ La cromatografía líquida con detector de fluorescencia (LC-FLD).

También se utilizan técnicas inmuno-químicas, aunque estas tienen una fiabilidad sensiblemente más baja.

Las técnicas de detoxificación pueden aplicarse para recuperar los productos destinados a alimentación animal, reduciendo las concentraciones de toxinas. Pueden utilizarse técnicas de adsorción y de degradación química.

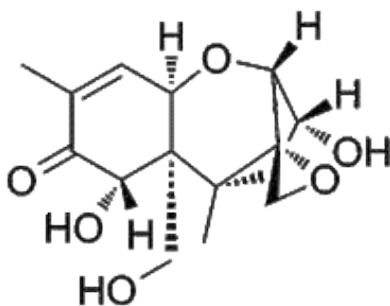
Hemos tratado con mayor nivel de profundidad el caso de las aflatoxinas ya que se trata de las micotoxinas de mayor incidencia. Trataremos de forma más resumida el resto de grupos, que son:

2.Las fumonisinas son micotoxinas producidas por *Fusarium verticillioides* y *F. proliferatum*. Se pueden encontrar como contaminantes naturales en **cereales, principalmente el maíz y**



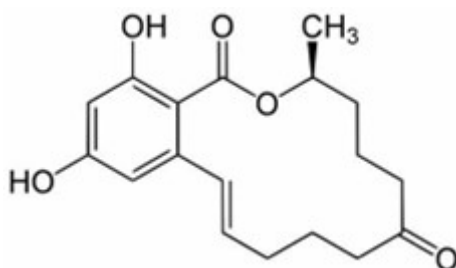
sorgo, así como en otros cereales y productos derivados. Las fumonisinas del grupo B son las más comunes en la naturaleza y la más frecuente del grupo es la B1, aunque también se han detectado las fumonisinas B2, B3 y B4 en los alimentos. Las formas modificadas de las fumonisinas o metabolitos también son relevantes. La evidencia toxicológica de las fumonisinas y de sus formas derivadas es muy limitada. La (IARC) clasifica a las fumonisinas en el grupo 2B, como posiblemente carcinógenas para las personas. El Panel CONTAM de EFSA ha establecido una Ingesta Diaria Tolerable (IDT) de 1 µg/pc/día para las fumonisinas B1, B2, B3 y B4 solas o en combinación. Los métodos de separación, limpieza, procesamiento térmico (incluida la extrusión), molienda, fermentación y tratamientos con álcalis pueden reducir la contaminación de fumonisinas en los cereales.

3.El deoxinivalenol, también conocido como DON o vomitoxina, es uno de alrededor de los 150 compuestos conocidos como tricotecenos,



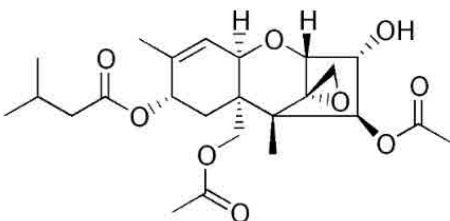
metabolitos que son producidos principalmente deoxinivalenol con mayor frecuencia *Fusarium graminearum* y *Fusarium culmorum*. El DON es una micotoxina relativamente frecuente en cereales como **trigo, cebada, avena, triticale, trigo sarraceno, centeno, maíz, sorgo y, en menor medida, en arroz**. Se ha podido detectar su presencia en los cereales procesados (**pan, bollería fina, cereales de desayuno, pasta**), aunque los niveles de DON son menores que en los granos sin procesar o semiprocesados (harinas). Los efectos agudos en humanos se caracterizan por dolor abdominal, mareo, dolor de cabeza, irritación de garganta, náuseas, vómitos, diarrea y sangre en las heces. Se ha establecido una ingesta diaria tolerable para la suma de DON, 3-Ac-DON, 15-Ac -DON y DON-3-glucósido en 1 µg/ kg de peso corporal/día. Esta micotoxina ha sido clasificado como Grupo 3 por la IARC, por lo que no parece ser cancerígena en animales de experimentación. El deoxinivalenol es muy termoestable, por lo que durante la molienda y la panificación ni se eliminan ni se reducen los niveles de esta micotoxina. No obstante, el uso de tratamientos físicos de descontaminación, como la selección de granos de cereales, los descascarillados y la posterior separación mecánica de la cáscara y el polvo del resto del cereal, reducen significativamente el contenido de deoxinivalenol en los granos.

4. Las **zearalenonas** son micotoxinas producidas por diversas especies de hongos del género *Fusarium*, entre las cuales destacan: *culmorum*,



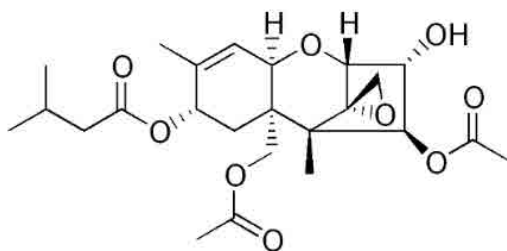
F.graminearum y F. crookwellense. La zearalenonazearalenona se forma principalmente en la post-cosecha de los cereales, mayoritariamente **maíz y trigo**, pero también afecta a **cebada, avena, arroz, sorgo y soja** y su presencia se detecta también en los **productos transformados**. Debido a su actividad estrogénica y a la de sus metabolitos o formas modificadas, niveles plasmáticos altos de zearalenona pueden relacionarse con alteraciones endometriales en las mujeres y con el crecimiento de carcinomas mamarios. La Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC) la clasifica en el grupo 3 (no puede ser clasificada respecto a su carcinogenicidad para el ser humano). El panel de contaminantes de la cadena alimentaria de EFSA estableció una Ingesta Diaria Tolerable (IDT) para la ZEA y sus formas modificadas de 0,25 de µg/kg peso corporal /día. En general, la zearalenona no se ve afectada por la cocción. Solo en condiciones alcalinas o durante cocción por extrusión (calentamiento bajo un alto grado de presión) se ha observado una reducción de más del 40%.

5. La **toxina T-2** es una toxina producida por varios hongos patógenos del género *Fusarium*. Esta micotoxina es casi exclusivamente, una contaminante pre-cosecha para los cereales. **Granos**



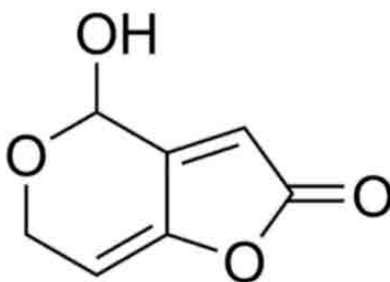
y alimentos a base de cereales, en particular pan, bollería fina, productos de molinenda de cereales y cereales para el desayuno, representan la mayor contribución a la suma de toxinas **T-2 y HT-2** en la exposición a estos tóxicos para los seres humanos. La toxina T-2 podría ser la responsable de la “Aleukia tóxica alimentaria”, enfermedad aparecida ocasionalmente en algunas zonas de Rusia, especialmente en las décadas de 1930 y 1940. No hay recopilado en la bibliografía científica más brotes graves de enfermedad en las personas relacionados con la ingesta de las toxinas T-2 y HT-2. La IARC (1993) evaluó la toxina T-2 y concluyó que existía evidencias limitadas en cuanto a su carcinogenicidad para la especie humana. De forma global, la IARC realizó la evaluación de todas las toxinas derivadas de *Fusarium sporotrichioides* y las clasificó como no carcinogénicas para el ser humano (grupo 3). La Autoridad europea (EFSA) ha establecido un valor de ingesta diaria tolerable (IDT) de 100 ng / kg de peso corporal para la suma de T-2 y HT-2.

6.El **nivalenol** es una micotoxina que pertenece al grupo de los tricotocenos (tipo B), micotoxinas no estrogénicas, producidas principalmente por dos hongos del género *Fusarium*, *F. cerealis*



y *F. poae*. Los alimentos que contribuyen a la exposición de nivalenol son **productos alimenticios a base de cereales (pan, pasta, productos de harina, cereales de desayuno y productos de confitería)**. Según la IARC, el nivalenol no es clasificable en cuanto a su carcinogenicidad y la EFSA concluye que es improbable que el nivalenol sea genotóxico, tan sólo hay evidencia de inmunotoxicidad y hematotoxicidad en animales de experimentación (ratas y ratones). La EFSA ha establecido un nivel de ingesta diaria tolerable (IDT) de 1,2 $\mu\text{g/kg}$ p.c. y según la evaluación de la exposición ha estimado que no representa un problema para la salud pública.

7.La **patulina** es una micotoxina producida por diversas especies de hongos de las que *Penicillium expansum*, es probablemente la especie más



común. La patulina se ha encontrado principalmente, en **productos derivados de la manzana**, especialmente en zumos de manzana (si estos están sin clarificar), purés y compotas si han sido elaborados a partir de manzanas dañados por el hongo. Su consumo en elevada cantidad puede producir pérdida de peso, trastornos intestinales y deterioro de la función renal. A nivel internacional, el Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) estableció una ingesta diaria tolerable máxima provisional (IDTMP) de 0,4 $\mu\text{g/kg}$ p.c./día para la patulina, que fue adoptada en el año 2000 a nivel de la UE por el Comité Científico de Alimentación Humana de la UE (SCF). La patulina se clasifica en el grupo 3 (inclasificable en cuanto a su carcinogenicidad para los humanos) por el IARC.

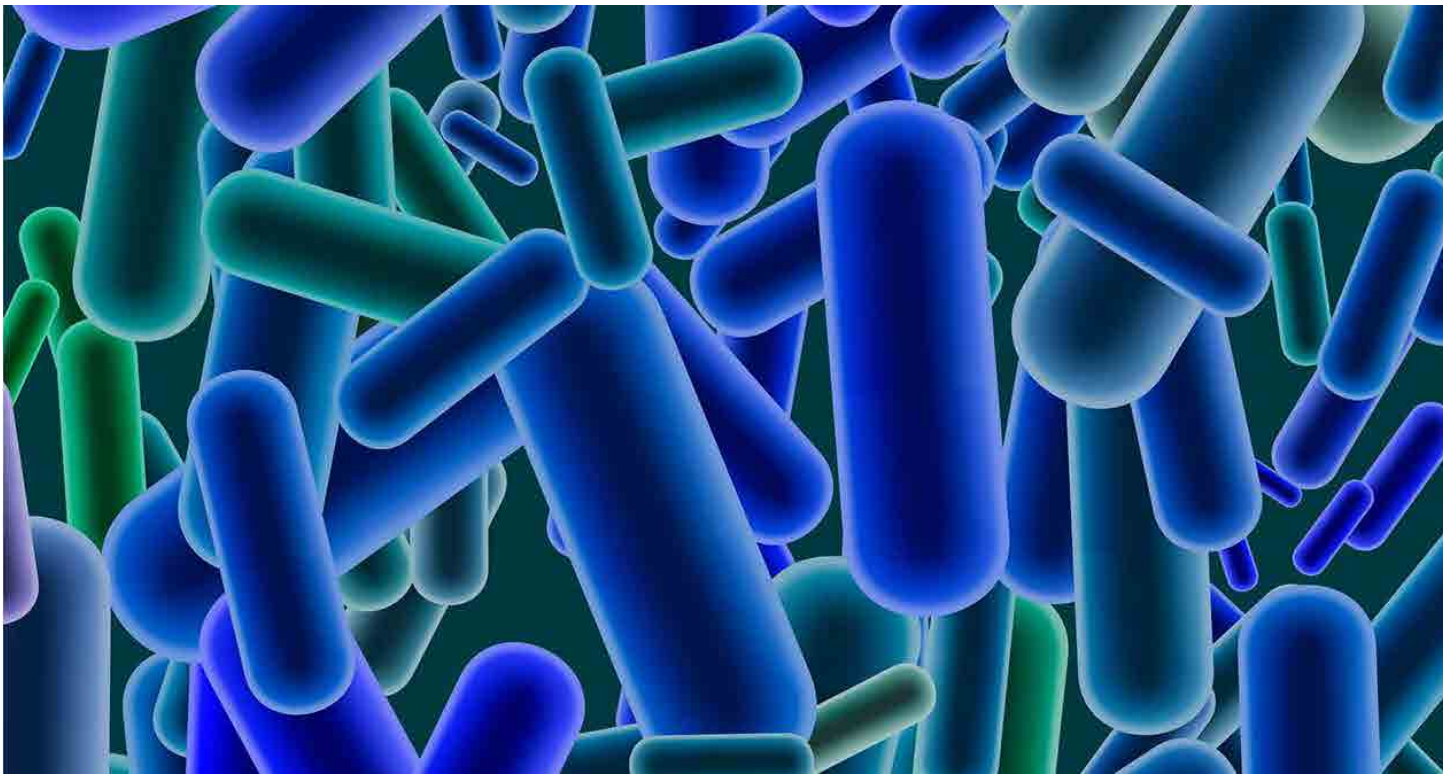
Análisis de micotoxinas

Para contar con las **máximas garantías** en la realización de análisis de micotoxinas y asegurarnos de que los mismos sean **reconocidos por nuestros clientes** ante cualquier conflicto, las **administraciones competentes** en materia de seguridad alimentaria, o desde el **punto de vista judicial**, es aconsejable seguir las siguientes recomendaciones:

- ✓ Siempre que sea posible, recurrir a **laboratorios que tengan las técnicas acreditadas** para las matrices (productos) a ensayar.
- ✓ **Priorizar las técnicas cromatográficas** frente a otras de menos fiabilidad como son los métodos inmuno-químicos, para minimizar la probabilidad de encontrarnos con falsos positivos o negativos, lo que puede tener consecuencias económicas elevadas.
- ✓ **Asegurarse de que la toma de muestra es adecuada (representativa) y que se tratan cantidades suficientes de producto**, para lo que el laboratorio deberá contar con el equipamiento de molienda adecuado para tratar kilogramos de producto (hasta 30 Kg.).

En AINIA contamos con el **equipamiento, los métodos acreditados y la experiencia** para trabajar bajo estas premisas. Además de ello contamos con la designación correspondiente para actuar como laboratorio de control oficial. Por todas estas razones podemos dar las **máximas garantías** en este ámbito de trabajo.





III Desarrollo de Resistencias Antimicrobianas (RAM)

Tal y como los define la Organización Mundial de la Salud (OMS) los antimicrobianos —en particular los antibióticos, los antivíricos, los antifúngicos y los antiparasitarios— son medicamentos que se utilizan para prevenir y tratar infecciones en los seres humanos, los animales y las plantas.

La RAM surge cuando las bacterias, los virus, los hongos y los parásitos cambian a lo largo del tiempo y dejan de responder a los medicamentos, lo que hace más difícil el tratamiento de las infecciones e incrementa el riesgo de propagación de enfermedades, de aparición de formas graves de enfermedades y de muerte.

Como consecuencia de la farmacorresistencia, los antibióticos y otros medicamentos antimicrobianos se vuelven ineficaces, por lo que las infecciones son cada vez más difíciles o imposibles de tratar.

Problemática de las RAM

La aparición y propagación de patógenos farmacorresistentes que han adquirido nuevos mecanismos de resistencia, lo que conduce a la resistencia a los antimicrobianos, siguen comprometiéndola nuestra capacidad para tratar infecciones comunes. Es especialmente alarmante la rápida propagación mundial de bacterias multirresistentes y panresistentes (denominadas también «superbacterias») que provocan infecciones que no pueden tratarse con los medicamentos antimicrobianos al uso, como los antibióticos.

La línea de desarrollo clínico de nuevos antimicrobianos está agotada. En 2019, la OMS determinó que había 32 antibióticos en fase de desarrollo clínico capaces de combatir los patógenos de la lista de patógenos prioritarios de la OMS, de los que solo seis se clasificaron como innovadores. Es más, la falta de acceso a antimicrobianos de calidad sigue siendo un gran problema. La escasez de antibióticos afecta a países de todos los niveles de desarrollo y especialmente a sus sistemas de atención de salud.

A medida que la farmacorresistencia se propaga por todo el mundo, los antibióticos son cada vez más ineficaces, lo que conduce a más infecciones difíciles de tratar y al aumento de la mortalidad. Se necesitan urgentemente nuevos antibacterianos. Ahora bien, si no se cambia la forma en que se utilizan actualmente los antibióticos, esos nuevos antibióticos tendrán el mismo destino que los actuales y se volverán ineficaces.

La resistencia a los antimicrobianos tiene un coste considerable para las economías de los países y sus sistemas de salud, ya que afecta a la productividad de los pacientes o de las personas que los cuidan, al prolongar las estancias hospitalarias y requerir una atención más cara e intensiva.

Sin herramientas eficaces para la prevención y el tratamiento adecuado de las infecciones farmacorresistentes y la mejora del acceso a antimicrobianos nuevos y existentes de calidad asegurada, aumentará el número de personas para quienes el tratamiento está fallando o que morirán a causa de la infección. Será más arriesgado llevar a cabo procedimientos médicos como las intervenciones quirúrgicas, incluidas las cesáreas, la implantación de prótesis de cadera, la quimioterapia contra el cáncer y el trasplante de órganos.

Desarrollo de resistencias antimicrobianas, las causas

La resistencia a los antimicrobianos es un fenómeno que aparece de forma natural con el tiempo, generalmente por modificaciones genéticas. Los organismos resistentes a los antimicrobianos están presentes en las personas, los animales, los alimentos, las plantas y el medio ambiente (agua, suelo y aire). Pueden propagarse de una persona a otra o entre las personas y los animales, en particular a partir de alimentos de origen animal.

Hemos considerado de forma general tres causas principales de aparición de lo RREE tratados. Todas ellas impactan de una u otra manera sobre el desarrollo de resistencias antimicrobianas. Veamos cómo para cada una de ellas:

1. El cambio climático está provocando un desplazamiento geográfico y extensión de algunas patologías animales, lo que desemboca en un mayor uso de antimicrobianos en la producción animal.
2. En el caso de las prácticas relativas a la economía circular, las causas las podemos encontrar en el uso de insectos como biofertilizantes y en el uso de enmiendas orgánicas a base de compost proveniente de residuos de alimentos.
3. En el de hábitos de consumo, aunque no es un tema nuevo ni estrictamente alimentario, la automedicación es una práctica extendida entre la población que aumenta la exposición además de forma inespecífica ya que no existe una prescripción experta ni profesional. Constituye así, un problema de salud pública de primer orden, pero como hemos comentado, está más en el ámbito médico que en el alimentario, aunque los patógenos también pueden convertirse en causa de zoonosis de transmisión alimentaria.

Pero además existen otras causas específicas de alto impacto sobre este fenómeno, como son:

- ✓ El uso abusivo de los antibióticos en tratamientos humanos incluida por supuesto la automedicación.
- ✓ El uso abusivo o falta de control de antibióticos en producción animal destinada a la alimentación.

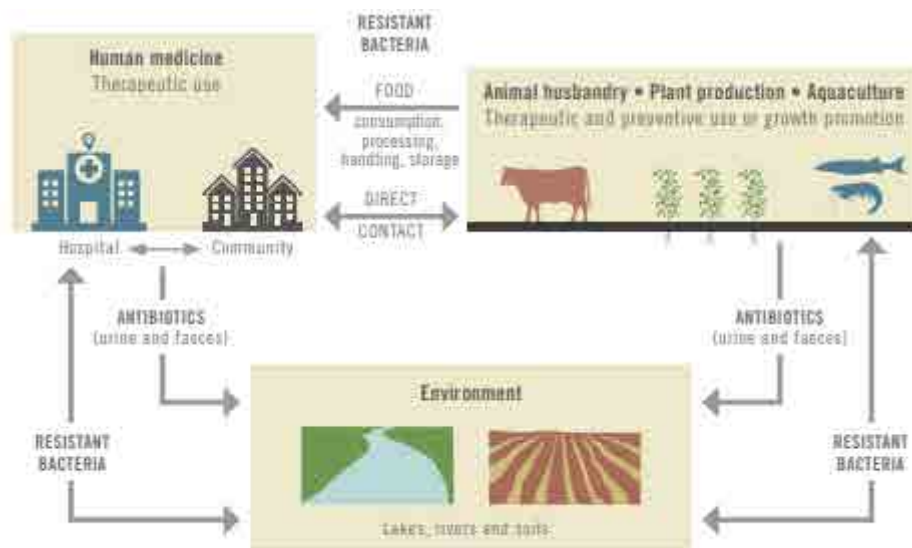
Resistencias antimicrobianas y cadena alimentaria

No se ha determinado hasta qué punto el uso a gran escala de antimicrobianos en la producción vegetal favorece la aparición de RAM en patógenos presentes en alimentos de origen vegetal.

No obstante, las hortalizas frescas son cada vez más reconocidas como vector de patógenos transmitidos por los alimentos. Las plantas pueden transportar bacterias resistentes a los antibióticos procedentes del agua de riego contaminada por materia fecal humana o animal.

El suelo también contiene un gran número de bacterias que albergan genes resistentes a los antimicrobianos. El contacto directo entre las partes comestibles de las plantas y el suelo o la contaminación de estas con partículas del suelo pueden provocar la contaminación de los alimentos con organismos resistentes.

Los productos de origen animal pueden contener bacterias resistentes a los antibióticos debido a la contaminación con materia fecal durante el sacrificio o por el contacto directo entre animales y humanos.



Vías de entrada de las RAM en la cadena alimentaria. Fuente: FAO

Por otro lado, los patógenos transmitidos por los alimentos también pueden sobrevivir a diversas técnicas de procesado o conservación de alimentos, porque las condiciones de estrés pueden desencadenar una serie de mecanismos de adaptación microbiana. Este es otro tipo de desarrollo de resistencias microbianas, si bien no a los tratamientos farmacológicos si a los de inactivación en los procesos productivos.

También el elevado uso de productos con efecto antimicrobiano en los procesos de desinfección de instalaciones en la industria alimentaria o su mala gestión, pueden provocar la aparición de diferentes tipos de resistencias. Nos parece destacable en este sentido el efecto de incremento en la capacidad de formar biofilms de difícil eliminación por los propios tratamientos de limpieza y desinfección.

Otras bacterias que se añaden intencionadamente a los alimentos durante el procesado (cultivos iniciadores, probióticos, etc.) también pueden tener genes de resistencia transferibles.

Por último, los microorganismos no patógenos transmitidos por los alimentos también desempeñan un papel en la transferencia de elementos genéticos móviles de resistencia a los seres humanos.

Prevención y control de las resistencias antimicrobianas

La resistencia a los antimicrobianos es un problema complejo que requiere un enfoque multisectorial unificado. El principio de «Una sola salud» reúne a diferentes sectores y partes interesadas que intervienen en la salud de los seres humanos, los animales acuáticos y terrestres y las plantas, en la producción de alimentos para la población y de piensos, y en el medio ambiente para establecer lazos de comunicación y colaborar en la elaboración y puesta en marcha de programas, políticas, legislación e investigaciones para lograr mejores resultados de salud pública.

No obstante, trataremos aquí exclusivamente las prácticas de prevención y control relativas a la cadena alimentaria y no las del ámbito farmacológico, médico o clínico que quedan lejos del alcance de esta publicación.

Enumeramos a continuación las más importantes:

- ✓ Vigilancia de la calidad del agua de riego. Este vector de entrada puede cobrar especial relevancia en un futuro cercano, ya que la reutilización de aguas residuales constituye una práctica identificada de economía circular.
- ✓ Extremando la higiene de las superficies de productos vegetales que puedan haber estado expuestos a la contaminación por partículas del suelo. Limpieza de los productos en la recolección, lavado y otros tratamientos de descontaminación en postcosecha, tratamientos de inactivación en procesos productivos y prácticas correctas de higiene en la distribución y consumo de alimentos, así como el seguimiento y control microbiológico incluido el analítico de microorganismos patógenos e indicadores.
- ✓ Prácticas de higiene y prevención de la contaminación fecal durante el sacrificio animal, así como con anterioridad a esta. Incluyendo prácticas de manejo de ganado, higiene en instalaciones y equipos, faenado, transporte, etc. Desde el punto de vista de las instalaciones y equipos un factor determinante es el diseño higiénico de los mismos, que evite que se conviertan en vehículo de reinfección de los productos.
- ✓ Adecuación y control de la eficacia de procesos de inactivación microbiana en la industria de productos de origen animal y vegetal. Como se ha expuesto con anterioridad, el estrés microbiano debido a estos tratamientos en el caso de que no sean altamente efectivos puede producir el desarrollo de resistencias a los propios tratamientos.
- ✓ Selección de métodos adecuados de limpieza y desinfección de instalaciones y equipos, que parta además de un diseño higiénico de los mismos. En este sentido, la alternancia entre tipos o productos de tratamiento es una buena práctica de prevención, así como los tratamientos de choque ante contaminaciones recurrentes. Como hemos tratado anteriormente, especial mención tiene la problemática de desarrollo de biofilms. Detectamos esta problemática cuando identificamos contaminaciones recurrentes por microorganismos formadores de estos, que en algunos casos se pueden producir con mayor impacto incluso tras tratamientos específicos de choque debido a la liberación del propio biofilm.

Estrategias como la utilización de detergentes enzimáticos pueden también ser efectivas.

- ✓ Entre los tratamientos novedosos de inactivación microbiana queremos destacar aquí la utilización de fagos (virus patógenos bacterianos) que pensamos que pueden abrir un interesante campo de investigación y aplicación práctica que podría mejorar la situación aquí tratada también en el ámbito industrial y de la cadena alimentaria. Estos tratamientos, no están permitidos en la UE para alimentos aunque si en otros países como EEUU. Como comentamos pueden constituir una estrategia prometedora en la lucha contra las RAM.

REFERENCIAS:

- ✓ James, K., Millington, A. & Randall, N. Food and feed safety vulnerabilities in the circular economy. EFSA Support. Publ. 19, (2022).
- ✓ CLIMATE CHANGE: UNPACKING THE BURDEN ON FOOD SAFETY FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS ROME, 2020. doi:10.4060/ca8185en.
- ✓ Vigilancia de las antibioresistencias. Aesan – Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición
- ✓ Alonso Herreras, M. et al. Primer análisis integrado del consumo de antibióticos y su relación con la aparición de resistencia. Inf. JIACRA España. 1–165 (2018).
- ✓ Resistencia a los antimicrobianos (who.int)



IV Contaminación de suelos por uso de residuos como fertilizantes, un riesgo emergente

Contaminación de suelos por uso de residuos como fertilizantes, un riesgo emergente

Trataremos aquí el peligro de contaminación de suelos o cultivos proveniente del uso de residuos (estiércoles, por ejemplo) como fertilizantes. Aunque se trate de un peligro conocido desde hace muchos años, es previsible un aumento significativo de la exposición debido a la implantación de prácticas para la transición a una economía circular, como ya tratamos en el artículo [Peligros para la seguridad alimentaria en la era de la economía circular, ¿dónde nos encontramos? – AINIA](#).

La Comisión Europea adoptó en 2020 el nuevo plan de acción de la Economía Circular (EC). El objetivo de la transición a la CE (Comisión Europea) es reducir la presión sobre los recursos naturales, permitir un crecimiento sostenible, así como generar empleo.

En 2021, EFSA lanzó un proyecto destinado a identificar posibles riesgos emergentes para la seguridad alimentaria en la mencionada transición a una EC. El objetivo del proyecto es contribuir a que la seguridad de los alimentos y piensos, así como la salud ambiental se tengan en cuenta en fases tempranas de la investigación y las iniciativas políticas asociadas a la transición a la EC. Para ello EFSA encargó a la Universidad Harper Adams un informe científico basado en una amplia revisión bibliográfica con el fin de identificar vulnerabilidades, que pudieran ser generadas por las estrategias y prácticas de la EC, para la seguridad de los alimentos y los piensos, la salud vegetal, animal y humana y el medio ambiente.

El informe final [Food and feed safety vulnerabilities in the circular economy | EFSA \(europa.eu\)](https://www.efsa.europa.eu/en/food-feed-safety-vulnerabilities) tiene entre sus objetivos **identificar los RREE para la salud** vegetal, animal y **humana** y el medio ambiente relacionados con la EC, resultantes de nuevos peligros y nuevas vías de exposición que conducen a una mayor exposición. Y en concreto, **identifica como RREE el peligro aquí tratado.**



El origen, las causas

Las diferentes prácticas de EC identificadas se clasifican en cuatro grandes grupos:

Producción primaria de alimentos y piensos.

- ✓ Reducción del desperdicio de alimentos y piensos en la venta al por mayor, la venta minorista, la restauración y los hogares.
- ✓ Reducción de los residuos de envases.
- ✓ Reducción de residuos industriales, de fabricación y procesamiento.

Podemos encontrar RREE derivados de prácticas de EC en los tres primeros de estos cuatro grupos (al menos uno para cada uno de ellos)

Apuntaremos aquí únicamente los RREE para la salud humana, dejando de lado los que pueden afectar a la vegetal, animal y el medio ambiente relacionados con la EC, resultantes de nuevos peligros y nuevas vías de exposición que conducen a una mayor exposición. No obstante, en determinados casos puede haber aspectos derivados de los segundos con influencia en los primeros. En la siguiente tabla recogemos algunos de los diferentes riesgos identificados a partir de la literatura consultada (literatura científica y gris). El trabajo de base realizado para esta búsqueda incluye un total de más de 50.000 artículos. Esta búsqueda en bruto se fue refinando con diferentes estrategias tanto de revisión humana como de IA (Inteligencia Artificial).

Los riesgos emergentes identificados en el informe hacen un total de 30. De ellos, se relacionan con la temática de este artículo los siguientes 7:

Grupo	Subgrupo	Práctica	Riesgo
1.- Producción primaria de alimentos y piensos	Uso de flujos de residuos orgánicos	1.1.- Uso de lodos de depuradora como enmienda del suelo	Contaminación del suelo con metales pesados y contaminantes emergentes
		Latosińska J, Kowalik R, Gawdzik J, 2021. Risk assessment of soil contamination with heavy metals from municipal sewage sludge. Applied Sciences, 11(2), 548.	
		1.2.- Uso de insectos como biofertilizante	Posible acumulación de genes de resistencia a los antimicrobianos
		Milanović V, Roncolini A, Cardinali F, Garofalo C, Aquilanti L, Riolo P, Ruschioni S, Corsi L, Isidoro N, Zarantonello M and Olivetto I, 2021. Occurrence of Antibiotic Resistance Genes in <i>Hermetia illucens</i> Larvae Fed Coffee Silverskin Enriched with <i>Schizochytrium limacinum</i> or <i>Isochrysis galbana</i> Microalgae. Genes, 12(2), 213.	
		1.3.- Uso de aguas de plantas de tratamiento de aguas residuales para riego	Posible contaminación bacteriana y vírica de cultivos alimentarios
		Truchado P, Garre A, Gil MI, Simón-Andreu PJ, Sánchez G, Allende A, 2020. Monitoring of human enteric virus and coliphages throughout water reuse system of wastewater treatment plants to irrigation endpoint of leafy greens. Science of the Total Environment, 782, 146837.	
		1.4.- Uso de aguas residuales de la industria para el riego	Posible aumento de la salinidad y los metales pesados en el suelo agrícola
		Shammi M, Kashem MA, Rahman MM, Hossain MD, Rahman R, Uddin MK, 2016. Health risk assessment of textile effluent reuses as irrigation water in leafy vegetable <i>Basella alba</i> . International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture, 5, 113-123.	
2.- Reducir el desperdicio de alimentos en distribución, catering y hogares	Recuperación de nutrientes a partir del desperdicio de alimentos	2.1.- Compostaje de residuos alimentarios	Contaminación de alimentos con bacterias patógenas o portadoras de genes de resistencia antimicrobiana.
		Murphy S, Gaffney MT, Fanning S, Burgess CM, 2016. Potential for transfer of <i>Escherichia coli</i> O157:H7, <i>Listeria monocytogenes</i> and <i>Salmonella</i> Senftenberg from contaminated food waste derived compost and anaerobic digestate liquid to lettuce plants. Food Microbiology, 59, 7-13.	
3.- Reducción de residuos de envases de alimentos y piensos	Desarrollo y reciclaje de materiales de base biológica	Liao H, Friman VP, Geisen S, Zhao Q, Cui P, Lu X, Chen Z, Yu Z, Zhou S, 2019. Horizontal gene transfer and shifts in linked bacterial community composition are associated with maintenance of antibiotic resistance genes during food waste composting. Science of the Total Environment, 660, 841-850.	Transferencia masiva de nanocompuestos al medio y potencial toxicidad
		3.1.- Compostaje de envases de alimentos a base de nanocomposites.	
		Xia Y, Rubino M, Auras R, 2019. Interaction of nanoclay-reinforced packaging nanocomposites with food simulants and compost environments. Advances in Food Nutrition Research, 88, 275-298.	

Vemos que en todos estos casos pueden aparecer efectos sobre la salud humana, constituyendo el alimento un vector directo o puente entre el suelo y la exposición oral.

Caracterización y posibles enfoques para la mitigación del riesgo

La caracterización realizada en el mencionado informe consiste en la colección de literatura relacionada para cada riesgo emergente identificado en cada una de las prácticas de EC recogidas. Para consultar esta literatura pueden encontrarse las referencias al pie del artículo. Pasamos a desarrollar brevemente cada uno de estos RREE.

1.1- Contaminación del suelo con metales pesados o contaminantes emergentes debida al uso de lodos de depuradora como enmienda del suelo.

Los lodos de depuradora son un subproducto de los procesos realizados durante el tratamiento de aguas residuales. Uno de sus destinos es su uso en la agricultura como fertilizante o enmienda orgánica. El criterio principal para evaluar su aptitud para tal uso es el contenido de metales pesados. Sin embargo, se ha podido constatar que este criterio puede no resultar lo robusto que se había pensado hasta ahora, ya que la toxicidad de los metales depende en gran medida de su movilidad. El análisis de movilidad es de alta relevancia a la hora de evaluar la posibilidad de uso natural de los lodos, factor que no está reflejado en la normativa legal que limita este uso.

Además de la necesidad de mejorar la mencionada normativa, estamos ante un ejemplo que pone de relevancia la importancia de avanzar en conocimiento científico y técnico que permita mejorar y tener mejores bases para realizar la evaluación de este tipo de peligros. En concreto en este caso observamos que un avance en el campo de la toxicología puede resultar en una mejora en dicha evaluación, pero estas necesidades no se ciñen exclusivamente al campo de la toxicología, también de la microbiología, la nanociencia, la edafología, etc.

1.2.- Posible acumulación de genes de resistencia a los antimicrobianos debida al uso de insectos como biofertilizante.

Las larvas de insectos figuran entre las soluciones más prometedoras en el ámbito de la economía circular para su uso como ingredientes de alimentos, piensos o como biofertilizantes debido a su capacidad para convertir residuos orgánicos de corrientes secundarias en biomasa aprovechable para estos fines. Para cualquiera de estos usos, debe garantizarse la ausencia de bacterias resistentes a los antibióticos y de sus genes de resistencia a los antibióticos (RA), que podrían transferirse horizontalmente a patógenos animales o humanos a través de la cadena alimentaria. Se ha encontrado que las muestras de excrementos de este tipo de larvas se caracterizan por una acumulación significativa de genes RA. Este último hallazgo indica posibles problemas de seguridad en la reutilización de los excrementos en la agricultura. Deberá por tanto en todos los casos hacerse un seguimiento analítico que permita evaluar la seguridad de forma continua. También deberá adaptarse la legislación vigente a esta nueva realidad.

1.3.- Posible contaminación bacteriana y vírica de cultivos alimentarios derivada del uso de aguas provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales para riego

Una solución a la actual escasez de agua es la reutilización de las aguas residuales depuradas. Los sistemas de reutilización del agua deben examinarse en su conjunto, incluida la eficacia de los tratamientos de regeneración del agua y las fases de funcionamiento desde la entrada de las aguas residuales en la EDAR hasta el punto final de riego, incluido el cultivo regado. Recientes estudios indican que la prevalencia del virus de la hepatitis A (VHA) y norovirus en las muestras de este tipo de aguas es muy baja, y en su mayor parte relacionada con aguas residuales sin tratar, mientras que en las muestras de verduras no se suelen encontrar resultados positivos. También se ha encontrado que los tratamientos de regeneración reducen significativamente la prevalencia y los recuentos de norovirus GI y GII y de colifagos en el agua regenerada. No obstante estos resultados prometedores, resulta imprescindible mantener la vigilancia y el control analítico de forma rutinaria de manera que no aparezcan desviaciones.

1.4.- Posible aumento de la salinidad y el contenido en metales pesados en el suelo agrícola debido al uso de aguas residuales de la industria para el riego.

Se han realizado estudios con el fin de evaluar el riesgo para la salud de la reutilización de aguas residuales (de la industria textil, por ejemplo) como agua de riego. Se ha podido observar que a lo largo de muchas temporadas de riego con aguas residuales, el nivel de salinidad y los metales pesados pueden acumularse en las tierras de cultivo y su consumo a largo plazo puede suponer un riesgo crónico para la salud. También en este caso se impone la vigilancia y el control analítico tanto de las aguas como de los suelos, así como la adecuación legislativa en su caso.



2.1.- Contaminación de alimentos con bacterias patógenas o portadoras de genes de resistencia antimicrobiana en compost procedente de residuos alimentarios.

El deseable desvío de los residuos alimentarios de vertedero a otros más sostenibles, como el compostaje o la digestión anaerobia, ha provocado un aumento de los productos disponibles como enmienda del suelo que se comercializan actualmente. Con ello, el uso de estos productos en la producción de cultivos está aumentando en todo el mundo. Estudios recientes sobre el potencial de diferentes patógenos de importancia para la salud pública, tales como *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* Senftenberg o *Listeria monocytogenes*, para contaminar plantas para las que se han utilizado medios de cultivo enmendados con compost contaminado derivado de residuos alimentarios y líquido de digestión anaeróbica, arrojan como resultados que es posible que se presente este tipo de contaminación. Estos hallazgos permiten una mejor evaluación del riesgo del uso de estos productos en un entorno hortícola.

Se han utilizado enfoques similares para evaluar la posibilidad de que genes de resistencia a los antibióticos (GRA) presentes en los residuos alimentarios puedan permanecer en el compost. Los resultados de estos estudios sugieren que el compost obtenido a partir de residuos alimentarios sigue siendo un reservorio de GRA. Aunque las altas temperaturas de compostaje reducen la abundancia y diversidad de los taxones bacterianos inicialmente asociados a ARG, las abundancias de ARG se pueden mantener en otros taxones bacterianos asociados. Esto se debe probablemente a la transferencia horizontal de genes y a las propiedades fisicoquímicas del compostaje. En conjunto, los resultados de estos estudios sugieren que el compostaje tradicional no es eficaz para eliminar los ARG de los residuos sólidos urbanos. Por lo tanto, se necesitan estrategias de compostaje más efectivas para minimizar la liberación de ARGs de los residuos alimentarios compostados en entornos agrícolas.

También en estos casos se pone de manifiesto la necesidad de profundizar en la investigación de este tipo de fenómenos que haga que los procesos sean más seguros, así como establecer medios de control, principalmente analítico, para prevenir efectos indeseables sobre la salud humana.

3.1.- Transferencia masiva de nanocompuestos al medio y potencial toxicidad por la incorporación de envases de alimentos a base de nanocomposites para la producción de compost.

La producción de nanomateriales artificiales ha aumentado exponencialmente en las últimas décadas. Estos nuevos materiales se producen a partir de las conocidas como nanopartículas de ingeniería, y que como es el caso de las nanoarcillas, se han aplicado a las industrias alimentaria, agrícola, farmacéutica y automovilística. De especial interés son sus aplicaciones en nanocomposites de envasado para alimentos, pues confieren características mejoradas respecto a otros materiales de envasado a la vez que reducen la cantidad de polímero necesaria. Sin embargo, la transformación de estas partículas utilizadas en la producción de nanocompuestos, su destino y su toxicidad siguen siendo desconocidos cuando están en contacto con el alimento o tras su uso. Al igual que en el apartado anterior, se necesita avanzar en este conocimiento con el fin de mitigar los posibles efectos negativos sobre la salud del consumidor final.

Conclusiones

Podemos resumir las conclusiones en:

- ✓ Se requiere generar conocimiento para poder hacer más completas las evaluaciones de estos riesgos, y poder evaluar adecuadamente su peligrosidad y probabilidad de ocurrencia. Además, dado el decidido impulso que se está dando desde la Comisión Europea a la transición hacia una economía circular, la investigación en este campo requiere de ser acelerada, y para ello deberá contar con los recursos públicos y privados necesarios.
- ✓ Se deberá también identificar medidas preventivas de mitigación del riesgo. En especial incluir estos nuevos riesgos dentro de los planes de control tanto oficial como en los autocontroles de las empresas afectadas. Para ello es esencial el desarrollo del punto anterior.
- ✓ Se deberá también divulgar a los diferentes agentes alimentarios, tanto del sector privado como público, las prácticas preventivas con el fin de que puedan contribuir a su puesta en marcha en los casos que corresponda.
- ✓ Se hace asimismo necesario identificar planes de acción para mitigar el riesgo en caso de crisis para aquellos peligros más probables.
- ✓ El desarrollo legislativo debe también limitar la probabilidad de ocurrencia, al menos de los riesgos que se consideren significativos.
- ✓ Las diferentes acciones deberán estar coordinadas entre las diferentes administraciones, europea, nacionales, locales..., así como con los agentes privados implicados.
- ✓ Para los centros de investigación supone también un reto la generación de conocimiento que permita avanzar en este campo.
- ✓ Desde el punto de vista de la industria alimentaria es importante estar informados sobre la aparición de este tipo de RREE en el horizonte, su prevención y como atajar posibles crisis alimentarias con ellos relacionadas. Este escenario no es del todo nuevo, pero en un entorno cambiante pueden acelerarse las situaciones de riesgo. Prepararse es importante, especialmente adaptar las medidas preventivas y los planes de control a esta nueva realidad.
- ✓ Por último, también para los laboratorios constituye un reto la puesta a punto de nuevos métodos o la adaptación de estos a nuevas matrices que van a hacer falta para dar cobertura a los planes de control derivados de la aparición de los RREE que hemos estado tratando.



V Presencia de microplásticos (MP) en alimentos. Más allá de ser un potencia riesgo emergente, un gran desconocido

Los plásticos son una amplia familia de polímeros (largas cadenas de moléculas repetitivas) sintéticos o semisintéticos derivados de recursos fósiles (carbón, gas natural, petróleo crudo) y de productos orgánicos, que incluyen celulosa, sal y compuestos renovables (maíz, patata, remolacha, almidón, algas, etc.). Estas cadenas están formadas por unidades llamadas monómeros, que se unen mediante enlaces químicos para formar una estructura sólida y flexible.

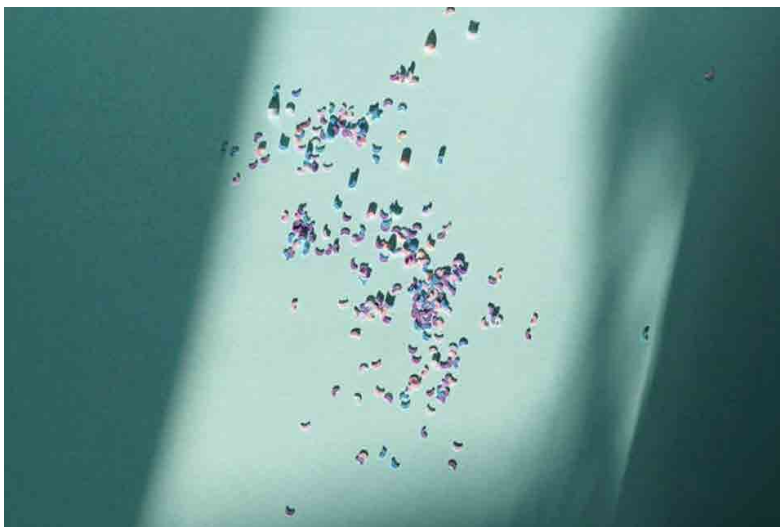
Entre sus características físicas, destaca el hecho de que se moldean con facilidad. Y este proceso puede aportarles alta resistencia, durabilidad, aislamiento (a los gases, al agua, así como eléctrico) y flexibilidad.

Existen diferentes **materiales plásticos**, destacan por su gran difusión el polietileno, el polipropileno, el PVC (policloruro de vinilo), el poliestireno, etc... Cada tipo de plástico tiene características específicas que determinan su uso y propiedades físicas, como su resistencia al calor, a los productos químicos o a la radiación ultravioleta. Son además, materiales en general muy asequibles, lo que ha provocado su uso para una gran variedad de utilidades, desplazando a los materiales tradicionales.

Los plásticos se pueden producir en diferentes tamaños según sus aplicaciones:

- ✓ Macroplásticos: se forman a partir de la fusión y el moldeo de granza de resina de producción o de la manipulación de fibras. Su tamaño es superior a 5 milímetros.
- ✓ Microplásticos: son una mezcla heterogénea de materiales de formas diferentes (fragmentos, fibras, esferas, gránulos, escamas, etc.) cuyo tamaño que varía entre 0,1 micrómetros (μm) y 5 mm.

- ✓ Nanoplásticos: son materiales plásticos que tienen estructura interna o estructura de superficie en la nanoescala, es decir, su tamaño oscila entre 1 y 100 nanómetros, o lo que es lo mismo, entre 0,001 y 0,1 μm .



El origen, las causas

Los micro y nanoplásticos se pueden fabricar dentro de este rango de tamaño (micro y nanoplásticos primarios) o pueden ser resultado de la degradación y fragmentación de artículos de plástico más grandes (micro y nanoplásticos secundarios).

En la fabricación de los plásticos se utilizan monómeros, como el estireno, el etileno y el propileno, que se pueden mezclar con diferentes aditivos para mejorar su rendimiento, como plastificantes, antioxidantes, retardantes de llama, estabilizadores ultravioleta, lubricantes y colorantes. En resumen, nos encontramos frente a materiales muy complejos, en los que se enlazan, combinan e interactúan un gran número de moléculas de muy diferente naturaleza. Todo ello dificulta enormemente su estudio, especialmente desde el punto de vista de caracterización, así como de toxicología o efectos adversos sobre la salud humana, como veremos en apartados posteriores.

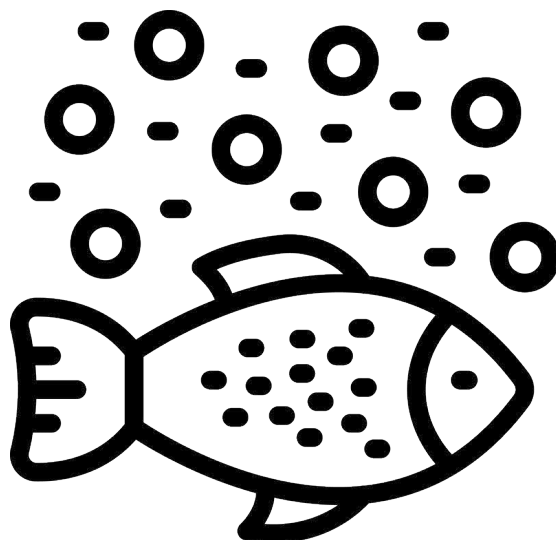
La contaminación ambiental procedente de los plásticos en cualquiera de sus formas, proviene especialmente de la gestión inadecuada de los residuos plásticos, que ha llevado a una mayor contaminación de los ambientes acuáticos, principal aunque no exclusivamente.

Los microplásticos pueden incorporarse a la cadena trófica mediante la ingestión directa, como los animales marinos que han ingerido microplásticos en suspensión, o mediante transferencia trófica, es decir, la ingesta de otros animales que contienen a su vez microplásticos.

También pueden estar presentes en los alimentos por deposición en su superficie, como en el caso de las microfibras que forman parte del polvo atmosférico que se deposita sobre los alimentos a lo largo de toda la cadena, desde la producción primaria al consumo.

Los peces pueden mostrar altas concentraciones de microplásticos, pero estos se encuentran mayoritariamente alojados en el estómago e intestinos (partes del pez que generalmente se desechan) por lo que los consumidores no están directamente expuestos a ellos. Por el contrario, los crustáceos y moluscos bivalvos como las ostras y los mejillones, al ser ingeridos en su totalidad, la exposición de la población a estos compuestos puede ser más elevada. Además estas especies marinas se alimentan mediante la filtración del agua marina, por lo que actúan como auténticos concentradores de estas partículas. Pueden encontrarse también microplásticos en las harinas de pescado, utilizadas para la alimentación animal, por lo que estas partículas pueden aparecer en alimentos no marinos. Finalmente, se han reportado microplásticos, aunque en mucha menor cantidad, en miel, cerveza y sal de mesa.

Para el caso de nanoplásticos, no existen datos sobre el contenido de estos compuestos en alimentos, por lo que no se ha podido cuantificar la exposición de la población a estas partículas.



Efectos sobre la salud

La exposición a los microplásticos y nanoplásticos tiene múltiples vías como la inhalación, la ingestión o la vía tópica. Las vías por las que estas partículas pueden incidir en nuestra salud son debidas a los efectos asociados a:

- ✓ Efectos físicos de las partículas en sí mismas
- ✓ Efectos tóxicos de los componentes químicos que puedan migrar desde las partículas
- ✓ Por contaminantes ambientales transportados por las partículas
- ✓ Por la contaminación microbiana de las partículas

Según expuso la EFSA, en su informe sobre presencia de micro y nanoplásticos en los alimentos, particularmente en productos de la pesca (EFSA, 2016), no se puede realizar una evaluación completa del riesgo, ya que no hay datos suficientes sobre la presencia de esas sustancias en alimentos, sobre su destino una vez llegan al tracto gastrointestinal y sobre su toxicidad. No obstante, se presume que las nanopartículas de ingeniería de diferentes tipos de nanomateriales pueden penetrar en todo tipo de tejidos y eventualmente terminar en las células humanas, lo que podría tener consecuencias para la salud humana.

Como comentábamos en la introducción, un problema añadido desde el punto de vista de su toxicidad es que pueden contener hasta un promedio de un 4% de aditivos y además pueden adsorber (fijar en su superficie) ciertos contaminantes. Los principales aditivos plásticos y contaminantes adsorbidos para los que se cuenta con información incluyen ftalatos, Bisfenol A (BPA), difenil éteres polibromados, Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP) y bifenilos policlorados (PCB). La información sobre metales es escasa y no existen datos sobre otros contaminantes químicos. En este sentido, la EFSA ha estimado que una porción de mejillones (225 g) podría contener hasta 7 µg de microplásticos, y que, en el hipotético caso de que esta cantidad de microplásticos contenga altas concentraciones de PCBs o de BPA, estas ingestas contribuirían de forma muy reducida a la exposición general a estas dos sustancias (en el peor de los casos, contribuiría en menos del 0,01% para PCBs y en menos del 2% para BPA). Basándonos en estos datos, parece que la exposición por esta vía a aditivos utilizados en la fabricación de plásticos no es relevante. No obstante, se sabe todavía poco en este sentido.



Caracterización y posibles enfoques para la mitigación del riesgo

Desde el punto de vista de la **caracterización**, la problemática estriba principalmente en la falta de metodologías adecuadas y estandarizadas para su clasificación y cuantificación. Esta problemática deriva en gran medida de la heterogeneidad de las partículas que podemos encontrarnos en la mayoría de estas muestras.

Dentro de la disparidad de métodos de detección y cuantificación existentes, FT-IR y Raman son los más ampliamente utilizados y donde más bibliografía encontramos. Ambos métodos se complementan, ofreciendo ventajas donde el otro presenta limitaciones. En general, el análisis de muestra medioambientales requiere de métodos y técnicas que sean rápidas, económicas, ampliamente disponibles en la mayoría de laboratorios y que permitan procesar grandes cantidades de muestras.

En cuanto a recomendaciones para la mitigación del riesgo, estas son muy genéricas y dependen en gran parte de medidas de tipo político, aunque deben estar basadas siempre en la evidencia científica que es, por otro lado escasa. Aun así, destacamos:

- ✓ Se debe hacer un importante esfuerzo investigador que sirva de base para una adecuada evaluación del riesgo, que permita crear un marco legislativo adecuado y establecer políticas a múltiples niveles. Estas políticas deberán tener alcance global puesto que la problemática es ubicua.
- ✓ Desde el punto de vista de mejorar el conocimiento de la contaminación ambiental, es necesario también establecer especies que sirvan de indicadores para la determinación de las cantidades de MP presentes en cada zona estudiada.
- ✓ Se debe avanzar en la estandarización de los métodos de caracterización, análisis y medición, No obstante partimos de una gran variedad de métodos de muestreo, identificación, detección y cuantificación no estandarizados. Es difícil poder encontrar un único protocolo ya que normalmente este debe adaptarse a las características de la muestra, las cuáles son muy variadas en su naturaleza y procedencia. Además, la disparidad en la forma de reportar los resultados dificulta su comparación entre los diferentes estudios realizados. Esto es un problema añadido a la hora de establecer límites o regulaciones y de poder aplicar las medidas correctivas o preventivas necesarias.

- ✓ Las campañas para informar a la ciudadanía y las iniciativas que supongan incentivos a la hora no solo de reciclar, sino especialmente de reducir el consumo de plásticos, podrían empezar a mejorar el problema. No obstante hay que hacer un adecuado balance riesgo beneficio respecto a la utilización del plástico en el empaque alimentario, teniendo en cuenta de un lado el riesgo ambiental y sobre la salud humana, pero también el beneficio desde el punto de vista de la conservación de los alimentos. En ese sentido, los plásticos son la base de soluciones de muy buenas características desde el punto de vista de la durabilidad y la seguridad alimentaria de los productos.

En definitiva, como conclusión final, y desde nuestro punto de vista, la mejora del conocimiento científico del fenómeno y de sus derivadas, así como la armonización de los métodos de muestreo, identificación, detección y cuantificación, son pilares básicos para poder avanzar en la mitigación y el control de este fenómeno.

REFERENCIAS:

- ✓ ELIKA Seguridad Alimentaria | Micro y Nanoplásticos – ELIKA Seguridad Alimentaria.
- ✓ REGLAMENTO (UE) Nº10/2011 DE LA COMISIÓN, de 14 de enero de 2011, sobre materiales y objetos plásticos destinados a entrar en contacto con alimentos.
- ✓ Microplastics Research | US EPA. <https://www.epa.gov/water-research/microplastics-research>.
- ✓ Presence of microplastics and nanoplastics in food, with particular focus on seafood. EFSA J. 14, (2016).
- ✓ Lusher, A., Hollman, P. & Mendoza-Hill, J. Microplastics in fisheries and aquaculture: status of knowledge on their occurrence and implications for aquatic organisms and food safety. (2017).
- ✓ REGLAMENTO (UE) Nº10/2011 DE LA COMISIÓN, de 14 de enero de 2011, sobre materiales y objetos plásticos destinados a entrar en contacto con alimentos.
- ✓ El, E. N. et al. UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA MÁSTER UNIVERSITARIO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA QUÍMICA. (2019).



VI Alcaloides tropánicos y pirrolidínicos en alimentos

Recientemente veíamos en la prensa, medios digitales y televisivos, y seguimos viendo, titulares del tipo “Ordenan la retirada de unas galletas de chocolate contaminadas con burundanga”. Empezaremos intentando esclarecer el suceso y sus posibles implicaciones, para después tratar este riesgo con el enfoque técnico propio del resto del documento.

La alerta y la alarma, causas e implicaciones

Para entender en profundidad el suceso y su alcance, resulta necesario en primer lugar diferenciar los conceptos de alerta y alarma provocadas por el episodio. Con la primera nos referiremos a la alerta de seguridad alimentaria lanzada desde **ACSA** (Agencia Catalana de Seguretat Alimentaria), **AESAN** (Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición) y **EFSA** (European Food Safety Agency) a través del **RASFF** (Rapid Alert System for Food and Feed). Con la segunda nos referimos a la alarma social generada a continuación y en la que los medios escritos y digitales han tenido sin duda un gran protagonismo.

La **alerta sanitaria está absolutamente justificada** aún en ausencia de afectados. La presencia de sustancias, como la atropina y la escopolamina (común y tristemente conocida como burundanga) es sin duda indeseable en productos alimentarios. Además los niveles encontrados aún en ausencia de legislación específica para la materia prima afectada, semillas o **harina de teff** supera los límites legislados para otros productos de características y usos similares, por asimilación se sitúan tal y como aparece en las notificaciones del RASFF en 5ppm.

La alarma social, a pesar de la retirada del producto (galletas sin gluten) del mercado y la comunicación a la población de que no deben ser consumidas las que puedan estar ya en manos del consumidor, es absolutamente injustificada y basada en una mala información o desinformación por parte de los medios. Y decimos esto por:

- ✓ Aunque los niveles detectados son superiores a los razonables, **habría que consumir kilos del producto en un corto periodo de tiempo para que se produjeran efectos adversos**. Para ingerir una dosis similar a la que se utiliza en los casos delictivos de sumisión química, es decir para cometer robos o abusos por parte a sujetos que la han consumido involuntariamente, habría que ingerir cerca de cincuenta paquetes de 150 gr, de las mencionadas galletas. Este dato lo basamos en estimación propia, aunque no disponemos de información de los niveles exactos encontrados en las galletas hemos asumido los niveles más altos comunicados a través del RASFF para la materia prima.
- ✓ **El tratamiento mediático ha sido absolutamente exagerado e inapropiado**, evitando mencionar en los titulares que la contaminación ha sido involuntaria, que no ha habido afectados, y situando en la misma página información o enlaces a artículos del tipo “Sumisión química: ¿qué drogas se usan? ¿cuál es su efecto?” que pueden inducir a que se asocie la noticia con el uso delictivo de la sustancia.
- ✓ **Fue el propio fabricante de las galletas quien detectó las sustancias nocivas** en un control del proceso de fabricación, el producto afectado se retiró del mercado con inmediatez y la gestión de la alerta ha sido rápida y efectiva.

A pesar de la alarma que ha producido la presencia de estas sustancias en un producto de alimentación cabe destacar que existe una explicación relativamente sencilla a este suceso. La contaminación, involuntaria, se produce en el cultivo y siega para producir harina de teff, por la recogida conjunta de especies silvestres (malas hierbas) que contienen de forma natural estas sustancias. Evidentemente, este fenómeno no es deseable, y se deben utilizar prácticas agrícolas y realizar controles analíticos que minimicen, si no eviten este fenómeno involuntario. Pero no tiene sentido dar a entender otro origen del mismo.



AESAN RASFF

El comunicado de AESAN indicaba “La Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición ha tenido conocimiento a través del Sistema Coordinado de Intercambio Rápido de Información (SCIRI), de una notificación de alerta trasladada por las autoridades sanitarias de Cataluña relativa a la presencia de atropina y escopolamina en galletas con pepitas de chocolate sin gluten. La información que aquí se incluye es resultante del autocontrol de la propia empresa, que ha comunicado la incidencia a las autoridades competentes, en cumplimiento de la legislación y a fin de no poner a disposición de la población alimentos no seguros”. Después, tras dar los datos específicos de esta alerta, incluso adjuntando imágenes del producto para facilitar su identificación, podíamos leer “Según la información disponible, la distribución se ha producido en todo el territorio nacional. Esta información ha sido trasladada a las autoridades competentes de las comunidades autónomas a través del Sistema Coordinado de Intercambio Rápido de Información (SCIRI), con el objeto de que se verifique la retirada de los productos afectados de los canales de comercialización. Se recomienda a las personas que tengan en su domicilio productos afectados por esta alerta que se abstengan de consumirlos”.

Teniendo en cuenta que la notificación y retirada se realizaron en tiempo y forma, podemos concluir que la misma se ha realizado de forma apropiada.



En cuanto a las comunicaciones a través del RASFF, podemos observar que **el número de notificaciones ha aumentado** de forma alarmante (ahora si que estaría bien utilizado el término), desde el punto de vista de la prevención, en el año en curso, y más teniendo en cuenta que casi falta más de un tercio de año. Si ya hemos identificado este riesgo como emergente (desde nuestro servicio a empresas de identificación de riesgos emergentes lo hicimos ya en 2015, es decir con 8 años de antelación a los actuales sucesos), la situación actual lo sitúa como una alerta temprana, sobre la que hay que actuar desde la administración y las empresas de forma urgente.

Tratada ya la actualidad, y habiéndonos permitido realizar una aproximación valorativa de la situación, pasamos a explicar que son los alcaloides tropánicos, a los que pertenecen la atropina y escopolamina, sustancias involucradas en el incidente, efectos adversos, etc. como en el resto de los artículos de la serie. También trataremos los alcaloides pirrolizidínicos incluidos de la misma forma dentro los contaminantes naturales.

Alcaloides tropánicos y pirrolizidínicos



Los **alcaloides tropánicos** son metabolitos secundarios que se producen naturalmente en las plantas de varias familias, especialmente del **género Datura**. Las semillas de *Datura stramonium* no pueden eliminarse con facilidad del sorgo, el mijo y el alforfón mediante selección y limpieza, por lo que estos tres cereales y sus productos derivados, así como los alimentos elaborados a base de cereales que los contienen, pueden presentar contaminación por alcaloides tropánicos. El **Reglamento (UE) 2021/1408** ha actualizado las limitaciones en cuanto al contenido máximo de alcaloides tropánicos en alimentos.

Los **alcaloides de la pirrolizidina** (PAs) son **toxinas naturales**, producto del metabolismo secundario de las plantas que los producen como mecanismo de defensa frente a herbívoros. Se han encontrado contenidos de PAs variables desde un nivel traza hasta un 19% del peso en seco de la planta. El contenido máximo permitido en los productos alimenticios con niveles significativos de alcaloides pirrolizidínicos se ha plasmado en el **Reglamento (UE) 2020/2040**.

Así pues, la legislación europea regula la presencia de estas sustancias en los alimentos, por lo que su control se hace imprescindible para garantizar el cumplimiento legal y la seguridad alimentaria de los productos que pudieran contenerlos. Por ello en AINIA hemos incorporado estos análisis a la **cartera de análisis acreditados**.

¿Qué productos se ven afectados por la nueva regulación?

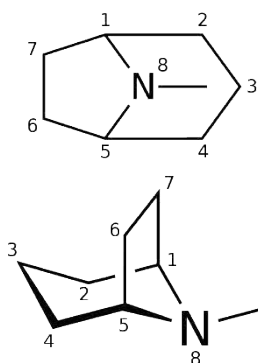
Para los de la atropina o tropánicos:

- ✓ **Mijo y sorgo** no transformados
- ✓ **Maíz** no transformado
- ✓ **Alforfón** no transformado
- ✓ **Maíz reventón, mijo, sorgo y maíz** comercializados para el consumidor final
- ✓ Productos de la molienda del **mijo, del sorgo y del maíz**
- ✓ **Alforfón** comercializado para el consumidor final. Productos de la molienda del alforfón
- ✓ **Infusiones de hierbas** (producto desecado)
- ✓ Infusiones **de semillas de anís** (producto desecado)
- ✓ **Infusiones de plantas** (líquidas)

Para el caso de los alcaloides pirrolizidínicos, los productos afectados son:

- ✓ **Tés e infusiones** de hierbas
- ✓ Complementos alimenticios que contengan **ingredientes de hierbas**. Incluidos el **polen** y complementos a base de polen. En la **miel** como residuo.
- ✓ **Borraja**. Seca, fresca o congelada.
- ✓ **Hierbas secas y especias**. Especialmente el comino

Saber más sobre los alcaloides tropánicos



Los alcaloides derivados del tropano son un grupo de 200 compuestos, únicamente la atropina y la escopolamina tienen importancia como contaminantes alimentarios, provocando efectos agudos conocidos como síndrome tóxico anticolinérgico.

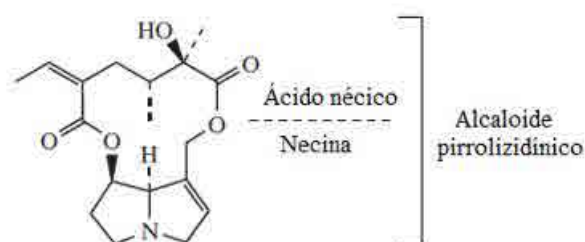
En este caso se ha considerado el informe científico de EFSA de 2018 para fijar los contenidos máximos de estos alcaloides (atropina y escopolamina) en productos alimenticios que contengan una elevada concentración de ellos y que contribuyan significativamente a la exposición de la población, a saber, determinados cereales, productos derivados de ellos e infusiones de hierbas.

Como hemos comentado anteriormente el Reglamento (UE) 2021/1408 ha actualizado las limitaciones en cuanto al contenido máximo de alcaloides tropánicos en alimentos.

Productos alimenticios	Alcaloides tropánicos µg/kg
Alimentos transformados a base de cereales y alimentos para lactantes y niños de corta edad que contengan mijo, sorgo, alforfón, maíz o sus productos derivados (3) (29)	Atropina o Escopolamina 1,0
	Suma de atropina y escopolamina
Mijo y sorgo no transformados (18)	5
Maíz no transformado (18), excepto, el destinado a molienda por vía húmeda (37) y el reventón	15
Alforfón no transformado (18)	10
Maíz reventón. Mijo, sorgo y maíz comercializados para el consumidor final. Productos de la molienda del mijo, del sorgo y del maíz.	5
Alforfón comercializado para el consumidor final. Productos de la molienda del alforfón	10
Infusiones de hierbas (producto desecado), excepto las infusiones de hierbas contempladas en el punto 8.2.8	25
Infusiones de hierbas (producto desecado) de semillas de anís	50
Infusiones de plantas (líquidas)	0,2

Tabla 1. Límites máximos permitidos de TA en alimentos

Saber más sobre los alcaloides pirrolizidínicos



Hasta llegar al marco legal actual, la UE a través de los trabajos de EFSA ha dedicado una década para concretar estas limitaciones. Desde 2011, la Comisión Técnica Científica de Contaminantes de la Cadena Alimentaria (Contam) ha estudiado la situación sobre estos alcaloides viendo que podían actuar como carcinógenos genotóxicos en los seres humanos. Aunque en los primeros trabajos todavía no tenía datos suficientes sobre la presencia de alcaloides pirrolizidínicos en los alimentos para fijar de forma objetiva las limitaciones. Hasta 2016 se trabaja recopilando información y datos, llegándose a la conclusión de que la exposición a estos alcaloides constituye un riesgo potencial para la salud humana en los casos de alta exposición.

Productos alimenticios	Contenido máximo AP (µg/kg)
Infusiones de hierbas (producto desecado)	200
Infusiones de hierbas a base de rooibos (té rojo), anís (Pimpinella anisum), toronjil, camomila, tomillo, menta, verbena (producto desecado) y mezclas constituidas exclusivamente por estas hierbas secas	400
Té (Camellia sinensis) y té aromatizado (Camellia sinensis) (producto desecado)	150
Té (Camellia sinensis), té aromatizado (Camellia sinensis) e infusiones de hierbas para lactantes y niños de corta edad (producto desecado)	75
Té (Camellia sinensis), té aromatizado (Camellia sinensis) e infusiones de hierbas para lactantes y niños de corta edad (producto líquido)	1
Complementos alimenticios que contengan ingredientes de hierbas, incluidos los extractos	400
Complementos alimenticios a base de polen Polen y productos a base de polen	500
Hojas de borraja (frescas o congeladas) comercializadas para el consumidor final	750
Hierbas secas	400
Borraja, levístico, mejorana y orégano (desecados) y mezclas constituidas exclusivamente por estas hierbas	1000
Semillas de comino (especies a base de semillas)	400

La información disponible hizo que, en 2017 EFSA estableciera un nuevo punto de referencia de 237 µg/kg de peso corporal al día para evaluar los riesgos de carcinogénesis que presentan los alcaloides pirrolizidínicos. A finales del año 2020, se publicó. Estos son los nuevos límites que se adoptan.

Harina de teff

La harina de teff es la materia prima origen de la contaminación natural de los últimos sucesos. Está además implicada de forma mayoritaria en la últimas notificaciones al RASFF por presencia de escopolamina en alimentos.

La harina de teff proviene de un grano de tamaño bastante pequeño y tono marrón originario de Etiopía. Su aspecto y contenido nutritivo es parecido a la quinoa aportando un aroma dulce y tostado. Se dice que este tipo de grano se lleva cultivando desde hace más de 5000 años.



La harina de teff es la materia prima origen de la contaminación natural de los últimos sucesos. Está además implicada de forma mayoritaria en la últimas notificaciones al RASFF por presencia de escopolamina en alimentos.

La harina de teff proviene de un grano de tamaño bastante pequeño y tono marrón originario de Etiopía. Su aspecto y contenido nutritivo es parecido a la quinoa aportando un aroma dulce y tostado. Se dice que este tipo de grano se lleva cultivando desde hace más de 5000 años.

Efectos sobre la salud

La atropina y la escopolamina son también considerados dos fármacos antimuscarínicos de origen natural clasificados como alcaloides que, al ser introducidos en el organismo, producen reacciones anestésicas y, en cantidades suficientes, el síndrome tóxico anticolinérgico. Estas sustancias afectan al sistema nervioso central, los músculos, sistemas digestivo y circulatorio, y el aparato respiratorio.

No obstante, también han sido usadas como drogas de sumisión con finalidades delictivas.

Los efectos más notables tras su consumo involuntario incluyen visión borrosa, mareos y náuseas, desorientación, alucinaciones, pérdida de memoria, sedación y dificultad para hablar, fiebre y taquicardias, entre otros.

En general, la mayoría de alcaloides se extraen de las hojas, semillas, raíces o frutos de algunas plantas como el tabaco, el té, el café, el acónito, la belladona, o la cicuta. Otros alcaloides muy conocidos son, por ejemplo, la cocaína, la morfina, la dopamina, la nicotina y la cafeína.

En cuanto la escopolamina y la atropina, el estramonio es una de las plantas con alto contenido en estos alcaloides, lo cual la convierte tanto en medicinal como tóxica.

La escopolamina, más comúnmente conocida como burundanga, es una de las sustancias de efecto sedante que suelen detectarse en víctimas de delitos sexuales y robos por inhibición de la voluntad o sumisión química, como también lo son el alcohol, las benzodiazepinas o el GHB -éxtasis líquido- entre otros.

Su consumo involuntario suele producirse por ingesta y actúa en el organismo de forma rápida provocando los efectos anteriormente mencionados, que pueden variar según la dosis llegando incluso a provocar la muerte en el peor de los casos.

Mitigación y control del riesgo

En este sentido, las líneas de trabajo deben ser las siguientes:

- ✓ Aplicación de buenas prácticas agronómicas por parte de la producción primaria que eviten la contaminación de los cultivos hasta su recolección.
- ✓ Evaluación de proveedores y control analítico del grano o la harina por parte de la industria harinera si se evalúa como riesgo significativo en función del origen y garantías del proveedor de semilla.
- ✓ Evaluación de proveedores y control analítico de la harina por parte de la industria transformadora en producto final, de nuevo si se evalúa como riesgo significativo en función del origen y garantías del proveedor de semilla.
- ✓ Controles en frontera de las importaciones a la UE por parte de las autoridades sanitarias (Sanidad Exterior).
- ✓ Realización de controles en el marco del PNCOCA (Plan Nacional de Control Oficial de la cadena alimentaria).

Por nuestra parte, cabe destacar que contamos con los servicios analíticos acreditados necesarios para dar respuesta a las necesidades de las empresas y las administraciones públicas en su caso.

Esperamos con este artículo haber arrojado luz sobre la alerta y alarma producidas por esta detección de unos contaminantes emergentes que ya podemos considerar como emergidos.

REFERENCIAS:

- ✓ 2022, el año de las toxinas naturales (Alcaloides tropánicos y pirrolizidínicos) – AINIA. <https://www.ainia.es/ainia-news/2022-toxinas-naturales-alcaloides-tropanicos-pirrolizidinicos/>.
- ✓ Alcaloides pirrolizidínicos y su control en los productos alimenticios – AINIA. <https://www.ainia.es/ainia-news/alcaloides-pirrolizidnicos-control-productos-alimenticios/>.
- ✓ ELIKA Seguridad Alimentaria | Alcaloides pirrolizidínicos – ELIKA Seguridad Alimentaria. <https://seguridadalimentaria.elika.eus/fichas-de-peligros/alcaloides-pirrolizidinicos/>.
- ✓ Fernández Alonso, C. et al. Sumisión química por «burundanga» o escopolamina. Rev. Española Med. Leg. 48, 74–77 (2022).
- ✓ RASFF Portal. search @ webgate.ec.europa.eu.
- ✓ www.aesan.gob.es.



VII Intoxicaciones derivadas de la posible flexibilización legislativa para la modificación de fechas de vida útil con el fin de minimizar el desperdicio alimentario

Tratemos en este punto uno de los posibles peligros que derivan de nuevas prácticas para la adaptación a una economía circular en la cadena alimentaria. En concreto a una posible acción que busca minimizar el desperdicio alimentario, la flexibilización de la legislación en materia de vida útil del producto y su traducción en fecha de caducidad o consumo preferente consistente en abrir la misma ala práctica de la modificación de estas fechas en producto previamente etiquetado, como es lógico con las debidas medidas de precaución que hagan que estos productos sigan siendo inocuos.

La necesidad de la modificación legislativa

La Comisión Europea adoptó en 2020 el nuevo plan de acción de la economía circular (EC). El objetivo de la transición a la CE (Comisión Europea) es reducir la presión sobre los recursos naturales, permitir un crecimiento sostenible, así como generar empleo. En 2021, EFSA lanzó un proyecto destinado a identificar posibles riesgos emergentes para la seguridad alimentaria en la mencionada transición a una EC. El objetivo del proyecto es contribuir a que la seguridad de los alimentos y piensos, así como la salud ambiental se tengan en cuenta en fases tempranas de la investigación y las iniciativas políticas asociadas a la transición a la EC. Para ello EFSA encargó a Universidad Harper Adams un informe científico basado en una amplia revisión bibliográfica con el fin de identificar vulnerabilidades, que pudieran ser generadas por las estrategias y prácticas de la EC, para la seguridad de los alimentos y los piensos, la salud vegetal, animal y humana y el medio ambiente.

Los resultados del estudio se reúnen en el informe «**Vulnerabilidades de la seguridad de los alimentos y los piensos en la economía circular**». En este informe se recoge entre las diferentes vulnerabilidades identificadas la “**posible proliferación de la contaminación de alimentos por microorganismos patógenos**”, derivada de la práctica de EC consistente en “cambiar o eliminar las etiquetas de fecha y vender alimentos más allá de la fecha de consumo preferente”. Esta práctica pertenece al subgrupo “Vender alimentos más allá de la fecha de caducidad o consumo preferente” que a su vez está contenido en el grupo “”.

La potencial vulnerabilidad deriva del deseable objetivo de **reducir el desperdicio de alimentos en distribución, catering y hogares**, mediante la venta de alimentos más allá de la fecha de caducidad o consumo preferente, mediante el cambio o la eliminación de las etiquetas de fecha y vender alimentos más allá de la fecha de consumo preferente, que podría conllevar sin embargo el efecto no deseado de favorecer una **posible proliferación de la contaminación de alimentos por microorganismos patógenos**.

A día de hoy, la práctica aquí apuntada es contraria a la legislación europea y por tanto también a la de todos sus estados miembros, por lo que no podría adoptarse sin el pertinente cambio legislativo o adaptación de la norma a esta necesidad,



Los riesgos

La bibliografía específica que hemos podido encontrar en relación a este peligro originado por esta causa es mínima si no casi nula. Por supuesto que es de aplicación todo el conocimiento en materia de conservación de alimentos y seguridad alimentaria, pero este es un campo tan vasto que resulta imposible abarcarlo de forma detallada.

No obstante podemos adelantar que en aquellos productos marcados con fecha de consumo preferente, el riesgo es menor, ya que el criterio para el establecimiento de esta fecha habrá sido el del tiempo en el que el producto puede conservarse sin verse alteradas sus características organolépticas. En ese caso el plazo para el consumo del producto podría ser ampliado sin riesgo estableciendo mediante los estudios necesarios una fecha de caducidad que podría ser remarcada en el producto.

En el caso de los productos con fecha de caducidad, podría realizarse una ampliación de la misma teniendo en cuenta una minoración razonable del margen de seguridad asumido al establecer la fecha de caducidad a partir del estudio de vida útil del producto.

En todos los casos, y a nuestro entender, debería involucrarse al operador alimentario, verdadero conocedor de su producto para establecer estos márgenes de tolerancia.

En cuanto a los riesgos específicos, resulta imposible resumirlos y corresponden a la presencia de microorganismos patógenos o de evoluciones físico-químicas del producto, del envase o del conjunto de ambos que pudieran resultar en una afección de la salud del consumidor, por definirlos de forma genérica. También deberían ser tenidos en cuenta aspectos organolépticos, ya que no debiera venderse ni donarse producto que desde este punto de vista resultara inaceptable para el consumidor final.



Mitigación y control del riesgo

En este caso las medidas de mitigación deben estar amparadas por la legislación, que debería de especificar en qué condiciones podría extenderse legalmente la vida del producto de manera que no se viese afectada negativamente la seguridad alimentaria.

Los operadores alimentarios deberán tener pues en este futuro marco legislativo unas normas o prácticas claras que poder adoptar para tener suficiente seguridad jurídica. El reto es complicado y requiere unas buenas dosis de conocimientos en materia de seguridad alimentaria, legislación, pero también de economía de la empresa o comportamiento del consumidor.

REFERENCIAS

- ✓ James, K., Millington, A. & Randall, N. Food and feed safety vulnerabilities in the circular economy. EFSA Support. Publ. 19, (2022).practices and their implications for sustainable value. J. Clean. Prod. 285, 125484 (2021).
- ✓ Huang, I. Y. et al. Food waste management: A review of retailers' business
- ✓ Koutsoumanis, K. et al. Role played by the environment in the emergence and spread of antimicrobial resistance (AMR) through the food chain. EFSA J. 19, (2021).



VIII Efectos adversos de la introducción de proteínas alternativas, como presencia de alérgenos, contaminantes o residuos.

Vamos a abordar otro, en realidad otros, de los posibles peligros que derivan de nuevas prácticas para la adaptación a la economía circular de la cadena alimentaria. Debemos remarcar en este punto que estamos hablando principalmente de “posibles” peligros surgidos de la incorporación a la dieta de nuevos alimentos y que por tanto no se trata de demonizar estas nuevas alternativas en el campo de la alimentación, si no de prever los riesgos que pudieran derivar de ellas con el fin de mitigar o al menos minimizarlos, de manera que no constituyan un riesgo significativo para la salud de los consumidores.

Proteínas alternativas

Las fuentes tradicionales de proteínas en alimentación han sido los productos de origen animal como la carne, el pescado, los lácteos o los huevos. También hay que hacer mención a las leguminosas, que han constituido una fuente importante de proteína, en especial en determinadas culturas.

Sin duda alguna, las proteínas alternativas están teniendo una demanda creciente en el mercado de la mano de las preocupaciones de los consumidores sobre la sostenibilidad, la salud y los problemas éticos relacionados con la producción de alimentos de origen animal.

Desde el punto de vista de la sostenibilidad, la introducción o el aumento de su participación en la dieta puede ser considerada una práctica de economía circular, por poder tener sus sistemas productivos un menor consumo de recursos naturales y especialmente por permitir reintroducir en la dieta humana o animal corrientes de subproductos que de otra manera se convertirían en residuos.

Las principales fuentes de proteínas alternativas son los vegetales (la soja, las legumbres, frutos secos y semillas, algunos cereales integrales o las procedentes de hongos comestibles), la algas, los insectos y los cultivos celulares (también conocidos como carne cultivada o carne de laboratorio).

En algunos casos, estas proteínas de orígenes diferentes a la producción animal, constituyen el ingrediente principal de los productos que conocemos como análogos cárnicos (análogos de hamburguesas, embutidos, etc) o de productos lácteos (licuado de soja, de avena, de arroz, almendras...) que encontramos ya de manera frecuente en nuestros lineales.

Posibles riesgos emergentes

Como ocurre en una parte importante de los temas tratados en esta serie de artículos, es relativamente escasa la bibliografía de referencia sobre estudios que hayan abordado con profundidad la caracterización de estos peligros, de forma que se posibilite una adecuada evaluación del riesgo que comportan. El hecho de tratarse de riesgos emergentes justifica en gran medida este hecho. No obstante, las referencias identificadas tienen el valor de poner el foco en problemáticas que deben ser estudiadas con profundidad con el objetivo de garantizar la seguridad alimentaria.

Basándonos en el estudio encargado por EFSA a la Harper Adams University "Food and Feed safety vulnerabilities in the circular economy", podemos identificar los siguientes escenarios de riesgo:

- ✓ Introducción en la alimentación humana o animal de insectos o productos procedentes de insectos
- ✓ Producción de nuevas proteínas procedentes de algas.
- ✓ Producción de carne cultivada.

Abordaremos ahora con mayor detalle cada uno de ellos.

Introducción en la alimentación humana o animal de insectos o productos procedentes de insectos

A pesar de que en determinadas culturas, el consumo de insectos está relativamente extendido aunque referido, eso sí, a pocas especies, en general podemos considerar que no existe un histórico de uso de esta fuente de proteínas que permita establecer su seguridad, de manera que deben ser considerados nuevos alimentos y evaluarse su seguridad como tales, antes de aprobarse su consumo en la UE.

Hasta la fecha los insectos autorizados por la EFSA para ser comercializados en la UE son:

- ✓ Gusano de la harina (*Tenebrio molitor*).
- ✓ Langosta migratoria (*Locusta migratoria*).
- ✓ Grillo doméstico (*Acheta domesticus*).
- ✓ Larvas de escarabajo del estiércol (*Alphitobius diaperinus*).

Los posibles riesgos inherentes al uso de insectos en alimentación, han sido evaluados en el caso de estas cuatro especies, que se han considerado seguras.

De forma general, los peligros con los que nos podemos encontrar son:

- ✓ Presencia de metales pesados, en especial cadmio, plomo y arsénico.
- ✓ Residuos de pesticidas, sustancias de uso veterinario, así como dioxinas y PCB.
- ✓ Contaminación de los insectos con patógenos humanos.
- ✓ Presencia de parásitos.
- ✓ Potencial alergénico, al igual que los crustáceos, por ejemplo.

Sin embargo, no parece que la presencia de micotoxinas pueda constituir un peligro significativo. En cuanto a virus patógenos o priones, no hay evidencias de que puedan albergarlos, pero no es descartable que puedan actuar como vector en determinados casos.

Producción de nuevas proteínas procedentes de algas

Tanto las macroalgas como las microalgas son ejemplos de «cultivos» poco explotados. La producción de proteínas a partir de algas tiene la ventaja de no competir con los cultivos alimentarios tradicionales por espacio ni por recursos.

La potencial alergenicidad constituye el principal riesgo que puede llevar asociado su uso.

También la presencia de yodo o cadmio, así como aluminio o plomo, de forma natural en las algas comestibles, puede constituir un peligro para la salud, ya que un aumento significativo de su ingesta pudiera llegar a producir que la exposición superase valores seguros.

Producción de carne cultivada

La carne cultivada, también conocida como carne in vitro o carne sintética, se produce en laboratorios o instalaciones industriales mediante la multiplicación de células musculares y su cultivo en un entorno controlado. Este modo de producción evita la necesidad de la cría y sacrificio de animales para su obtención.

Como ventajas para su implantación, se argumenta su menor impacto ambiental y por tanto, ser un sistema productivo más sostenible, no tener efecto sobre el bienestar animal, la posible mejora del producto desde el punto de vista de alimento saludable, al poderse reducir niveles de grasas saturadas o colesterol respecto de la carne tradicional y las bajas necesidades de superficie respecto de la producción ganadera.

Además, también se han identificado posibles ventajas desde el punto de vista de la seguridad alimentaria, como son:

- ✓ Reducción del riesgo de enfermedades transmitidas por alimentos. La carne cultivada se produce en un entorno controlado de laboratorio, lo que reduce significativamente el riesgo de contaminación por patógenos alimentarios como Salmonella, E. coli o Listeria.
- ✓ Menor uso de sustancias de uso veterinario. Con la carne cultivada, la necesidad de estos productos químicos se reduce considerablemente.
- ✓ Eliminación de enfermedades animales: La carne cultivada no implica criar animales vivos, lo que elimina la propagación de enfermedades animales que puedan afectar la seguridad alimentaria.

Sin embargo, también se han identificado posibles riesgos para la salud del consumidor, como son:

- ✓ Presencia de hormonas o disruptores endocrinos. Aunque es importante destacar que la presencia de hormonas o disruptores endocrinos en la carne cultivada generalmente debería ser mínima, no es del todo descartable. La presencia de este tipo de sustancias en la carne cultivada debería ser controlada y regulada de manera estricta para garantizar que los productos finales sean seguros para el consumo humano. La regulación alimentaria debe abordar esta cuestión para asegurarse de que la carne cultivada cumpla con los estándares de inocuidad alimentaria. Además, la investigación y el desarrollo en la producción de carne cultivada deben también centrarse en la reducción de la presencia de hormonas y disruptores endocrinos, o en su eliminación durante el proceso de cultivo celular.
- ✓ Presencia de células tumorales. Esta presencia es también remota en condiciones adecuadas de producción, pero no debe pasarse por alto este riesgo.

En definitiva, no parece muy probable que el consumo de carne cultivada pudiera tener importantes efectos adversos sobre la salud del consumidor. No obstante, se deben establecer y cumplir rigurosos estándares de seguridad y regulación para garantizar la inocuidad de estos productos en el mercado. Así mismo, en ausencia de histórico de consumo a largo plazo de este tipo de productos, se debe mantener la atención sobre posibles efectos no conocidos o previstos.

La necesidad de avanzar en conocimiento

En este terreno, al igual que en la mayoría de los abordados en esta serie de artículos, nos encontramos ante el importante reto para la comunidad científica de avanzar en conocimiento específico en este campo, y de hacerlo de forma acelerada. Al ritmo actual, las políticas encaminadas a potenciar la economía circular, o irán por delante de una mejor comprensión de sus riesgos y de como prevenirlos, o se verán irremediablemente frenadas por aplicación del principio de prevención. Muy especialmente el necesario desarrollo legislativo que deriva de este nuevo escenario puede acabar “andando” muy por detrás de las necesidades de los sectores productivos, pudiendo quedar éstos en un limbo legal en el que sus garantías jurídicas se vean muy disminuidas o teniendo que abandonar proyectos que pudieran resultar de alto interés.

En definitiva, nos encontramos ante un importante “Gap” (perdóneseme el anglicismo, pero no encuentro palabra en castellano que exprese mejor esta idea) entre el conocimiento científico actual en materia de caracterización de riesgos y las necesidades desde el punto de vista del desarrollo tecnológico, del mercado y de las políticas públicas de potenciación de la economía circular.

REFERENCIAS

- ✓ science, J. H.-M. & 2016, undefined. Is in vitro meat the solution for the future? Elsevier.
- ✓ Conti, C., Castrica, M., Balzaretto, C. M. & Tedesco, D. E. A. Edible earthworms in a food safety perspective: Preliminary data. *J. Food Saf.* (2019) doi:10.4081/ijfs.2019.7695.
- ✓ McClain, S., Bowman, C., Fernández-Rivas, M., Ladics, G. S. & Van Ree, R. Allergic sensitization: Food- And protein-related factors. *Transl. Allergy* 4, (2014).
- ✓ Bleakley, S. & Hayes, M. Algal Proteins: Extraction, Application, and Challenges Concerning Production. *Foods* 2017, Vol. 6, Page 33 6, 33 (2017).
- ✓ Ng'ang'a, J., Fombong, F., Kiiru, S., Kipkoech, C. & Kinyuru, J. Food safety concerns in edible grasshoppers: a review of microbiological and heavy metal hazards. *International Journal of Tropical Insect Science* (2021) doi:10.1007/s42690-020-00372-9.
- ✓ van der Fels-Klerx, H. J., Camenzuli, L., Belluco, S., Meijer, N. & Ricci, A. Food Safety Issues Related to Uses of Insects for Feeds and Foods. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* (2018) doi:10.1111/1541-4337.12385.
- ✓ Schrögel, P. & Wätjen, W. Insects for food and feed-safety aspects related to mycotoxins and metals. *Foods* (2019) doi:10.3390/foods8080288.
- ✓ Insectos comestibles que se pueden comercializar | OCU
- ✓ James, K., Millington, A. & Randall, N. Food and feed safety vulnerabilities in the circular economy. *EFSA Support. Publ.* 19, (2022).



IX Presencia de Alérgenos No Declarados en Alimentos: Un Desafío Científico, Tecnológico y Regulatorio

La presencia de alérgenos no declarados en los alimentos se ha convertido en un desafío que exige una especial atención científica, técnica y regulatoria. En este punto, hablaremos de la naturaleza de los alérgenos, las razones por las cuales pueden no estar debidamente declarados en las etiquetas (vaya por delante que detrás de esta problemática no está la mala fe de los fabricantes o envasadores), los posibles impactos en la salud de los consumidores, y de cómo el sistema VITAL podría ayudar a abordar esta cuestión, particularmente en un entorno donde no existen límites legales para la mayoría de los alérgenos.

Naturaleza de los alérgenos

Los alérgenos alimentarios son componentes específicos de alimentos que tienen el potencial de inducir reacciones alérgicas en individuos susceptibles. Las sustancias o productos con potencial alergénico que pueden estar en los alimentos son muchísimas de tal manera que la gestión de cualquier potencial alérgeno resultaría menos que imposible. Por ello, desde el punto de vista regulatorio se ha legislado sobre 14 alérgenos, aunque en realidad son bastante más ya que alguno de ellos corresponde no a un único agente, si no a un grupo de ellos. Por ejemplo, en el caso de frutos secos, no es posible controlarlos de forma conjunta y hay que gestionar y controlar de forma específica nuez, avellana, almendra, anacardo, pistacho, etc. Se trata de los alérgenos considerados como de mayor impacto, aunque como hemos dicho hay personas alérgicas a muchos otros productos y sustancias.

Hay que destacar que, en algunos casos, el principal impacto sobre la salud de los consumidores no corresponde con una alergia propiamente dicha, si no más bien con una intolerancia. Es así en los casos del gluten o de la lactosa, por ejemplo.

En cuanto a la naturaleza química de los alérgenos alimentarios, y si nos referimos no de forma exclusiva a los 14 tipos sobre los que hay legislación, podemos encontrar moléculas de muy diferentes. Las más importantes son proteínas, pero también glicoproteínas como algunas lectinas, lípidos alergénicos, polisacáridos, aminoácidos y péptidos. En el caso de los 14 legislados, se trata principalmente de compuestos de naturaleza proteica, aunque no es así en el caso del dióxido de azufre o la lactosa.

Impacto en la salud de los consumidores

La ingestión inadvertida de alérgenos puede dar lugar a efectos adversos graves en la salud de los consumidores con alergias alimentarias. Estos efectos abarcan desde reacciones leves, como urticaria y molestias gastrointestinales, hasta respuestas más graves, como anafilaxia, una reacción potencialmente letal que se caracteriza por la constricción de las vías respiratorias y una súbita hipotensión arterial.

Además de las consecuencias inmediatas, la exposición crónica a alérgenos no declarados puede conllevar el desarrollo de sensibilidades alérgicas más severas o incluso crónicas, lo que agrava aún más los riesgos para la salud.

Además, hay que destacar que, en general los estudios realizados sobre evolución de la incidencia de alergias confirman un aumento en la prevalencia de alergias en las últimas décadas en muchas partes del mundo. Las alergias alimentarias, en particular, han experimentado un aumento significativo en algunas regiones.

La problemática del etiquetado

Empezaremos describiendo someramente el marco legal, ya que resulta necesario para entender esta problemática. La legislación europea que incide sobre la declaración de alérgenos en el etiquetado de alimentos se establece en el Reglamento (UE) No. 1169/2011, también conocido como el Reglamento sobre Información Alimentaria al Consumidor (Food Information to Consumers – FIC). Este reglamento entró en vigor el 13 de diciembre de 2014 y se aplica en todos los Estados miembros de la Unión Europea (UE). En España, como no puede ser de otra manera, la legislación sobre la declaración de alérgenos en el etiquetado de alimentos está en consonancia con la regulación de la Unión Europea. Sin embargo, España también tiene sus propios reglamentos y directrices que complementan la normativa europea. A continuación, se resumen los aspectos clave de la legislación española relacionada con la declaración de alérgenos en el etiquetado de alimentos:

- ✓ **Declaración de alérgenos en el etiquetado:** Los alérgenos, y en concreto cualquiera de los 14 alérgenos alimentarios mencionados en el anexo II del reglamento, deben declararse en la lista de ingredientes de los alimentos utilizando letras mayúsculas y resaltadas, como se especifica en el Reglamento FIC de la UE. Esto hace que los alérgenos sean fácilmente identificables por los consumidores.
- ✓ **Control y cumplimiento:** Las autoridades de control de alimentos en España, deben supervisar y hacen cumplir las regulaciones relacionadas con los alérgenos en el etiquetado de alimentos. Se realizan inspecciones periódicas para garantizar que los fabricantes y establecimientos cumplan con las normas.

Hasta aquí pudiera parecer que la aplicación de la normativa es sencilla, pero hay algunas causas que la dificultan. Se trata principalmente de casos en los que existe incertidumbre o incluso puede haber desconocimiento sobre la presencia de determinados alérgenos, por ejemplo:



- ✓ **Contaminación Cruzada:** En los entornos de producción de alimentos, es común que diferentes ingredientes se procesen en la misma maquinaria o áreas. Este escenario propicia la contaminación cruzada, dando lugar a la inadvertida incorporación de trazas de alérgenos no declarados en otros productos.
- ✓ **Errores en la Cadena de Suministro:** Los proveedores de ingredientes pueden, en ocasiones, suministrar materias primas que contienen alérgenos no declarados. Estos errores pueden deberse a fallos en la cadena de suministro o la carencia de protocolos de control efectivos por parte de los proveedores.
- ✓ **Cambios en la formulación:** Cualquier cambio en la formulación podría tener como consecuencia la incorporación de un nuevo ingrediente con potencial alergénico al producto, lo que no debería pasar inadvertido desde el punto de vista de la necesaria modificación del etiquetado. Y no hablamos necesariamente de un origen voluntario del problema, si no de un fallo de comunicación interna en la empresa. También cambios en la formulación de ingredientes por parte de sus proveedores podrían causar el mismo efecto.



La ausencia analítica no existe.

La contaminación cruzada constituye entre estas causas probablemente la de mayor impacto, implicando generalmente la aparición de muy pequeñas cantidades de alérgenos, conocidas como trazas. Y ahí reside uno de los principales problemas que se le plantean a la empresa. Dado que para la mayoría de los alérgenos legislados no existe un límite máximo permitido definido en la legislación, que sirva para determinar cuantitativamente cuando no estamos obligados a su indicación en el etiquetado, empezamos a hacer jugar el término de “ausencia”. Para no declarar la presencia del alérgeno debe haber “ausencia” del mismo.

Entrecomillamos el término ausencia porque desde un punto de vista estrictamente analítico, podemos decir que la ausencia no existe. Cada método analítico tiene sus limitaciones, y en este sentido la limitación está en sus límites de cuantificación (por cuestiones técnicas hablamos de límite de cuantificación y no de detección). Por debajo de este límite, no somos capaces de definir una cantidad de contaminante presente en la muestra. Para explicarlo de una manera sencilla, no podemos garantizar que la muestra, y menos aún el producto en su totalidad no contenga ninguna molécula de la sustancia analizada.

Aunque en ocasiones podemos “leer” trazas en la muestra, es decir podemos ver la existencia de una señal tan pequeña que no es cuantificable, aún sin leer esa señal no podemos garantizar la ausencia absoluta. Por el contrario, sí que existen individuos con alergias de muy alta sensibilidad, que se pueden ver afectados por estas pequeñísimas cantidades de las sustancias de las que hablamos. Incluso pueden llegar a tener una respuesta muy grave, hasta el punto de resultar letal. Hay que decir también que estas personas están mayoritariamente diagnosticadas y suelen estar bien entrenados en prevenir estas soluciones y contar con medios para actuar en caso de producirse un accidente.

INGREDIENTES:
Pasas de California sin pepitas
y aceite vegetal. Puede
contener trazas de cacahuetes
y frutos secos.

El etiquetado precautorio

En el escenario descrito, nos encontramos con que en ocasiones la industria no puede garantizar la ausencia de trazas de alérgeno provenientes de la contaminación cruzada. En estos casos, el industrial puede recurrir al etiquetado precautorio (puede contener trazas de...).

Podríamos pensar que con esto está resuelto el problema, pero no es así. El etiquetado precautorio tiene sus limitaciones. De no ser así podríamos encontrarnos con los lineales llenos de alimentos con indicaciones de que pueden contener trazas de cualquier alérgeno y los individuos que padecen alergias se encontrarían sin oferta alimentaria a su alcance.

La limitación legal para el etiquetado precautorio es que este es válido siempre y cuando la empresa no tenga a su alcance medidas a implantar en su proceso que pudieran garantizar la ausencia de contaminación cruzada, tales como producciones segregadas en ambientes estancos a la contaminación cruzada o la realización de limpiezas intermedias entre producciones que garanticen que esta no se produce. Lo malo es que ese es un criterio que encierra, al menos, cierta subjetividad, si no discrecionalidad o necesidad de interpretación más precisa.

Así pues, podemos concluir que la ausencia de límites legales para la mayoría de los alérgenos conduce a una práctica de etiquetado precautorio. Generándose así una cierta indefensión para la industria de alimentos.



El papel del sistema VITAL en mitigar la declaración de alérgenos no declarados

En este contexto, el sistema VITAL (Voluntary Incidental Trace Allergen Labeling) emerge como una herramienta científicamente fundamentada y valiosa para la industria alimentaria. VITAL se basa en una evaluación de riesgos exhaustiva, teniendo en cuenta factores como la cantidad de alérgeno presente, la probabilidad de contaminación cruzada y la prevalencia de sensibilidades alérgicas en la población. Gracias a ello el industrial puede evaluar mejor sus riesgos, pero sobre todo se abre la puerta a una posible futura legislación que, incorporando de alguna manera estos principios pudiera establecer de manera razonable y con fundamento científico unos límites máximos permitidos para cada alérgeno.

Medidas para prevenir la presencia de alérgenos no declarados

Para mitigar eficazmente la presencia de alérgenos no declarados, se requieren medidas integrales, que incluyen:

- ✓ **Ampliación de la Regulación:** Considerar la extensión de regulaciones que establezcan límites legales para la declaración de alérgenos, con el fin de mejorar la precisión en el etiquetado.
- ✓ **Desarrollo tecnológico:** Tanto en técnicas analíticas más sensibles con métodos más eficaces, rápidos y con menor incertidumbre, como en desarrollo de métodos y productos de limpieza específicos.
- ✓ **Adaptación de instalaciones industriales:** Que contribuyan a minimizar la aparición de contaminaciones cruzadas.
- ✓ **Fortalecimiento de la Supervisión:** Reforzar la supervisión y las auditorías en toda la cadena de producción y suministro de alimentos para asegurar la conformidad con las regulaciones vigentes.
- ✓ **Investigación médica:** Sin duda, y aunque parezca obvio, las mejoras en los tratamientos de las alergias restan impacto a esta problemática.

En conclusión, la presencia de alérgenos no declarados en los alimentos plantea un problema significativo que afecta la salud y seguridad de los consumidores con alergias alimentarias. La falta de límites legales para la mayoría de alérgenos y la ambigüedad asociada al etiquetado precautorio hacen que el sistema VITAL pueda constituir una herramienta metodológica para mejorar la comunicación de riesgos. Es imperativo que los fabricantes, reguladores y consumidores colaboren para abordar este desafío y garantizar la disponibilidad de alimentos seguros para todos, independientemente de sus alergias alimentarias.

Métodos analíticos

Como hemos podido ver, la detección y cuantificación de alérgenos en alimentos es esencial para garantizar la seguridad de las personas con alergias alimentarias. Existen diferentes métodos analíticos para identificar y medir la presencia de alérgenos en productos alimentarios. Estos métodos se dividen en dos categorías principales: métodos basados en la detección de proteínas alergénicas y métodos basados en la detección de ADN. Aquí tienes una descripción de estos métodos:

- ✓ **Métodos basados en la detección de proteínas alergénicas:**
 - ✓ **Inmunológicos:** Los métodos inmunológicos son ampliamente utilizados para detectar proteínas alergénicas en alimentos. Estos métodos se basan en la reacción de anticuerpos específicos con las proteínas alergénicas.
 - ✓ **Técnicas de Cromatografía:** La cromatografía de alta resolución, como la cromatografía líquida de alto rendimiento (HPLC) o la cromatografía de intercambio iónico, se utiliza para separar y cuantificar proteínas alergénicas en muestras de alimentos.
- ✓ **Métodos basados en la detección de ADN:**
 - ✓ **Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR):** La PCR se utiliza para detectar secuencias de ADN específicas de alérgenos. Se pueden diseñar sondas o cebadores para amplificar y detectar fragmentos de ADN de alérgenos particulares. La PCR en tiempo real (qPCR) permite la cuantificación precisa.

Cada método tiene sus ventajas y limitaciones. La elección del método depende de varios factores, como la naturaleza del alérgeno, la matriz alimentaria, la sensibilidad requerida y los recursos disponibles. Los laboratorios de ainia cuentan con medios para realizar este tipo de análisis, así como con métodos acreditados para los alérgenos más demandados por las industrias de alimentación y distribución.

Es importante que los laboratorios sigan estándares y protocolos específicos para garantizar la calidad y la precisión de los resultados, y en especial que cuenten con las acreditaciones que garanticen su aptitud técnica. Estos métodos analíticos desempeñan un papel fundamental en la garantía de la seguridad alimentaria y en el cumplimiento de las regulaciones sobre etiquetado de alérgenos en alimentos.

REFERENCIAS

- ✓ DOCUMENTO_EPA.PDF (aesan.gob.es)
- ✓ VITAL® Voluntary Incidental Trace Allergen Labelling (allergenbureau.net)
- ✓ Microsoft PowerPoint – INFORMACIÓN ALIMENTARIA CCU 12 ABRIL 2012.pptx (aesan.-gob.es)
- ✓ Reglamento (ue) no 1169/2011 del parlamento europeo y del consejo untitled (aesan.-gob.es)



X Incremento de la Incidencia de Toxinas Marinas

En este capítulo hablaremos del impacto de las toxinas marinas, como se producen y que factores están produciendo el mencionado aumento de la incidencia asociada a estos contaminantes, sus efectos sobre la salud y cómo podemos prevenirlos, controlarlos o remediarlos.

Toxinas Marinas

Las toxinas marinas son compuestos químicos producidos por ciertos organismos presentes en los océanos, mares y otras masas de agua. Estos organismos incluyen algas unicelulares, dinoflagelados, bacterias y otros organismos acuáticos. Estas toxinas pueden acumularse en moluscos bivalvos (como, almejas, mejillones...), peces y mariscos, a medida que algunos de ellos se alimentan directamente de microorganismos contaminados incorporando las toxinas a la cadena trófica o son expuestos directamente a las toxinas a través del agua en la que viven. Los moluscos bivalvos, gasterópodos y crustáceos, juegan un especial papel ya que, al tratarse muchas ellas de especies filtrantes, son capaces de acumular concentraciones altas de toxinas, introduciendo como decíamos las toxinas en la cadena trófica o constituyendo directamente un alimento humano, que puede resultar poco saludable.

Existen diferentes clases de toxinas marinas, Las más comunes son:

- ✓ **Toxinas Paralizantes:** Estas toxinas afectan el sistema nervioso y pueden causar parálisis muscular. Las toxinas paralizantes más conocidas son las saxitoxinas, que se encuentran en moluscos bivalvos como las almejas y los mejillones.
- ✓ **Toxinas Amnésicas:** Estas toxinas afectan el sistema nervioso y pueden causar síntomas como pérdida de memoria a corto plazo y desorientación. El ácido domoico es un ejemplo de toxina amnésica que se encuentra en moluscos bivalvos y algunos peces.
- ✓ **Toxinas Diarreicas:** Estas toxinas pueden causar gastroenteritis y síntomas como diarrea, vómitos y dolor abdominal. La toxina okadaica se encuentra en mariscos y peces y es responsable de intoxicaciones alimentarias.
- ✓ **Toxinas Neurotóxicas:** Estas toxinas afectan el sistema nervioso y pueden causar síntomas neurológicos graves, como convulsiones y parálisis. Las ciguatoxinas se encuentran en peces de arrecife y son responsables de la intoxicación ciguatera.

Biotoxina	Microorganismo productor	Intoxicación / Síndrome	Síntomas en personas
Toxina neurotóxica (NSP)	<i>Gymnodinium breve</i>	Intoxicación Neurotóxica por Marisco	·Reducción del ritmo respiratorio ·Disminución de la temperatura corporal ·Escalofríos ·Sudoración ·Hormigueo ·Broncoconstricción ·Arritmia ·Cosquilleo en labios, cara y extremidades ·Irregularidades en la conducción cardíaca ·Náuseas ·Vómitos ·Diarrea ·Hipotensión ·Cambios de temperatura ·Calambres ·Parálisis ·Coma
Toxina amnésica (ASP)	<i>Pseudonitzschia</i>	Intoxicación Amnésica por Marisco	·Náuseas ·Calambres abdominales ·Amnesia a corto plazo ·Vómitos ·Diarrea ·Mareos ·Dolores de Cabeza
Toxina parálitica (PSP)	<i>Alexandrium Gonyaulax</i>	Intoxicación Paralítica por Marisco	·Hormigueo o entumecimiento ·Ceguera temporal ·Debilidad motriz ·Falta de coordinación motora ·Dismetria ·Mareos ·Náuseas ·Vómitos ·Diarrea ·Parestesia en las extremidades ·Articulación incoherente ·Dificultades respiratorias
Ácido Okadaico (OA)	<i>Dinophysis Prorocentrum</i>	Intoxicación Diarreica por Marisco	·Diarrea ·Vómitos ·Dolor abdominal ·Fiebre ·Escalofríos ·Dolor de cabeza
Ciguatoxinas (CTX)	<i>Gambierdiscus Fukuya</i>	Intoxicación por Ciguatera por Pescado	·Vómitos ·Náuseas ·Picor localizado ·Hormigueo en labios y extremidades ·Parálisis ·Debilidad ·Calambres ·Diarrea ·Dolor abdominal ·Hipotensión ·Bradicardia ·Dificultades respiratorias ·Mialgia ·Dolor articular
Toxinas del grupo Azaspirácidos (AZA)	<i>Azadinium spinosum</i>	Intoxicación por Azaspirácidos por Marisco	·Náuseas ·Diarrea grave ·Vómitos ·Calambres de estómago
Tetrodotoxina (TTX)	<i>Microorganismos del tracto intestinal del pez globo</i>	Intoxicación por Pez Globo	·Hormigueo de la lengua y labios ·Falta de aliento ·Dilatación de las pupilas ·Ataxia muscular ·Fallo cardiovascular ·Dolores de cabeza ·Vómitos ·Debilidad ·Parálisis del sistema respiratorio
Palitoxinas (PITX)	<i>Ostreopsis</i>	Intoxicación por palitoxinas	·Sensación de amargor ·Vómitos ·Debilidad ·Mialgia ·Mareos ·Disfunción cardiovascular ·Hormigueo en la boca y extremidades ·Fiebre ·Náuseas ·Dolores abdominales ·Artralgia
Pectenotoxinas (PTX)	<i>Dinophysis Prorocentrum</i>	No se han identificado casos aislados de intoxicación por PTX en personas	Las PTX suelen aparecer junto al OA por lo que los síntomas se asocian a este último
Yesotoxinas (YTX)	<i>Protoceratium reticulatum Lingulodinium polyedrum</i>	No se han identificado casos de intoxicación por YTX en personas	En animales causa daños en el músculo cardíaco y esquelético
Iminas cíclicas (CI)	<i>Alexandrium Karenia selliformis Vulcanodinium rugosum</i>	No se han identificado casos de intoxicación por CI en personas	En animales afectan al sistema nervioso

Las causas del incremento en la incidencia

El incremento de la incidencia de toxinas marinas en la seguridad alimentaria se puede atribuir a varios factores:

1.Cambio Climático: Probablemente el principal, ya que el aumento de la temperatura del agua y los cambios en los patrones de circulación oceánica pueden favorecer la proliferación de organismos productores de toxinas marinas.



Distribución mundial de la intoxicación alimentaria por ciguatera. Fuente: AESAN- **Proyecto EuroCigua**

- ✓ **Contaminación del Agua:** La contaminación de los océanos con nutrientes provenientes de la agricultura y la industria puede estimular la proliferación de microorganismos productores de toxinas.
- ✓ **Movilidad Global de Productos del Mar:** El comercio internacional de productos del mar ha aumentado significativamente, lo que facilita la propagación de toxinas a nivel mundial.
- ✓ **Falta de Control:** En muchos lugares, la falta de sistemas de control e infraestructura analítica adecuada, así como la regulación inadecuada en algunos países, dificulta la detección temprana de toxinas en los productos del mar.

Impacto en la Salud del Consumidor

El incremento de la incidencia de toxinas marinas plantea graves preocupaciones para la seguridad alimentaria. Cuando los productos del mar contaminados con estas toxinas llegan al mercado y se consumen, pueden causar intoxicaciones alimentarias agudas y crónicas. Los síntomas varían según el tipo de toxina, pero pueden incluir desde malestar gastrointestinal hasta daño neurológico irreversible e incluso la muerte en casos graves, tal y como hemos expuesto con más detalle en el apartado anterior.

Además de los riesgos para la salud, las intoxicaciones alimentarias por toxinas marinas pueden tener un impacto económico negativo en la industria pesquera y acuícola. Los brotes de intoxicación pueden llevar a la retirada de productos del mercado y a la pérdida de la confianza del consumidor, lo que afecta los ingresos de las empresas del sector, tanto de producción primaria, transformación o distribución.

EFSA ha realizado numerosas evaluaciones de riesgo de las diversas biotoxinas marinas legisladas, concluyendo que los límites actuales podrían no proteger a todos los grupos de población, si se tiene en cuenta el consumo extremo. En este caso, es muy difícil estimar la ingesta de este tipo de productos, ya que las diferencias entre distintas poblaciones, pueden llegar a ser muy significativas.

Medidas de remediación y control

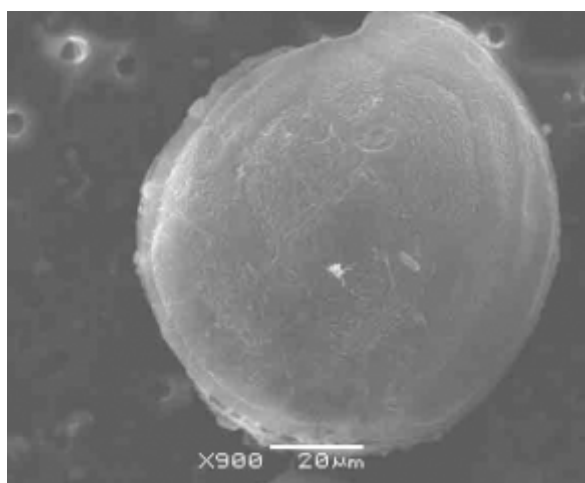
Para paliar el incremento de la incidencia de toxinas marinas en la seguridad alimentaria, es fundamental tomar medidas a nivel local, nacional e internacional:

1.Control y Regulación: Se deben establecer sistemas de control efectivos para detectar tempranamente la presencia de toxinas marinas en productos del mar y limitar su comercialización. Así mismo, la armonización reglamentaria a nivel mundial sería un paso muy decisivo para la mejora de este aspecto. El Reglamento Europeo 853/2004, por el que se establecen normas específicas de higiene de los alimentos de origen animal, establece los niveles máximos actuales de las biotoxinas marinas, exceptuando las yesotoxinas (YTX), cuyo límite máximo fue modificado por el Reglamento (UE) 786/2013. En la siguiente tabla se resumen los límites máximos legales aplicables a moluscos bivalvos, equinodermos, tunicados y gasterópodos marinos, ya que ningún otro producto marino puede contener biotoxinas.

Biotoxinas marinas	Límite	Reglamento
PST	*800 µg de eq. STXdiHCl/kg	Reglamento (CE) 853/2004
AST	20 mg ácido domoico/kg	Reglamento (CE) 853/2004
Toxinas del grupo AZA	*160 µg de eq. AZA/kg	Corrección de errores del Reglamento (CE) 853/2004
YTX	*3,75 mg de eq. YTX/kg	Reglamento 786/2013
OA, DTX Y PTX	*160 µg de eq. ácido okadaico/kg	Reglamento (CE) 853/2004

2.Investigación Científica: Es necesario continuar investigando los factores que contribuyen a la proliferación de microorganismos productores de toxinas marinas y sus efectos en los ecosistemas marinos. Así como en los sistemas de análisis y control, sistemas de muestreo y análisis automático "in situ", mejora de la eficacia de tratamientos de depuración de moluscos y de aguas residuales. En particular, la EFSA realiza las siguientes recomendaciones principales en base a las incertidumbres y/o lagunas de información identificadas en las evaluaciones de riesgos realizadas hasta la fecha:

1.Estudio de los factores de la floración de las algas que desencadenan la generación de biotoxinas marinas



2.Ampliación de datos de consumo de mariscos en los diferentes países de la UE, incluyendo el tamaño de las porciones y la frecuencia de consumo para diferentes tipos de mariscos.

3.Ampliación de los datos de presencia de biotoxinas en los alimentos

4. Información adicional sobre genotoxicidad, toxicidad oral y mecanismos de toxicidad para algunos grupos de toxinas, así como sobre la toxicidad combinada de los diferentes grupos de toxinas que coexisten en los mariscos contaminados.

5. Obtención de datos de toxicidad crónica a largo plazo.

6. Limitación de datos epidemiológicos humanos para la ARfD (solo en ensayos experimentales con ratones)

7. Desarrollo de métodos rápidos, funcionales y biomoleculares, así como mayor esfuerzo en la validación de métodos entre laboratorios.

3. Información al consumidor. La cocción del marisco no elimina las biotoxinas, ya que la mayoría son termoestables. Los consumidores deben conocer los riesgos asociados con las toxinas marinas y la importancia de comprar productos del mar en establecimientos autorizados.

4. Gestión Ambiental: La gestión sostenible de las actividades humanas, como la agricultura y la industria, puede ayudar a reducir la contaminación del agua y mitigar el impacto del cambio climático en los océanos.

La EFSA realiza las siguientes recomendaciones principales en base a las incertidumbres y/o lagunas de información identificadas en las evaluaciones de riesgos realizadas hasta la fecha:

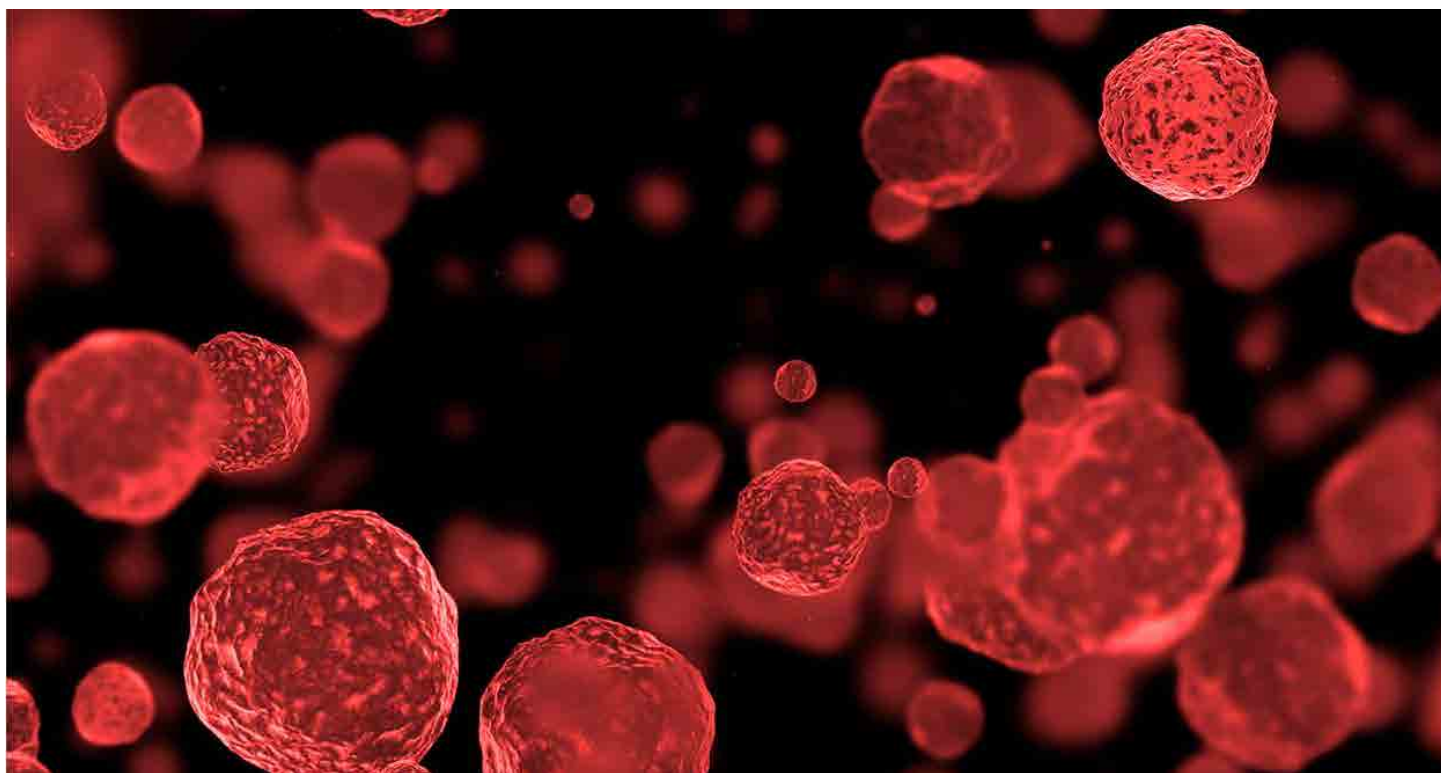
- ✓ Estudio de los factores de la floración de las algas que desencadenan la generación de biotoxinas marinas.
- ✓ Ampliación de datos de consumo de mariscos en los diferentes países de la UE, incluyendo el tamaño de las porciones y la frecuencia de consumo para diferentes tipos de mariscos.
- ✓ Ampliación de los datos de presencia de biotoxinas en los alimentos
- ✓ Información adicional sobre genotoxicidad, toxicidad oral y mecanismos de toxicidad para algunos grupos de toxinas, así como sobre la toxicidad combinada de los diferentes grupos de toxinas que coexisten en los mariscos contaminados.
- ✓ Obtención de datos de toxicidad crónica a largo plazo.
- ✓ Limitación de datos epidemiológicos humanos para la ARfD (solo en ensayos experimentales con ratones)
- ✓ Desarrollo de métodos rápidos, funcionales y biomoleculares, así como mayor esfuerzo en la validación de métodos entre laboratorios.

Conclusiones

El incremento de la incidencia de toxinas marinas representa un desafío creciente para la seguridad alimentaria global. Para abordar este problema, es necesario un enfoque multidisciplinar que incluya la investigación científica, la regulación efectiva y la educación pública. Solo a través de estos esfuerzos coordinados podemos garantizar que los productos del mar sean seguros para el consumo y proteger la salud de la población mundial.

REFERENCIAS

- ✓ <https://seguridadalimentaria.elika.eus/fichas-de-peligros/biotoxinas-marinas/>
- ✓ <https://seguridadalimentaria.elika.eus/fichas-de-peligros/ciguatoxinas/>
- ✓ Reglamento (UE) 853/2004. Microsoft Word – L139-2_es.doc (boe.es)
- ✓ Reglamento (UE) no 786/2013 de la Comisión, de 16 de agosto de 2013, por el que se modifica el anexo III del Reglamento (CE) no 853/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo a los límites autorizados de yesotoxinas en moluscos bivalvos vivos Texto pertinente a efectos del EEE (boe.es)



XI Riesgos Microbiológicos Asociados a Alimentos Mínimamente Procesados

En este capítulo, abordamos los riesgos asociados a los alimentos mínimamente procesados. En concreto trataremos de los riesgos microbiológicos que pueden aparecer en este tipo de alimentos, que han recibido la mínima transformación con el fin de mantener lo más intactas posible las características de las materias primas, a la vez que se hace más fácil su consumo y se garantiza la seguridad. Hablaremos de que son, procesos y tecnologías de producción, riesgos microbiológicos asociados y cómo podemos prevenirlos, controlarlos o remediarlos.

El porqué de los alimentos mínimamente procesados

En los últimos años, en realidad hace ya alguna década, ha tenido un crecimiento constante la cuota de mercado de productos poco procesados o con procesos considerados poco agresivos. Esta tendencia responde a la demanda del mercado de productos más “naturales”, término este que no tiene una definición clara ni libre de controversia, pero que se ha instalado en el imaginario del consumidor como un atributo deseable. También a la mala prensa de los productos que se han venido a llamar “ultraprocesados”, concepto también controvertido, a los que se les atribuye todo tipo de efectos perniciosos, la mayoría de las veces sin una base científica clara. No quiero decir con esto que los productos mínimamente procesados no tengan sus virtudes, que no son pocas, que no conserven mejor, en una importante parte de los casos, las características organolépticas y algunas de las nutricionales propias de los alimentos frescos de los que proceden. En cualquier caso, su demanda es creciente y por tanto la oferta también, habiéndose desarrollado diferentes tecnologías novedosas con el fin de alterar lo mínimo las características primigenias de los productos alimentarios sin comprometer la seguridad de estos.

Qué son los alimentos mínimamente procesados

Como hemos adelantado se trata de alimentos sometidos a tratamientos considerados no agresivos con el fin de preservar al máximo las características originales, tanto organolépticas como nutricionales, de las materias primas utilizadas, a la vez que se facilita su uso. Esta facilidad de uso o conveniencia puede consistir, por ejemplo, en convertir un producto que necesitaría una higienización y un troceado (una lechuga para una ensalada, por ejemplo) en otro en el que ya se hayan realizado estas operaciones y haya sido adecuadamente envasado (por ejemplo, en atmósfera modificada) de tal manera que tengamos un producto "listo para el consumo" (lechuga o mezcla de lechugas IV Gama). En este caso, para consumirlo sólo tendremos que abrir el envase y utilizarlo directamente o como ingrediente de un determinado plato (una ensalada, siguiendo con el ejemplo).



La característica principal de una gran parte de estos productos es el no haber estado sometidos a tratamientos térmicos intensos. También el evitar en lo posible la utilización de aditivos es otra de sus características.

A continuación, repasaremos algunos de los procesos más utilizados en su producción y pondremos algunos ejemplos:

- ✓ **Lavado y Enjuague:** Es el caso de las ensaladas y otros vegetales IV gama. Ofrecen la ventaja de poder ser consumidos tal y como salen de su envase, sin necesidad de higienizarlos antes de su consumo como sí que ocurre cuando proceden directamente del campo. Se elimina así la contaminación superficial, utilizándose además soluciones desinfectantes suaves, y los restos de tierra y otros contaminantes presentes en su superficie.
- ✓ **Corte y Troceado:** También son ejemplo de utilización de este tipo de procesado los vegetales IV gama. Se hacen así más fácilmente utilizables, característica ésta que solemos denominar conveniencia (traducción literal del término inglés convenience). En su procesado es muy importante mantener unas buenas prácticas higiénicas que eviten la contaminación cruzada procedentes de otros productos, superficies de contacto, operarios o transportada por el aire.
- ✓ **Escaldado suave:** Utilizado en algunos vegetales con el fin principal de inactivar enzimas
- ✓ **Envasado en atmosfera modificada:** Se persigue con ello sustituir el oxígeno en el interior del envase, utilizando un gas inerte. De esta manera se evitan o ralentizan procesos de crecimiento microbiano y de oxidación. Se utilizan ampliamente en el envasado de productos mínimamente procesados y también en productos frescos.
- ✓ **Refrigeración:** Una gran parte de estos productos deben ser mantenidos en refrigeración en su transporte, exposición y almacenamiento en el domicilio
- ✓ **Pasteurización:** En algunos casos se utiliza una pasteurización suave, generalmente en productos líquidos. En la medida en la que se evitan tratamientos térmicos más agresivos como por ejemplo la UHT, se consideran también mínimamente procesados.

Pero como hemos comentado con anterioridad, quizás la característica más importante es la utilización de tratamientos de inactivación de microorganismos diferentes de la utilización del calor de forma intensa. Destacan entre estas tecnologías:

1. Altas presiones (HPP). Se usa para la pasteurización en frío de alimentos como zumos, salsas, carnes, productos cárnicos y mariscos. Los alimentos se someten a altas presiones hidrostáticas, lo que inactiva microorganismos patógenos y enzimas sin la necesidad de utilizar altas temperaturas.



EQUIPO PARA EL TRATAMIENTO DE ALIMENTOS A ALTA PRESION HIDROSTÁTICA (HPP)

2. Luz Pulsada. Se utiliza principalmente para desinfección superficial de frutas, verduras y frutos secos. La luz pulsada emite ráfagas de luz de alta intensidad que pueden eliminar microorganismos en la superficie de los alimentos.

3. Pulsos Eléctricos (PEF). Alteran la permeabilidad de las membranas celulares de microorganismos, creando poros en las mismas y pudiendo así inactivar microorganismos patógenos.

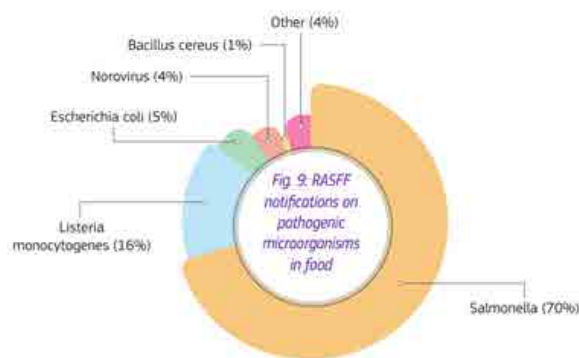
4. Ultrafrecuencia: Se utiliza para el calentamiento rápido y uniforme de alimentos líquidos y pastosos, así como para el secado y procesamiento térmico. Las ondas de ultrafrecuencia generan calor dentro de los alimentos al interactuar con sus moléculas.

Riesgos

El procesado suave y la baja utilización de conservantes, lleva aparejado en general un control del riesgo microbiológico más difícil. Un tratamiento térmico constituye lo que solemos denominar un "kill step", un punto del proceso que elimina prácticamente cualquier tipo de contaminación microbiológica, y por tanto, evitando la contaminación a partir de este punto podemos asegurar la seguridad microbiológica del producto. Por el contrario, en ausencia de este tipo de tratamientos, deberemos evitar al máximo la contaminación del producto en cualquier punto del proceso productivo. No debe entenderse esto que en el caso de tener un "kill step" se deba descuidar la higiene en las etapas previas, pero sí que una contaminación anterior al tratamiento de inactivación es menos crítica.

La contaminación de estos productos puede deberse a:

1. La presencia de patógenos en la materia prima. Los alimentos frescos, como frutas y verduras, pueden estar contaminados con patógenos como salmonella, E. coli, listeria y norovirus.



2.La contaminación cruzada. Tanto en el campo, como en la propia industria, los alimentos pueden contaminarse con microorganismos procedentes de otros alimentos, superficies de contacto, operarios, etc. Tanto en este caso, como en el anterior, tras la contaminación del producto se puede producir un crecimiento microbiano importante, al tratarse en muchos casos de productos con alto contenido en humedad y menos protegidos por aditivos que tengan efectos biocidas o bacteriostáticos (que maten o impidan el crecimiento de microorganismos). Aunque no tengamos datos de las toxiinfecciones causadas por la ingestión de productos mínimamente procesados, para hacernos una idea de la importancia de este tipo de peligros, baste decir que el número de notificaciones al RASFF (EU Rapid Alert System of Food and Feed) debidas a la presencia de microorganismos en alimentos



3.Aparición de resistencias. Cuando se habla de resistencia microbiana, generalmente se hace referencia a la resistencia a los antimicrobianos, pero también nos podemos referir al desarrollo de resistencia a los tratamientos de inactivación, ya sea térmica o no. Y es que, tanto los tratamientos térmicos como los no térmicos pueden contribuir al desarrollo de resistencias en microorganismos si no se aplican adecuadamente. Explicamos a continuación algunos mecanismos de aparición de resistencias ante este tipo de tratamientos:

1.Tratamientos térmicos. Los tratamientos térmicos suaves pueden no afectar a los microorganismos o sus cepas más termoresistentes sobrevivan y se multipliquen, originándose una predominancia de bacterias resistentes en el ambiente.

2.Tratamientos no térmicos: Dos son los efectos más comunes:

- ✓ **Supervivencia de microorganismos resistentes.** De la misma manera que con los tratamientos térmicos, algunos microorganismos pueden ser resistentes a los tratamientos no térmicos y sobrevivir. Si estos microorganismos resistentes se multiplican en el producto o el entorno, pueden transmitir sus características de resistencia.
- ✓ **Efecto subletal.** Algunos tratamientos no térmicos, como las altas presiones o los pulsos eléctricos, pueden tener un efecto subletal en los microorganismos, lo que significa que no los mata por completo, pero los debilita. Las bacterias debilitadas pueden desarrollar mecanismos de resistencia en respuesta a estos tratamientos subletales.

En el caso de los tratamientos no térmicos, los fallos más comunes para algunos de ellos son:

Tratamiento de Alta Presión (HPP):

- ✓ **Efectividad limitada:** El fallo más común en el tratamiento de alta presión es no aplicar la presión suficiente o durante el tiempo necesario para inactivar completamente los microorganismos patógenos. Esto puede deberse a problemas técnicos en el equipo o a un mal cálculo de los parámetros de presión y tiempo requeridos.
- ✓ **Daño de la estructura del alimento:** Si se utiliza una presión excesiva o un tiempo de tratamiento prolongado, puede ocurrir un daño en la estructura del alimento, lo que afectaría la calidad y la textura del producto. También puede hacer que el producto sea más favorable al crecimiento microbiano.

Pulsos de Luz:

- ✓ **Inadecuada exposición:** El fallo más común consiste en una exposición insuficiente. Si la intensidad, la duración o la longitud de onda de la luz no son las de diseño, los microorganismos pueden no ser inactivados de manera efectiva.
- ✓ **Dificultad en alimentos opacos o irregulares:** Los pulsos de luz pueden tener dificultades para penetrar en alimentos opacos o con superficies irregulares, lo que podría dejar áreas no tratadas.

Pulsos eléctricos:

- ✓ **Exceso de energía:** El uso de una cantidad excesiva de energía eléctrica puede dañar la calidad del alimento, lo que podría no ser efectivo o tener un efecto negativo en el sabor y la textura del producto.
- ✓ **Inadecuada distribución de energía:** Si la distribución de la energía eléctrica no es uniforme en el producto, algunas áreas pueden quedar insuficientemente tratadas.

Para evitar este tipo de efectos se debe seleccionar adecuadamente los tratamientos a utilizar y sus parámetros de funcionamiento a través de pruebas piloto que nos aseguren que los efectos de estos procesos son los deseados. Por otro lado, es importante mantener unas buenas condiciones higiénicas en todas las etapas de producción, sin descuidar las etapas previas al tratamiento de inactivación, con el fin de que los productos no lleguen a este proceso con una carga microbiana excesiva, lo que además redundaría en una mayor probabilidad de que estén presentes microorganismos con resistencia. También se deben monitorizar y controlar regularmente los procesos y productos para garantizar su seguridad ante posibles desviaciones de los parámetros de funcionamiento o condiciones de manipulación.

Medidas de Mitigación y Control

Con el fin de minimizar y mantener bajo control los riesgos mencionados, se deben tomar diversas medidas en cada una de las etapas de producción de los alimentos mínimamente procesados:

- ✓ **Buenas prácticas agrícolas.** En la producción agrícola, es fundamental aplicar prácticas de higiene adecuadas como, normas de higiene y formación para los operarios, limpieza de equipos y seguimiento en general de las normativas de seguridad alimentaria.



- ✓ **Control de contaminación cruzada** durante los procesos de transporte, manipulación y procesado, así como en la exposición y venta, sin olvidar la higiene en casa del consumidor. Por ejemplo, uso de utensilios limpios, higiene de superficies, normas de higiene para los operarios, operaciones adecuadas de limpieza y desinfección, medidas de compartimentación de ambientes, etc.
- ✓ **Lavado y enjuague suficiente.** Si el lavado y enjuague de frutas y verduras no se realiza de manera efectiva, los residuos de tierra, pesticidas u otros contaminantes pueden permanecer en la superficie de los alimentos.
- ✓ **Tratamiento térmico.** Al tratarse de tratamientos térmicos suaves, el margen de seguridad es estrecho y debemos asegurar que las condiciones de tratamiento no se desvíen de las de diseño.
- ✓ **Tratamientos alternativos a los tratamientos térmicos.** Es importante asegurarse de una adecuada selección y del correcto diseño y dimensionado del tratamiento. Antes de invertir en los equipos de producción es muy aconsejable realizar pruebas piloto que nos garanticen la efectividad a la vez que nos permiten ajustar adecuadamente los parámetros de funcionamiento (intensidad del tratamiento, tiempo de exposición, etc.). Tras la puesta en marcha del proceso se debe comprobar la efectividad del tratamiento, monitorizar de forma continua los parámetros críticos y realizar controles periódicos sobre el producto final, que garanticen la inocuidad de los productos finales.
- ✓ **Control del envasado:** Si el envasado al vacío o en atmósfera modificada tiene fallos, el contenido de oxígeno en el envase puede no ser adecuado para preservar la frescura y la calidad del producto, lo que podría ocasionar un deterioro excesivo en el producto o la proliferación de microorganismos que pudieran ser patógenos.
- ✓ **Control la cadena de frío.** El mantenimiento de la cadena de frío es esencial para prevenir el crecimiento bacteriano. Almacenar y transportar los alimentos a temperaturas seguras es crítico.
- ✓ **Educación y formación,** tanto del personal de producción como a los consumidores, sobre prácticas seguras de manipulación y consumo de alimentos.

Hemos repasado hasta aquí los que creemos que van a ser los riesgos más importantes con los que nos vamos a encontrar en los próximos tiempos. Ver hasta que punto pueden afectar a nuestros procesos y productos, nos servirá para tomar las medidas de mitigación y preventivas necesarias para que minimicemos la probabilidad de aparición de episodios de alarma o crisis.

Muy probablemente nos encontraremos con algún riesgo no esperado, que requerirá de una intervención rápida y para la que necesitaremos el mejor conocimiento y apoyo para su adecuada gestión y resolución. No podemos predecir el futuro con exactitud, pero si que podemos evaluar los posibles peligros en su probabilidad de ocurrencia e impacto, para seleccionar las acciones más eficientes de cara a la prevención de la aparición de episodios de crisis.

Esperamos que esta revisión de los 10 riesgos emergentes que consideramos más importantes o críticos para el conjunto del sector alimentario sea de la utilidad de los responsables de seguridad alimentaria de las empresas del sector y de esa manera, estas reduzcan el riesgo de la aparición de episodios de crisis por la quiebra de la seguridad alimentaria de sus productos.

REFERENCIAS

- ✓ European Commission. 2021 Annual Report: Alert and Cooperation Network. Publ. Off. Eur. Union 28 (2022).

ainia