

Alimentos ecológicos y convencionales: Seguridad alimentaria y composición nutricional

Informe aprobado por el Comité Científico Asesor de Seguridad Alimentaria en noviembre de 2021

Resumen

A nivel mundial, el interés en los alimentos ecológicos está aumentando debido a la percepción de los consumidores de que se trata de alimentos más saludables y más respetuosos con el medio ambiente que los producidos de forma convencional. Pero la certificación "ecológica" se refiere a la utilización de ciertas normas a lo largo de las etapas de producción, manipulación, procesamiento y comercialización de un alimento, y no se refiere a las características y propiedades del producto acabado.

Este documento presenta una revisión actualizada de las publicaciones científicas con relación al contenido nutricional y la seguridad alimentaria de los alimentos de producción ecológica y los alimentos de producción convencional.

A nivel global no se han encontrado diferencias significativas entre los alimentos ecológicos y sus homólogos de producción convencional con relación a la composición nutricional y la presencia de peligros (químicos y biológicos), aunque existen algunas diferencias puntuales en el contenido de algunos compuestos en determinados alimentos. La realización de más estudios de calidad, con el diseño adecuado al objetivo y alcance de la problemática que debe evaluarse, podría aportar evidencias científicas más sólidas sobre la relación entre los riesgos y los beneficios para la salud de la población de la producción de alimentos con certificación ecológica.

Palabras clave

producción ecológica, producción convencional, alimentos ecológicos, composición nutricional, peligros, metales pesados, micotoxinas, fitosanitarios

Miembros del Comité Científico: Albert Bosch Navarro, Sara Bover Cid, Joaquim Castellà Espuny, Mariano Domingo Álvarez, M. Teresa Dordal Culla, Jesús Gómez Catalán, Santiago Lavín González, Abel Mariné Font, Martí Nadal Lomas, José Juan Rodríguez Jerez, Jordi Salas-Salvadó, Vicent Sanchis Almenar, Jordi Serratosa Vilageliu, Antonio Velarde Calvo y M. Carmen Vidal Carou (presidenta).

Grupo de trabajo: Sara Bover Cid, Jesús Gómez Catalán, Abel Mariné Font, Martí Nadal Lomas, Jordi Salas-Salvadó, Vicent Sanchis Almenar, Jordi Serratosa Vilageliu, M. Carmen Vidal Carou, Maria Victòria Castell Garralda*, Laura Alcalde Sanz*, Jie Zheng**

*: Agencia Catalana de Seguridad Alimentaria (ACSA)

** : estudiante del Máster en Seguridad Alimentaria

Fecha de publicación: diciembre de 2021

Aliments ecològics i convencionals: Seguretat alimentària i composició nutricional

Resum

En l'àmbit mundial, l'interès en els aliments ecològics està augmentant degut a la percepció dels consumidors que es tracta d'aliments més saludables i més respectuosos amb el medi ambient que els que es produeixen de manera convencional. Però la certificació "ecològica" fa referència a la utilització de certes normes al llarg de les etapes de producció, manipulació, processament i comercialització d'un aliment, i no fa referència a les característiques i propietats del producte acabat.

Aquest document presenta una revisió actualitzada de les publicacions científiques amb relació al contingut nutricional i la seguretat alimentària dels aliments de producció ecològica i els aliments de producció convencional.

Globalment, no s'han trobat diferències significatives entre els aliments ecològics i els seus homòlegs de producció convencional amb relació a la composició nutricional i la presència de perills (químics i biològics), tot i que hi ha algunes diferències puntuals en el contingut d'alguns compostos en determinats aliments. La realització de més estudis de qualitat, amb el disseny adequat a l'objectiu i a l'abast de la problemàtica que es vol avaluar, podria aportar evidències científiques més sòlides sobre la relació entre els riscos i els beneficis per a la salut de la població de la producció d'aliments amb certificació ecològica.

Paraules clau

producció ecològica, producció convencional, aliments ecològics, composició nutricional, perills, metalls pesants, micotoxines, fitosanitaris

Organic and conventional food: Food safety and nutritional composition

Abstract

Globally, interest in organic food is increasing due to consumers' perception that they are healthier and more environmentally friendly foods than conventionally produced ones. But, "organic" certification actually refers to the use of certain standards throughout the production, handling, processing and marketing stages, and does not refer to the characteristics and properties of the final product.

This paper presents an updated review of scientific publications in relation to the nutritional composition and food safety of organically and conventionally produced foods.

In general, no significant differences have been found between organic foods and their counterparts of conventional production in relation to the nutritional composition and the presence of (chemical and biological) hazards, although there are some specific differences in the content of some compounds in certain foods. More research studies of quality are needed, with the design adapted to the objective and the problematic to evaluate. This could contribute to find more solid scientific evidences on the relation between health risk and benefit for the population of the organically certified food.

Keywords

organic production, conventional production, organic food, nutritional composition, hazards, heavy metals, mycotoxins, phytosanitary

Algunos derechos reservados:

© 2021, Generalitat de Catalunya. Departamento de Salud



Los contenidos de esta obra están sujetos a una licencia de Reconocimiento-No comercial-Sin obras derivadas 4.0 Internacional.

La licencia se puede consultar en la [página web de Creative Commons](#).

Edita:

Agencia Catalana de Seguridad Alimentaria (ACSA)

1.ª edición:

Barcelona, diciembre de 2021

Asesoramiento lingüístico:

Servicio de Planificación Lingüística del Departamento de Salud

URL:

<http://acsa.gencat.cat>

Índice

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Introducción y objetivo | 7 |
| 2 | Definición de <i>producción ecológica</i> | 8 |
| 3 | Composición nutricional y evaluación de peligros..... | 11 |
| 3.1 | Composición y contenido nutricional | 14 |
| 3.2 | Peligros químicos | 23 |
| 3.3 | Residuos de fitosanitarios y medicamentos veterinarios | 24 |
| 3.4 | Micotoxinas | 26 |
| 3.5 | Peligros microbiológicos y parasitarios | 27 |
| 4 | Conclusiones..... | 29 |
| 5 | Bibliografía | 31 |
| Anexo | | 34 |

1 Introducción y objetivo

La producción ecológica de alimentos está aumentando a escala mundial debido a que se considera un instrumento prometedor para afrontar los retos que plantea el aumento demográfico y urbanístico, así como el cambio climático. Los consumidores perciben los productos ecológicos como más saludables, más seguros, más sabrosos y más respetuosos con el medio ambiente que los productos convencionales. Pero la certificación "ecológica", en realidad, hace referencia a un alimento que se ha producido de acuerdo con ciertas normas a lo largo de las etapas de producción, manipulación, procesamiento y comercialización, y no se refiere a las características y propiedades del producto acabado. Estas normas tienen por objetivo un conjunto de beneficios diferentes: mejores ingresos para los pequeños agricultores, beneficios medioambientales como la mejora de la calidad del suelo, del agua y la preservación de la biodiversidad, así como la mejora del bienestar animal (FAO, 2021).

La producción ecológica puede relacionarse con un conjunto de prácticas diferentes, pero el término *ecológico* por sí mismo no es una garantía de calidad y seguridad alimentaria. Todos los alimentos, independientemente de la forma de producción ecológica o convencional, deben cumplir la reglamentación en materia de seguridad alimentaria y etiquetado.

El objetivo del presente documento es realizar una revisión de la literatura científica disponible sobre la composición y el contenido de los nutrientes, así como la presencia y los niveles de peligros (químicos y biológicos) en los alimentos de producción ecológica y los de producción convencional, para valorar si existen diferencias significativas debidas al método de producción. No es el objetivo del presente informe contemplar el impacto ambiental y la sostenibilidad de las producciones ecológicas o convencionales ni tampoco la calidad sensorial "percibida" por los consumidores. En el presente informe no se ha considerado la acuicultura de producción ecológica.

2 Definición de *producción ecológica*

Los métodos de producción ecológica fueron desarrollados inicialmente por individuos y grupos aislados en Europa, Norteamérica y Japón. Los movimientos de los años sesenta popularizaron la idea de la agricultura ecológica, criticaron la naturaleza destructiva de las prácticas agroindustriales y crearon sistemas locales de producción, distribución y consumo vinculados a explotaciones ecológicas a pequeña escala (FAO, 2021).

La gestión de las explotaciones ecológicas está basada en una combinación de principios generales y de normas establecidas por los organismos de certificación. Actualmente, existen diferentes explicaciones y definiciones de *agricultura ecológica*, pero la definición de la Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO) es la siguiente (FAO, 2021):

- Sistema holístico de gestión de la producción que promueve y mejora la salud de los agroecosistemas, incluyendo la biodiversidad, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo. Prioriza el uso de prácticas de gestión no intensivas, teniendo en cuenta que las condiciones regionales requieren sistemas adaptados localmente. Ello se consigue utilizando, siempre que sea posible, métodos agronómicos, biológicos y mecánicos, a diferencia del uso de materiales sintéticos.

A escala de la Unión Europea, el Reglamento (UE) 2018/848 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de mayo de 2018, sobre producción ecológica y etiquetado de los productos ecológicos y por el que se deroga el Reglamento (CE) n.º 834/2007 del Consejo, y que entrará en vigor el 1 de enero de 2022, considera la producción ecológica como un sistema de producción sostenible basado en los siguientes principios generales, definidos en:

- a) el respeto a los sistemas y a los ciclos naturales, al mantenimiento y mejora del suelo, el agua y el aire, así como a la salud de los vegetales y los animales y del equilibrio entre ellos;
- b) la conservación de elementos naturales del paisaje como los que sean patrimonio natural;
- c) la utilización responsable de la energía y de recursos naturales como el agua, el suelo, la materia orgánica y el aire;

d) la obtención de una amplia variedad de alimentos de elevada calidad y otros productos agrícolas y de la acuicultura, que respondan a la demanda de los consumidores de productos obtenidos utilizando procesos que no dañan el medio ambiente, la salud humana, la salud de los vegetales o la salud y el bienestar de los animales;

e) la garantía de la integridad de la producción ecológica en todas las etapas de la producción, transformación y distribución de alimentos y piensos;

f) el diseño y la gestión más adecuados de los procesos biológicos basados en sistemas ecológicos utilizando recursos naturales propios del sistema de gestión mediante métodos, que:

i) utilizan organismos vivos y métodos de producción mecánicos;

ii) desarrollan cultivos vinculados al suelo y la producción ganadera vinculada al terreno, y practican la acuicultura que cumpla el principio de explotación sostenible de los recursos acuáticos;

iii) excluyen el uso de organismos modificados genéticamente (OMG), y de productos obtenidos a partir de OMG, excepto los medicamentos veterinarios;

iv) se basan en la evaluación de riesgos y en la aplicación de medidas cautelares y preventivas, si procede;

g) restricción del uso de aportaciones externas; cuando se requieran aportaciones externas o no existen las prácticas y los métodos de gestión adecuados a que se refiere el apartado f), las aportaciones externas deben limitarse a:

i) aportaciones de producción ecológica; en el caso de material de reproducción vegetal, debe darse prioridad a las variedades seleccionadas por su capacidad de satisfacer las necesidades y los objetivos específicos de la agricultura ecológica;

ii) sustancias naturales o derivadas de sustancias naturales;

iii) fertilizantes minerales de baja solubilidad;

h) adaptación del proceso de producción, en caso necesario y dentro del marco de este reglamento, para tener en cuenta la situación sanitaria, las diferencias regionales en materia de equilibrio ecológico, las condiciones locales y climáticas, los estadios de desarrollo y las prácticas específicas de cría;

i) la exclusión, en la totalidad de la cadena de alimentos ecológicos, de la clonación de animales, de la cría de animales poliploides inducidos artificialmente y de las radiaciones ionizantes;

j) el mantenimiento de un nivel elevado de bienestar animal respetando las necesidades propias de cada especie.

La producción ecológica es un sistema general de gestión agrícola y producción de alimentos que combina las mejores prácticas ambientales, un elevado nivel de biodiversidad, la preservación de recursos naturales y la aplicación de normas exigentes sobre bienestar animal, que contribuyen a la protección del medio ambiente, al bienestar animal y al desarrollo rural (FAO, 2021).

3 Composición nutricional y evaluación de peligros

En este informe se han analizado especialmente los informes elaborados por organismos de referencia en seguridad alimentaria. Se han utilizado los informes llevados a cabo por los organismos siguientes:

- ✓ Agence française de sécurité sanitaire des aliments (AFSSA) (desde el 2010 es l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES))
- ✓ Food Standards Agency (FSA)
- ✓ Norwegian Food Safety Authority (NFSA)

La revisión realizada por la AFSSA (AFSSA, 2003) evalúa los aspectos nutricionales y de seguridad de los productos de la agricultura ecológica. La evaluación se llevó a cabo combinando los instrumentos siguientes:

- grupos de trabajo que reunieron científicos de los comités de expertos de la AFSSA y científicos externos, representantes de organizaciones del sector de producción ecológica, miembros de comités de expertos especializados y representantes de administraciones públicas.
- artículos científicos publicados seleccionados según un estricto criterio de inclusión y exclusión (por ejemplo, muestreo estadísticamente representativo, instalaciones de producción ecológica certificadas).
- análisis de documentos de los servicios de seguridad alimentaria (por ejemplo, planes de vigilancia y planes de control), de informes de reuniones internacionales de organismos especializados (por ejemplo, *International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM)*), de encuestas representativas en los ámbitos nacional y europeo, y de reuniones con autoridades de otros países europeos.

La revisión llevada a cabo por la FSA (FSA, 2009) fue encargada a *la London School of Hygiene and Tropical Medicine* y consistió en una comparación de la composición de nutrientes y otras sustancias presentes en los alimentos de producción ecológica y a los de producción convencional. La metodología utilizada fue la revisión bibliográfica sistemática de artículos científicos publicados que cumplieran los criterios de calidad siguientes:

- definición del método de producción ecológico de los productos de origen vegetal o animal evaluados (incluyendo el nombre de la agencia de certificación)
- especificidad de la variedad del cultivo o la raza del animal
- descripción de los nutrientes y otras sustancias analizadas
- descripción detallada de los métodos analíticos de laboratorio utilizados
- descripción de la metodología estadística utilizada para el análisis de los datos

Los artículos considerados de calidad satisfactoria cumplían los criterios mencionados más arriba, y los artículos de calidad no satisfactoria no cumplían todos estos criterios.

De la búsqueda bibliográfica inicial, 292 artículos se consideraron potencialmente relevantes y, en una revisión posterior, se seleccionaron 162 artículos científicos que serían incluidos en el informe final (FSA, 2009). Un panel de expertos independientes revisó el informe final, y sus resultados se publicaron en la revista *American Journal of Clinical Nutrition* (Dangour, et al. 2009).

La NFSA publicó un informe, llevado a cabo por el Norwegian Scientific Committee for Food Safety, que evaluaba las diferencias entre los alimentos de producción ecológica y los de producción convencional (NFSA, 2014). Este informe consiste en la revisión de literatura científica por parte de diferentes expertos de los grupos de trabajo de la NFSA. También se incluyeron informes de evaluación llevados a cabo por organismos científicos nacionales e internacionales. Los estudios incluidos en el documento final se agruparon en dos categorías: calidad satisfactoria y calidad no satisfactoria. Los estudios de calidad satisfactoria cumplen los requisitos siguientes:

- definición clara del método de producción ecológico utilizado
- especificidad del cultivo
- descripción de los parámetros analizados (por ejemplo, nutriente, contaminante), de la variedad utilizada y de los factores que pueden influir en el producto final
- caracterización de los métodos analíticos utilizados en el laboratorio
- descripción de los métodos estadísticos utilizados para el análisis de los datos

Los estudios considerados de calidad no satisfactoria fueron los que no cumplían todos los requisitos mencionados más arriba.

La estrategia de búsqueda identificó 16.352 estudios de los cuales se excluyeron los artículos que no cumplían los criterios de calidad acordados. Los expertos examinaron los textos completos de los artículos considerados potencialmente relevantes y se incluyeron 460 estudios en el documento final.

Además de los estudios llevados a cabo por agencias alimentarias, se han evaluado artículos de estudios específicos y de revisión que comparan la composición nutricional y el contenido de contaminantes de los productos agrícolas y ganaderos ecológicos y de los convencionales.

Todos los informes describen las limitaciones encontradas en la comparación de los artículos evaluados, que mayoritariamente son los siguientes:

- La definición de *producción ecológica* y los métodos agrícolas utilizados son variables o no están descritos suficientemente, lo que dificulta la valoración de la representatividad de los tipos de prácticas agrícolas incluidas en los estudios.
- La variedad o raza de origen de los alimentos estudiados es variable o no está definida, lo que dificulta la valoración de la representatividad de los tipos de alimentos incluidos en los estudios.
- Los análisis de laboratorio y los métodos estadísticos utilizados son diversos, lo que dificulta las comparaciones.
- El diseño del estudio científico es variable y normalmente incluye uno de los siguientes tipos:
 - Estudios de campo: comparación entre muestras de producción ecológica y convencional originadas en parcelas adyacentes en condiciones controladas. Son estudios con menor variabilidad pero resultan más costosos y no engloban la variedad de procedimientos agrícolas que garantizan una buena representatividad para poder generalizar las conclusiones.
 - Estudios de instalaciones: comparación de diferentes instalaciones de producción orgánica y convencional. El número de muestras es elevado pero la variabilidad también aumenta.

- Estudios de cesta: comparación de productos orgánicos y convencionales disponibles para el consumidor en puntos de venta. Son estudios menos costosos y más rápidos de realizar, pero dan poca información sobre el origen, los métodos agrícolas específicos utilizados y poseen poca representatividad para comparar resultados entre muestras.

Los datos y conclusiones expuestas en el presente documento provienen exclusivamente de los responsables de los estudios referenciados en cada caso.

3.1 Composición y contenido nutricional

Todos los productos naturales varían en su composición de nutrientes en función de una amplia gama de factores. Diferentes variedades del mismo cultivo pueden diferir en la composición y el contenido de nutrientes y también puede haber diferencias según el régimen de fertilizantes, las condiciones de crecimiento y la temporada, entre otros factores. De un modo similar, la composición de nutrientes de la carne, la leche y los huevos se ve afectada por varios factores, que incluyen la edad y raza del animal, el régimen de alimentación y la temporada de alimentación, entre otros (FSA, 2009).

Esta variabilidad inherente en el contenido y la composición de los nutrientes puede aumentar durante el almacenaje, el transporte y la preparación de los alimentos. En consecuencia, es necesario un conocimiento profundo de los factores que afectan a la variabilidad nutricional en cultivos y ganadería, para el diseño correcto de los estudios que hay que hacer y la interpretación de resultados de investigaciones en esta área, y para conocer las limitaciones intrínsecas que se asocian.

En la figura 1 se presenta un marco conceptual (FSA, 2009) de los factores que afectan a la variabilidad en la composición y el contenido de nutrientes en productos agrarios, de ganadería y procesados.

Figure 1: Conceptual framework outlining factors affecting nutrient variability

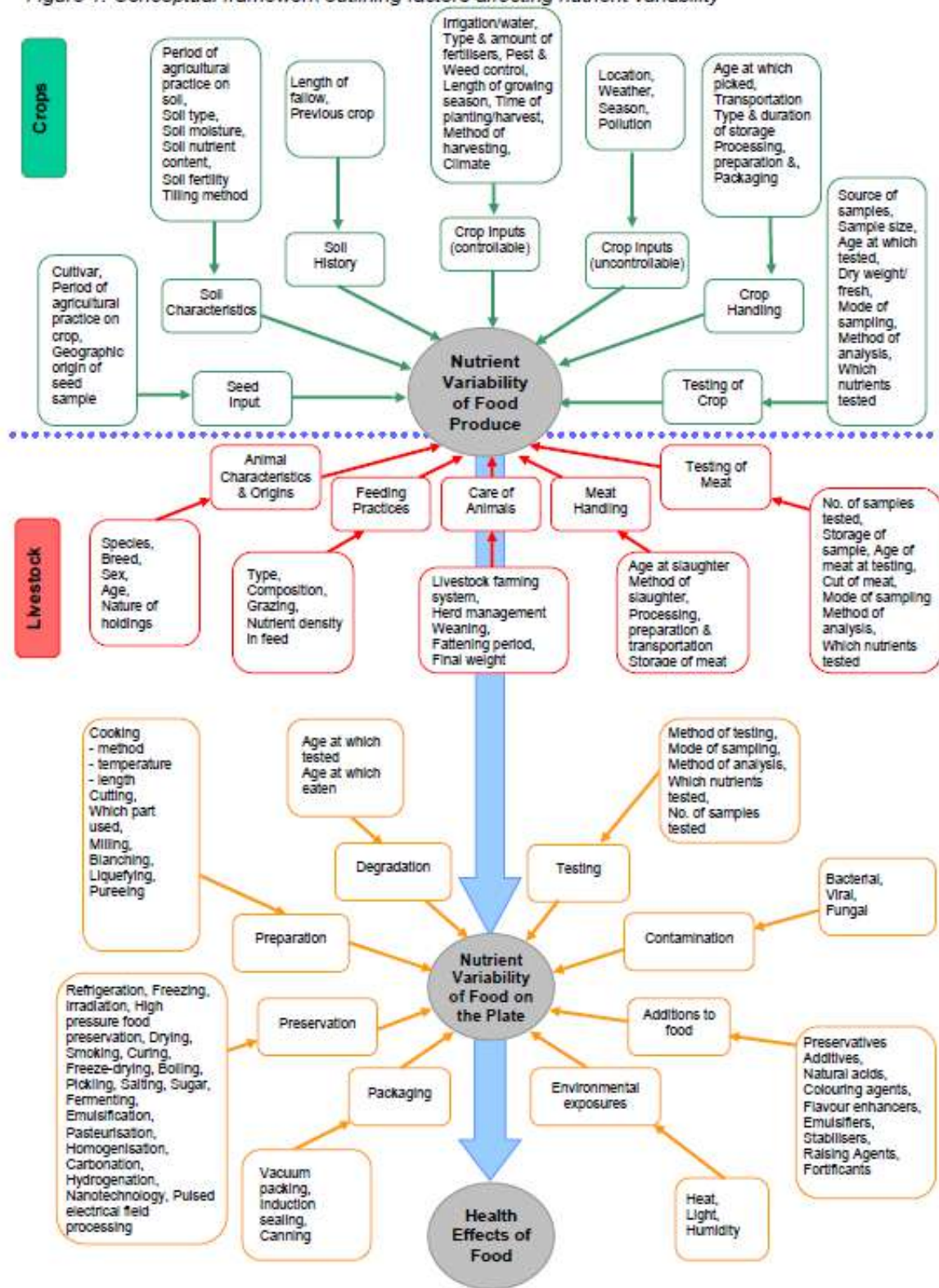


Figura 1. Marco conceptual de los factores que afectan a la variabilidad de nutrientes en productos agrarios, de ganadería y procesados (FSA, 2009).

El informe llevado a cabo por la AFSSA llegó a la conclusión que la variabilidad en los resultados de los estudios evaluados no permite afirmar que existan diferencias significativas en el contenido de nutrientes entre los alimentos provenientes de la producción ecológica y los provenientes de la producción convencional. Los resultados son a veces contradictorios, y existen pocas diferencias significativas y reproducibles. La cantidad de factores implicados en la variación de la composición química y el valor nutritivo de los alimentos (por ejemplo, variedad/raza, temporada, clima, grado de madurez o desarrollo, almacenaje, gestión de la reproducción) muchas veces resultan más importantes que el impacto de factores estrictamente relacionados con el sistema de producción (por ejemplo, tipo de fertilización, tratamientos sanitarios). El informe resalta que muchos artículos evaluados no definen el método estadístico utilizado ni otros factores importantes para realizar una comparación adecuada, como la variedad genética y las condiciones climáticas (AFSSA, 2003).

En este informe, la mayoría de los artículos que evalúan el contenido de proteínas lo hacen en cereales, y de un modo infrecuente, en otros productos vegetales. Por lo tanto, hay una falta de estudios que comparen el contenido, y sobre todo la calidad, de las proteínas en otros alimentos de producción ecológica y convencional. El contenido de proteínas de los cereales de cultivo ecológico parece ser inferior al de los cereales procedentes de la agricultura convencional. Este hecho está especialmente relacionado con la limitación de las aportaciones de nitrógeno en la producción ecológica (AFSSA, 2003).

Los estudios llevados a cabo sobre el contenido de lípidos incluyen mayoritariamente los productos animales, especialmente carne y leche, y en menor cantidad los aceites. Los resultados son contradictorios con referencia al contenido total de lípidos, pero existe una tendencia a un contenido total menor en los productos ecológicos. Con relación a los ácidos grasos, se observa que el contenido de ácidos grasos poliinsaturados generalmente es más elevado en los productos ecológicos y el contenido de ácidos grasos saturados es más bajo (AFSSA, 2003). Los datos disponibles en el presente informe no permiten establecer ninguna evidencia de una tendencia o diferencia significativa con respecto al contenido de glúcidos entre alimentos ecológicos y convencionales. Los resultados presentan variaciones de contenido de glúcidos contradictorias incluso dentro de un mismo tipo de alimento (AFSSA, 2003).

El informe incluye numerosos estudios comparativos del contenido de minerales y oligoelementos con interés nutricional en frutas y verduras, y se concluye que no existen diferencias significativas relacionadas con el método de producción (AFSSA, 2003). El contenido de minerales y oligoelementos es globalmente comparable para los alimentos de producción ecológica y convencional. Un contenido superior no significativo para el hierro y el magnesio y inferior para el manganeso se describe solo para algunas verduras de producción ecológica, pero sin diferencias significativas. Debe destacarse que la composición mineral de los vegetales se ha estudiado mucho debido a su interés al determinar el valor nutritivo del forraje para animales, y el factor más determinante es el estadio de desarrollo del vegetal, seguido de las condiciones climáticas y, en ciertas condiciones, el uso de fertilizantes.

Los estudios del informe de la AFSSA sobre el contenido de minerales y oligoelementos en productos de origen animal como la carne, la leche y los huevos son muy limitados y no permiten realizar una comparación entre producción ecológica y convencional (AFSSA, 2003).

También existen pocos datos disponibles sobre el contenido de vitaminas y la mayoría de los estudios incluyen solo la vitamina C y el betacaroteno y, de un modo infrecuente, las vitaminas B₁, B₂, A y E. Estos estudios no permiten determinar el efecto del método de producción, aunque se observa un efecto positivo de la producción ecológica no significativo sobre el contenido de vitamina C de las patatas (AFSSA, 2003).

En lo referente a los constituyentes con actividad antioxidante como los compuestos fenólicos y flavonoides, la AFSSA indica que no existen estudios suficientes para realizar una comparación entre productos ecológicos y convencionales. De todos modos, parece existir un contenido no significativamente más elevado de compuestos fenólicos en alimentos ecológicos con respecto a los convencionales. Es necesario destacar que estos compuestos se acumulan en el vegetal como respuesta a una situación de estrés como protección contra agresiones medioambientales, y que los principales factores de variación de estos compuestos en los cultivos son la variedad, el estado fisiológico, las condiciones climáticas (por ejemplo, luz, temperatura), las prácticas de fertilización y de irrigación, y las condiciones de almacenaje. La variedad es el factor más importante en comparación con las condiciones climáticas.

Los resultados del informe se describen también por tipo de alimento. En este sentido, la composición de la leche no presenta diferencias significativas en el contenido de proteínas, calcio, ácido linoleico y grasas entre la producción ecológica y la convencional. La composición de la leche está influenciada por la raza, el estado fisiológico, la edad y el tipo de alimentación (AFSSA, 2003).

Se han descrito diferencias menores en el perfil de ácidos grasos y la concentración de vitaminas y algunos oligoelementos en los huevos. Pero estas diferencias serían debidas a variaciones en la alimentación de las gallinas y no al tipo de producción. Los alimentos utilizados en la producción ecológica difieren poco en el contenido de ácidos grasos u oligoelementos. Por lo tanto, es poco probable que el método de producción tenga una consecuencia notable en la composición nutricional del huevo (AFSSA, 2003).

El informe encontró pocos estudios sobre el efecto del tipo de alimentación y las condiciones de cría en la composición nutricional de la carne de las principales especies domésticas. Los datos evaluados muestran, por ejemplo, que la carne de cerdo no presenta diferencias importantes en las características de la carcasa entre el método de producción ecológico y el convencional. Por otra parte, el aumento de la actividad física, el uso de forrajes y/o el pasturaje contribuyen a reducir la velocidad de crecimiento, el engorde de las carcasas y el contenido de lípidos intramusculares en rumiantes, cerdos y aves de corral. También, al parecer, en el ganado bovino, el consumo de hierba altera la composición en ácidos grasos de la carne, y sus consecuencias generalmente son un aumento de ácidos grasos saturados y ácidos grasos poliinsaturados, en particular ácido α -linolénico, y una disminución de ácidos grasos monoinsaturados. Esta observación está más matizada en el caso de las aves de corral, puesto que los resultados son contradictorios. Estos efectos no son específicos de la producción ecológica ganadera, ya que también pueden observarse en el caso de animales que pastan libremente y reciben una alimentación convencional (AFSSA, 2003).

La FSA publicó un informe sobre la comparación de la composición nutricional de productos ecológicos y productos convencionales (FSA, 2009). En este informe se realiza una evaluación de todos los estudios disponibles, así como otra evaluación en la que se incluyen solo los estudios considerados de una elevada calidad científica. Si se consideran todos los artículos seleccionados, el informe concluye que no existe evidencia de diferencias significativas entre cultivos de producción ecológica y convencional con respecto al contenido de las categorías de nutrientes siguientes:

vitamina C, calcio, fósforo, potasio, sólidos solubles totales, acidez valorable, cobre, hierro, nitratos, manganeso, cenizas, proteínas específicas, sodio, hidratos de carbono no digeribles, betacaroteno y azufre. Sí que se detectaron diferencias significativas en el contenido de determinados compuestos: los cultivos de producción convencional evaluados tenían un contenido de nitrógeno significativamente superior a los cultivos de producción ecológica; se describió que el contenido de magnesio, cinc, materia seca, compuestos fenólicos y flavonoides y glúcidos es, en general, significativamente más elevado en productos ecológicos con respecto a los productos convencionales.

En el mismo informe, un análisis que consideraba solo los estudios científicos de calidad satisfactoria evidenció que solo el contenido de nitrógeno (superior en los cultivos de producción convencional evaluados), y el contenido de fósforo y la acidez valorable (superiores en cultivos de producción ecológica) presentaban diferencias significativas (FSA, 2009).

La cantidad de estudios de productos ganaderos fue más baja en la de los productos agrícolas, sin embargo, analizando todos los estudios disponibles, no se detectaron diferencias significativas de contenido nutricional entre productos ganaderos de producción ecológica y convencional para las categorías de nutrientes siguientes: ácidos grasos saturados, ácidos grasos monoinsaturados (cis), ácidos poliinsaturados n-6 y n-3, nitrógeno y cenizas. El contenido de ácidos grasos poliinsaturados y ácidos grasos trans fue significativamente más elevado en los productos ganaderos ecológicos con respecto a los productos convencionales (FSA, 2009). Cuando se evaluaron solo los artículos con una calidad satisfactoria, solo un nutriente manifestó diferencias significativas: el contenido de nitrógeno fue más elevado en productos ganaderos convencionales. Este resultado estaría relacionado con el contenido de nitrógeno en los piensos y en el suelo.

El informe de la FSA indica que tanto los cultivos como los productos ganaderos producidos ecológica o convencionalmente son ampliamente comparables con respecto al contenido de nutrientes, debido a que no se han encontrado diferencias significativas en la mayoría de categorías de nutrientes analizados. Las diferencias detectadas en algunos nutrientes son debidas, muy probablemente, a la utilización de fertilizantes que contienen estas sustancias, a su presencia en el suelo o en los piensos, y a un régimen de alimentación diferente. Diferencias en la gestión de la fertilidad del suelo afectan a la dinámica y el metabolismo de los cultivos, de lo cual resultan variaciones en la composición y contenido de nutrientes. El contenido de

compuestos fenólicos y flavonoides en alimentos ecológicos o convencionales está influenciado por varios factores como la variedad, la luz, las condiciones climáticas, el grado de madurez, la posible síntesis por parte de los mismos cultivos, el uso de productos fitosanitarios y la preparación y procesamiento de los alimentos. Es importante destacar que muchas de las diferencias descritas no se detectaron cuando se incluyeron solo los estudios con calidad satisfactoria (FSA, 2009).

El estudio publicado por la NFSA (NFSA, 2014), después de evaluar los artículos científicos seleccionados según criterios de calidad, concluye que no existen resultados consistentes para determinar si existen diferencias significativas en el contenido nutricional de productos agrícolas ecológicos y convencionales. Este hecho es debido a la variabilidad elevada en los resultados de los estudios evaluados. Para los productos agrícolas estudiados (por ejemplo, cereales, verduras, frutas), existe una variación elevada en el contenido de nutrientes (por ejemplo, proteínas, nitratos, vitaminas) dentro de ambos sistemas de producción. Además, existen factores ambientales, como las características del suelo y la climatología, que poseen una importante influencia y hacen que la interpretación de los resultados sea más difícil de realizar (NFSA, 2014).

El informe, sin embargo, muestra la existencia de diferencias no significativas en el contenido de algunos nutrientes en los alimentos evaluados. En general, existen pequeñas diferencias en el contenido de nutrientes, metabolitos secundarios y otros constituyentes entre cultivos ecológicos y convencionales, pero muchos estudios demuestran niveles más elevados de materia seca, ácido ascórbico, minerales y compuestos con actividad antioxidante más elevado en bayas y manzanas de cultivo ecológico con respecto a las de cultivo convencional (NFSA, 2014). También el contenido de proteínas del trigo convencional es generalmente más elevado que el del trigo ecológico (NFSA, 2014). Las diferencias en el aporte de nitrógeno entre la producción ecológica y la convencional es la razón más probable de dichas diferencias. Para otros nutrientes, los estudios son limitados para extraer alguna conclusión.

La NFSA concluye que no existe una evidencia consistente acerca de efectos positivos claros sobre la salud humana como resultado de consumir una dieta ecológica en comparación con una dieta convencional.

Los estudios analizados en diferentes artículos de revisión muestran resultados variables y también algunos contradictorios, que no permiten extraer conclusiones definitivas con respecto a diferencias en la composición nutricional de alimentos ecológicos y convencionales.

Średnicka-Tober *et al.* (2016a) realizaron un metaanálisis de 67 artículos científicos, seleccionados según un criterio de calidad a partir de 724 citas iniciales, para comparar la composición nutricional de productos cárnicos ecológicos y convencionales. Aunque para muchos compuestos (por ejemplo, minerales, antioxidantes) la evidencia no era suficiente para hacer este metaanálisis, se detectaron diferencias significativas en los perfiles de ácidos grasos cuando se incluyeron datos de todas las especies ganaderas estudiadas. Las concentraciones de ácidos grasos saturados y monoinsaturados fueron similares o ligeramente inferiores, respectivamente, en la carne ecológica en comparación con la carne convencional. Se detectaron diferencias más elevadas por ácidos grasos poliinsaturados totales y n-3, que presentaban un contenido más elevado en carne ecológica. No obstante, la heterogeneidad de los datos fue alta, la cual se podría explicar por diferencias entre especies animales y tipo de carne analizadas. Según Średnicka-Tober *et al.* (2016a), los estudios experimentales controlados indican que las diferencias en el perfil de ácidos grasos pueden ser debidas a las dietas basadas en el pasturaje/forraje prescrito según las normas de producción ecológica.

Los mismos autores realizaron un metaanálisis con 170 artículos, seleccionados según un criterio de calidad a partir de los 440 artículos que inicialmente se consideraron potencialmente relevantes, comparando el contenido nutricional de la leche bovina ecológica y la convencional (Średnicka-Tober, *et al.* 2016b). No se observaron diferencias significativas en las concentraciones totales de ácidos grasos saturados y monoinsaturados entre la leche ecológica y la convencional. No obstante, las concentraciones de ácidos grasos poliinsaturados totales y n-3 fueron significativamente más altas en la leche ecológica. Los resultados también indicaron que la leche ecológica tiene concentraciones más altas de α -tocoferol, debido al hecho de que la normativa de producción ecológica prescribe ingestas altas de forraje fresco, que es la principal fuente natural de α -tocoferol, y concluyen que los regímenes de alimentación son la razón principal de la diferencia de composición observada entre la leche ecológica y la convencional.

Galgano *et al.* (2016), en una revisió de los estudios publicados sobre productos de origen animal de producció ecológica y convencional, ponen de manifiesto que los resultados son contradictorios. Generalmente, destacan un contenido más elevado de ácidos grasos poliinsaturados en productos ecológicos con respecto a los convencionales. Pero remarcan que existen muchos factores que afectan a la composición nutricional, como la raza, la edad y la temporada. En consecuencia, llegan a la conclusión que las diferencias en la composición de los productos ecológicos de origen animal con respecto a los convencionales no pueden atribuirse únicamente al sistema de producción.

Baransky *et al.* (2014) llevaron a cabo un metaanálisis de 343 publicaciones científicas, seleccionadas según unos criterios de calidad definidos a partir de una búsqueda inicial de 448 publicaciones consideradas potencialmente relevantes, para comparar la composición de alimentos ecológicos y convencionales, y concluyeron que los cultivos ecológicos tenían un contenido de compuestos antioxidantes (poli)fenólicos significativamente más elevado que los cultivos convencionales. Los compuestos (poli)fenólicos son producidos por los vegetales como respuesta a estrés (por ejemplo, falta de agua y nutrientes, plagas) y forman parte de sus mecanismos de defensa. Este contenido de compuestos (poli)fenólicos mayor en cultivos ecológicos puede estar relacionado con una incidencia más elevada de plagas y enfermedades que causarían un aumento de su producción.

Un informe técnico de revisión publicado por el Servicio de Investigación del Parlamento Europeo sobre alimentos de producción ecológica pone de manifiesto que existen muy pocas diferencias claras entre la composición nutricional de los alimentos ecológicos y los convencionales que posiblemente son debidas a la alta variabilidad de los estudios publicados (EPRS, 2016).

Mie *et al.* (2017) realizaron una revisión de la evidencia publicada sobre productos ecológicos y convencionales con respecto a composición nutricional, y constataron también que las diferencias son limitadas, con una cierta tendencia a observarse un contenido ligeramente más elevado de compuestos fenólicos en frutas y verduras ecológicas, y un contenido también más alto en omega-3 en leche y carne ecológicas con respecto a las convencionales.

3.2 Peligros químicos

El estudio de la AFSSA (2003) remarca que los estudios evaluados no permiten evidenciar diferencias en la concentración de metales pesados entre los productos de la agricultura ecológica y los de la agricultura convencional. No puede descartarse la posibilidad de contaminación de alimentos por metales pesados de origen industrial persistentes en el suelo, y afecta tanto a la producción ecológica como a la convencional si están cerca de la fuente de contaminación. Independientemente del sistema de producción, la exposición a los metales pesados siempre fue inferior a los valores de referencia toxicológicos en todos los datos evaluados.

El informe de la NFSA indica que la mayoría de estudios llevados a cabo comparan el contenido de cadmio y plomo en trigo y patatas, y mucho pocos estudios incluyen otros metales o alimentos. Los datos no permiten extraer ninguna conclusión con relación a posibles diferencias entre productos ecológicos y convencionales. El contenido de metales en vegetales depende del tipo de cultivo y de la concentración en el suelo, la cual depende a su vez de varios parámetros del suelo, como el contenido de materia orgánica, el pH, la humedad y la temperatura. Algunos de estos parámetros pueden variar en el tiempo en función de las prácticas agrícolas (NFSA, 2014).

Esta misma tendencia también se confirma en la revisión llevada a cabo por Gomiero (2018), en la que no encuentran diferencias significativas en el contenido de metales pesados entre alimentos ecológicos y convencionales. Este autor recomienda la definición de guías específicas para el diseño y la comunicación de los estudios experimentales primarios y los metanálisis, con el fin de realizar comparaciones adecuadas de los resultados.

El informe de la AFSSA determina que las verduras ecológicas presentan un contenido global en nitratos más bajo con respecto al sistema de producción convencional. Este hecho estaría relacionado con la prohibición del uso de fertilizantes nitrogenados sintéticos y su sustitución por fertilizantes ecológicos. Debe tenerse en cuenta que el régimen de fertilización con nitrógeno, el tipo de suelo, la exposición a la luz, la temperatura y la pluviometría son factores determinantes en el contenido de nitratos a los cultivos (AFSSA, 2003).

Los estudios detectados por la NFSA sobre contaminantes orgánicos (por ejemplo, bifenilos policlorados —PCB—, hidrocarburos aromáticos policíclicos —HAP—, dioxinas) son escasos y presentan datos muy limitados con respecto al tipo de contaminante y el tipo de producción. Por lo tanto, no es posible realizar comparaciones concluyentes entre producción ecológica y convencional. La presencia de contaminantes orgánicos en el suelo está probablemente más relacionada con fuentes que no están influenciadas por el tipo de producción agrícola (ecológica o convencional), como el uso del suelo previo, la proximidad de industrias o carreteras, posible contaminación del agua de riego, o contaminación del aire (NFSA, 2014; González et al., 2019). Además, la captación vegetal de la mayoría de los contaminantes químicos orgánicos del suelo es muy baja o insignificante. Por lo tanto, no es probable que existan diferencias significativas en el contenido de contaminantes orgánicos entre cultivos ecológicos y convencionales.

Con respecto a la contaminación ambiental, la AFSSA indica que este tipo de contaminación no es específico para un sistema de producción concreto (AFSSA, 2003). Los animales criados libremente están sometidos directa o indirectamente, a través del suelo y los vegetales, a la contaminación ambiental, como la producida por las dioxinas, cuando están cerca de fuentes de contaminación.

Estos contaminantes pueden acumularse en productos animales (por ejemplo, huevos, leche, carne). Los animales en cría confinada también pueden indirectamente ser objeto de este mismo tipo de contaminación a través de los alimentos (materias primas producidas localmente en zonas expuestas).

3.3 Residuos de fitosanitarios y medicamentos veterinarios

El cumplimiento de la reglamentación actual de residuos de productos fitosanitarios y medicamentos veterinarios, determina la misma seguridad con respecto a estos contaminantes tanto en los productos ecológicos como en los convencionales. Los productores convencionales y los ecológicos deben seguir las mismas normas de seguridad alimentaria con respecto al uso de fitosanitarios y medicamentos veterinarios. Los fitosanitarios producidos fisiológicamente por los vegetales todavía se utilizan en la agricultura ecológica, aunque a dosis elevadas pueden tener efectos negativos sobre la salud humana (FAO, 2021).

En la producción ecológica, según el Reglamento (CE) n.º 834/2007 del Consejo, de 28 de junio de 2007, sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos, la prevención de daños causados por plagas, enfermedades y malas hierbas debe basarse fundamentalmente en la protección de enemigos naturales, la elección de especies y variedades, la rotación de cultivos, las técnicas de cultivo y los procesos térmicos. En caso de que se haya constatado la existencia de una amenaza para una cosecha, solo pueden utilizarse productos fitosanitarios que se hayan autorizado para el uso en la producción ecológica.

En cuanto a la prevención de enfermedades y al tratamiento veterinario, el mismo Reglamento determina que las enfermedades deben tratarse inmediatamente para evitar el sufrimiento de los animales; pueden utilizarse medicamentos veterinarios alopáticos de síntesis, incluidos los antibióticos, cuando sea necesario y bajo condiciones estrictas; en particular, deben establecerse restricciones con respecto a los tratamientos y al período de espera. Están permitidos tanto el uso de medicamentos veterinarios inmunitarios, como los tratamientos ligados a la protección de la salud humana o animal impuestos sobre la base de la legislación comunitaria.

Los estudios evaluados por la AFSSA (2003) muestran que la gran mayoría de alimentos ecológicos no contienen residuos de los fitosanitarios autorizados en la agricultura convencional. Los resultados positivos observados en algunos alimentos ecológicos se encuentran a niveles próximos al límite de detección del método analítico utilizado y en niveles muy inferiores a los detectados en alimentos convencionales (los niveles de restos alimentarios convencionales se encuentran mayoritariamente dentro de los LMR). Las contaminaciones ocasionales de alimentos ecológicos pueden explicarse por contaminaciones ambientales o accidentales en procesos posteriores.

La EFSA publicó un informe técnico (EFSA, 2018) en que comparaba los niveles de residuos de fitosanitarios en muestras de alimentos de producción ecológica y de producción convencional. Los datos utilizados fueron los suministrados a la EFSA por los estados miembros, Islandia y Noruega, en el marco del artículo 31 de la Regulación 396/2005, bajo la coordinación del Programa de monitorización de la UE de los años 2013, 2014 y 2015.

La tasa de superación del límite máximo de residuo (LMR) para los alimentos convencionales y ecológicos obtenidos en el estudio ascendió respectivamente al 1,2% y al 0,2% de las muestras. El informe de la EFSA (EFSA, 2018) indica que los incumplimientos de los LMR no representan necesariamente una superación de los valores de referencia toxicológicos ni un riesgo potencial para la salud de los consumidores.

La NFSA también pone de manifiesto que la exposición estimada en los residuos de fitosanitarios en alimentos convencionales es baja y muy por debajo de lo que potencialmente puede provocar efectos adversos para la salud (NFSA, 2014).

Los resultados obtenidos por la EFSA indican que pueden detectarse residuos de fitosanitarios en cultivos ecológicos por varios motivos: la contaminación de campos ecológicos (contaminación ambiental), contaminación durante el almacenaje, etiquetado y transporte, uso de fitosanitarios aprobados que no están de acuerdo con las buenas prácticas agrícolas (por ejemplo, productos fitosanitarios en cultivos para los que no se ha concedido ninguna autorización o que no respetan la tasa de aplicación, el número de solicitudes o el método de aplicación), alimentos importados de terceros países sometidos a prácticas agrícolas no aprobadas en la UE.

En relación con los residuos de medicamentos veterinarios, los estudios evaluados no presentan datos que permitan determinar el efecto de la producción ecológica y la convencional en el contenido de este tipo de residuos en los productos alimenticios.

3.4 Micotoxinas

Según el informe de la AFSSA, los datos disponibles sobre la contaminación de productos ecológicos por micotoxinas (AFSSA, 2003) demuestran que, aunque la normativa que regula la producción ecológica restringe el uso de tratamientos fungicidas y prioriza técnicas que limitan la contaminación por micotoxinas (por ejemplo, la rotación de cultivos, la gestión del suelo, la menor aportación de nitrógeno, la no utilización de reguladores del crecimiento), se encuentran niveles variables de contaminación y no se detectan diferencias significativas con los niveles de contaminación de productos convencionales.

El informe de la NFSA (2014) indica que no puede llegarse a ninguna conclusión con respecto a las diferencias en la contaminación por micotoxinas entre los productos ecológicos y los convencionales. La mayoría de los estudios se han llevado a cabo en cereales, ya que son más susceptibles a la contaminación por micotoxinas (por ejemplo, *Aspergillus* ssp., *Penicillium* ssp., *Fusarium* ssp.). La mayoría de los estudios analizados señalaron que los cereales de producción ecológica contienen niveles inferiores de toxinas T-2 y HT-2 respecto de los cereales cultivados convencionalmente. Por el contrario, algunos estudios mostraron una contaminación de micotoxinas más alta en cultivos ecológicos de manzana con respecto a cultivos convencionales, mientras que otros estudios no informaron sobre diferencias significativas en la contaminación.

El artículo de revisión de Gomiero (2018) pone de manifiesto que no existen diferencias significativas en la contaminación por micotoxinas entre los productos ecológicos y los convencionales. Otros estudios llegan a la conclusión de que la presencia de micotoxinas es debida a múltiples factores y que debe realizarse una investigación de campo controlada para determinar la influencia del sistema de producción (Góral, *et al.* 2019; De Colli, *et al.* 2021).

3.5 Peligros microbiológicos y parasitarios

Los peligros biológicos considerados en el informe de la AFSSA (AFSSA, 2003) son las bacterias, los virus y los parásitos patógenos susceptibles de ser transmitidos a los consumidores por alimentos animales o vegetales contaminados (por ejemplo, *Campylobacter jejuni*, *Salmonella* sp., *Escherichia coli* O157:H7, *Clostridium perfringens*, *Clostridium botulinum*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Picornaviridae*, *Caliciviridae*, *Astroviridae*, *Reoviridae*, *Adenoviridae*, *Toxocara canis*, *Toxoplasma gondii*, *Taenia saginata*, *Cryptosporidium* sp., *Trichinella* sp.).

Según este informe, no ha sido posible evaluar diferencias en el riesgo microbiológico y parasitario entre alimentos de producción ecológica y convencional, a causa de la limitación del número de estudios.

Las prácticas de producción ecológica limitan la utilización de medicamentos veterinarios y priorizan una gestión sanitaria basada en la elección de razas rústicas, el acceso al aire libre, una menor densidad de animales y la rotación de los animales en los pastos. El acceso al aire libre aumenta la probabilidad de exposición a diferentes patógenos, pero este riesgo no es exclusivo de la producción ecológica, ya que también están presentes en la producción convencional con animales que accedan al aire libre. Sin embargo, en caso de infección de un animal, la aproximación terapéutica restrictiva priorizada por la producción ecológica podría constituir, para determinados agentes patógenos, una limitación dentro del control del riesgo.

El informe de la NFSA (NFSA, 2014) afirma que no existe evidencia de que permita asegurar que los productos ecológicos son más o menos seguros microbiológicamente que los productos convencionales. En ausencia de datos relevantes, supone que, de existir posibles diferencias entre las producciones ecológicas y convencionales, la prevalencia de patógenos o la resistencia a los microbianos será pequeña o insignificante.

Esta conclusión también se confirma con el artículo de revisión de Gomiero (2018), que no encontró diferencias significativas entre los productos ecológicos y los convencionales con respecto a la contaminación microbiológica.

Ambas formas de producción deben seguir las buenas prácticas de higiene y manipulación durante todas las etapas desde la producción primaria hasta la comercialización para garantizar la seguridad microbiológica de los productos.

4 Conclusiones

A partir del análisis de la información expuesta en los apartados anteriores, con relación a las posibles diferencias en la composición nutricional y la presencia de contaminantes entre los productos alimenticios ecológicos y los convencionales se presentan las siguientes conclusiones:

- La composición nutricional de los productos alimenticios de producción ecológica y los de producción convencional son ampliamente comparables sin que se hayan observado diferencias significativas concluyentes.
- Estas diferencias en la composición nutricional de los alimentos son debidas a múltiples factores (por ejemplo, variedad/raza, temporada, clima, grado de madurez o desarrollo, almacenaje, gestión de la reproducción) que, en general, son más importantes que los factores relacionados con el sistema de producción (por ejemplo, tipo de fertilización, tratamientos sanitarios).
- Algunos estudios específicos en determinados alimentos y sobre determinados compuestos nutricionales (por ejemplo, compuestos con actividad antioxidante, ácidos grasos poliinsaturados) han demostrado diferencias de concentración entre productos ecológicos y convencionales. Pero el número de estudios es insuficiente y la relevancia de estas diferencias para la salud humana en una dieta equilibrada es incierta.
- El contenido de contaminantes químicos (por ejemplo, metales pesados, micotoxinas) no presenta diferencias significativas entre el alimentos ecológicos y convencionales que se puedan asociar solo con el tipo de producción. La presencia de contaminantes está más influenciada por variables como las características del suelo y la proximidad de fuentes de contaminación.
- La contaminación microbiológica y parasitaria no presenta diferencias significativas entre el tipo de producción ecológica y convencional, aunque los datos son muy limitados.

- La gran mayoría de los productos ecológicos no contienen residuos de los fitosanitarios autorizados en la agricultura convencional. Los resultados de los controles de fitosanitarios en productos convencionales indican un grado elevado de cumplimiento próximo al 100%. El cumplimiento de los LMR garantiza un elevado nivel de protección de la salud de los consumidores.
- Todas las revisiones evaluadas destacan las diferencias en la calidad de los artículos publicados y las limitaciones asociadas para realizar comparaciones significativas (por ejemplo, definición de la variedad utilizada, descripción del tipo de producción, determinación del método estadístico, condiciones climáticas), y recomiendan la realización de estudios experimentales de calidad que aseguren la comparabilidad entre los dos métodos de producción.

5 Bibliografia

AFSSA. Evaluation nutritionnelle et sanitaire des aliments issus de l'agriculture biologique. Agence française de sécurité sanitaire des aliments; 2003.

Barański M, Średnicka-Tober D, Volakakis N, Seal C, Sanderson R, Stewart GB, Benbrook, C., Biavati, B., Markellou, E., Giotis, C., Gromadzka-Ostrowska, J., Rembiałkowska, E., Skwarło-Sońta, K., Tahvonen, R., Janovská, D., Niggli, U., Nicot, P., Leifert, C. Higher antioxidant and lower cadmium concentrations and lower incidence of pesticide residues in organically grown crops: a systematic literature review and meta-analyses. *Br J Nutr.* 2014;112:794–811.

Dangour AD, Dodhia SK, Hayter A, Allen E, Lock K, Uauy R. Nutritional quality of organic foods: a systematic review. *Am J Clin Nutr.* 2009;90(3):680-5.

De Colli L, De Ruyck K, Abdallah MF, Finnan J, Mullins E, Kildea S, Spink, J., Elliott, C., Danaher, M. Natural co-occurrence of multiple mycotoxins in unprocessed oats grown in Ireland with various production systems. *Toxins.* 2021;13:188.

EFSA. Monitoring data on pesticide residues in food: results on organic versus conventionally produced food. *EFSA J.* 2018. EFSA-Q-2017-00506.

EPRS. Human health implications of organic food and organic agriculture. European Parliamentary Research Service. 2016; Scientific Foresight Unit.

FAO. Organic foods – Are they safer? Food safety technical toolkit for Asia and the Pacific. No. 6. Bangkok: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2021.

FSA. Comparison of composition (nutrients and other substances) of organically and conventionally produced foodstuffs: a systematic review of the available literature. Food Standards Agency; 2009.

Galgano F, Tolve R, Colangelo MA, Scarpa T, Carmela M. Conventional and organic foods: a comparison focused on animal products. *Cogent Food Agric.* 2016;2:1. 1142818.

Gomiero T. Food quality assessment in organic vs. conventional agricultural produce: Findings and issues. *Appl Soil Ecol.* 2018;123:714–28.

- González, N., Marquès, M., Nadal, M., Domingo, J.L. Occurrence of environmental pollutants in foodstuffs: A review of organic vs. conventional food. *Food and Chemical Toxicology*. 2019;125, 370-375 pp.
- Góral T, Łukanowski A, Małuszyńska E, Stuper-Szablewska K, Buśko M, Perkowski J. Performance of winter wheat cultivars grown organically and conventionally with focus on *Fusarium* head blight and *Fusarium* trichothecene toxins. *Microorganisms*. 2019;7(10):439.
- Mie A, Andersen HR, Gunnarsson S, Kahl J, Kesse-Guyot E, Rembiałkowska E, Quaglio, G., Grandjean, P. Human health implications of organic food and organic agriculture: a comprehensive review. *Environmental Health*. 2017;16:111.
- NFSA. Comparison of organic and conventional food and food production. Overall summary: impact on plant health, animal health and welfare, and human health. 2014. Doc. no.: 11-007-6-Final.
- Reglamento (CE) n.º 834/2007 del Consejo, de 28 de junio de 2007, sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos y por el que se deroga el Reglamento (CEE) n.º 2092/91 DOUE 189, de 20 de julio de 2007. 23 p.
- Reglamento (UE) 2018/848 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de mayo de 2018, sobre producción ecológica y etiquetado de los productos ecológicos y por el que se deroga el Reglamento (CE) n.º 834/2007 del Consejo. DOUE 150, de 14 de junio de 2018. 92 p.
- Srednicka-Tober D, Barański M, Seal C, Sanderson R, Benbrook C, Steinshamn H, Gromadzka-Ostrowska, J., Rembiałkowska, E., Skwarło-Sońta, K., Eyre, M., Cozzi, G., Krogh Larsen, M., Jordon, T., Niggli, U., Sakowski, T., Calder, P.C., Burdge, G.C., Sotiraki, S., Stefanakis, A., Yolcu, H., Stergiadis, S., Chatzidimitriou, E., Butler, G., Stewart, G., Leifert, C. Composition differences between organic and conventional meat: a systematic literature review and meta-analysis. *Br J Nutr*. 2016a;115:994–1011.

Srednicka-Tober D, Barański M, Seal CJ, Sanderson R, Benbrook C, Steinshamn H, Gromadzka-Ostrowska, J., Rembiałkowska, E., Skwarło-Sońta, K., Eyre, M., Cozzi, G., Larsen, M.K., Jordon, T., Niggli, U., Sakowski, T., Calder, P.C., Burdge, G.C., Sotiraki, S., Stefanakis, A., Stergiadis, S., Yolcu, H., Chatzidimitriou, E., Butler, G., Stewart, G., Leifert, C. Higher PUFA and n-3 PUFA, conjugated linoleic acid, α -tocopherol and iron, but lower iodine and selenium concentrations in organic milk: a systematic literature review and meta- and redundancy analyses. *Br J Nutr.* 2016b;115: 1043–60.

Anexo

Principal normativa sobre producción ecológica

- [Reglamento \(UE\) 2018/848](#) del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de mayo de 2018, sobre producción ecológica y etiquetado de los productos ecológicos y por el que se deroga el Reglamento (CE) n.º 834/2007 de Consejo. [Este Reglamento será aplicable a partir del 1 de enero de 2022.]
- [Reglamento \(CE\) n.º 834/2007](#) del Consejo, de 28 de junio de 2007, sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos y por el que se deroga el Reglamento (CEE) n.º 2092/91.
- [Reglamento delegado \(UE\) 2020/427](#) de la Comisión, de 13 de enero de 2020, que modifica el anexo II del Reglamento (UE) 2018/848 del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que atañe a determinadas normas de producción detalladas aplicables a los productos ecológicos.
- [Reglamento de ejecución \(UE\) 2020/464](#) de la Comisión, de 26 de marzo de 2020, por el que se establecen determinadas normas de desarrollo del Reglamento (UE) 2018/848 del Parlamento Europeo y del Consejo con respecto a los documentos necesarios para el reconocimiento retroactivo de los períodos de conversión, la producción de productos ecológicos y la información que los estados miembros deben facilitar.
- [Reglamento delegado \(UE\) 2020/2146](#) de la Comisión, de 24 de septiembre de 2020, que completa el Reglamento (UE) 2018/848 del Parlamento Europeo y del Consejo con respecto a las normas excepcionales de producción aplicables a la producción ecológica.
- [Reglamento de ejecución \(UE\) 2021/279](#) de la Comisión, de 22 de febrero de 2021, por el que se establecen normas detalladas para ejecutar el Reglamento (UE) 2018/848 del Parlamento Europeo y de Consejo en lo relativo a los controles y otras medidas que garanticen la trazabilidad y el cumplimiento de lo dispuesto en materia de producción ecológica y etiquetado de los productos ecológicos.

- [Reglamento de ejecución \(UE\) 2021/1165](#) de la Comisión, de 15 de julio de 2021, por el que se autorizan determinados productos y sustancias para su uso en la producción ecológica y se establecen sus listas. Aplicable a partir del 31/12/2023.
- [Reglamento \(CE\) 1881/2006](#) de la Comisión, de 19 de diciembre de 2006, por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios.
- [Reglamento \(CE\) 2073/2005](#) de la Comisión, de 15 de noviembre de 2005, relativo a los criterios microbiológicos aplicables a los productos alimenticios.
- [Reglamento \(CE\) 852/2004](#) del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004, relativo a la higiene de los productos alimenticios.
- [Ley 2/2014](#), del 27 de enero de medidas fiscales, administrativas, financieras y del sector público (sobre el Consejo Catalán de la Producción Agraria Ecológica (CCPAE) como autoridad de control).