



# FACULTAD DE FARMACIA

Grado en Farmacia

## Estudio bibliográfico sobre la seguridad alimentaria. Comparación entre la agricultura ecológica y la agricultura tradicional

Memoria de Trabajo Fin de Grado

Sant Joan d'Alacant

Diciembre 2018

**Autor:** José Moya García  
**Modalidad:** Revisión sistemática  
**Tutor/es:** Esther Teresa Fuentes Marhuenda

Índice:

RESUMEN .....	3
ABSTRACT.....	4
INTRODUCCIÓN.....	5
OBJETIVOS.....	8
MÉTODO.....	9
RESULTADOS.....	10
DISCUSIÓN.....	24
CONCLUSIONES.....	27
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28
ANEXO.....	30



## RESUMEN

*Objetivo:* Analizar el estado de los estudios realizados sobre la utilización de agentes químicos en agricultura tradicional para comparar la seguridad sobre la salud frente a la práctica en la agricultura ecológica.

*Material y Método:* Se ha realizado una búsqueda bibliográfica de estudios publicados en castellano o en inglés en la base de datos de PubMed, filtrándose por año de publicación más reciente, siendo realizada la búsqueda entre marzo y septiembre de 2018.

*Resultados:* Se han analizado 93 estudios preliminares, y tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión se seleccionaron 10 para la revisión.

*Conclusiones:* Los estudios sugieren que un mal uso de algunos pesticidas, así como exceder el límite máximo de residuos (LMR), podrían estar relacionados con problemas de salud.

*Palabras clave:* "agriculture, organic", "pesticides", "pesticide residues" y "health"

## ABSTRACT

*Objective:* To analyze the state of the studies on the use of chemical agents in traditional agriculture, to compare the safety on the health, compared to the practice in the ecological agriculture.

*Material and Method:* A bibliographical search of studies published in English or Spanish in the PubMed database has been carried out. Filtering by year of most recent publication, being carried out the search between March and September of 2018.

*Results:* We have analyzed 93 preliminary studies, and after applying the inclusion and exclusion criteria, 10 were selected for the review.

*Conclusions:* The studies suggest that a bad use of certain pesticides, as well as exceed the MRLs, could be related to health problems.

*Keywords:* “agriculture” “ organic” “pesticides” “pesticide residues” “health”

## INTRODUCCIÓN

Muchos consumidores sostienen que los alimentos orgánicos son más nutritivos que los alimentos convencionales. Esto se traduce en un avance en la industria de alimentos orgánicos, la cual ha crecido considerablemente en las últimas décadas. Mientras que inicialmente la producción se centraba en pequeñas granjas y en la distribución de productos frescos de manera local, el auge de ventas y consumo se ha visto como una oportunidad de negocio para los grandes productores de alimentos.

La agricultura orgánica utiliza diversos métodos para mejorar o mantener la fertilidad del suelo, como son la rotación de cultivos, la labranza y las prácticas de cultivo, cultivos de cobertura y productos naturales. Esta producción orgánica está regulada por la normativa Europea recogida en los **Reglamentos (CE) 834/2007, 889/2008 y 1235/2008**, la cual regula las normas de producción, elaboración, etiquetado y el sistema de control de los productos ecológicos. (19)

También conocida como ecológica o biológica, la agricultura orgánica es un sistema de producción y elaboración agrícola alternativa que permite obtener alimentos de origen animal y vegetal de óptima calidad, libres de residuos químicos. Utiliza los recursos naturales como fertilizantes y plaguicidas, de forma que minimiza el impacto humano en el medio ambiente, a fin de preservar la biodiversidad vegetal y animal sin romper el ciclo vital del ecosistema.

El uso de pesticidas químicos utilizados habitualmente en la agricultura tradicional genera rastros de residuos de éstos en los alimentos, los cuales ingerimos diariamente. De igual modo, el uso de pesticidas también afecta a la salud del trabajador agrícola al estar expuesto de manera directa a ellos.

Los organoclorados son compuestos químicos formados por un esqueleto de átomos de carbono, donde algunos de los átomos de hidrógeno unidos al carbono han sido reemplazados por átomos de cloro. Comprenden los derivados clorados del etano, cuyo origen se remonta a la fabricación del DDT y la lucha

química para el control del mosquito *Anopheles*, trasmisor de la malaria. Su mecanismo de acción, como casi todos los insecticidas, es alterando la transmisión del impulso nervioso.

El problema de estos compuestos es que son persistentes en el ambiente en el que se utilizan, se acumulan, poseen alta estabilidad química, estabilidad a la luz y tienen una difícil degradación biológica.

Dentro de estos compuestos se encuentran; aldrina, clordano, dieldrina, heptacloro, lindano y toxafeno.

Los plaguicidas organofosforados son sustancias derivadas del ácido fosfórico, altamente tóxico. Desarrollados inicialmente para el uso militar en la segunda guerra mundial como gases nerviosos (sarín, tabún y soman), posteriormente se aplicaron al uso agrícola debido a la prohibición del uso de organoclorados, forman parte de este grupo el paratión y el malatión.

Se caracterizan por su alta toxicidad, su baja estabilidad química y su nula acumulación en los tejidos, característica ventajosa frente a los organoclorados de baja degradabilidad y gran bioacumulación.

Cuando una persona entra en contacto con herbicidas o plaguicidas de cualquier tipo, es difícil relacionar esta exposición a los posibles y diferentes problemas de salud. Debido a que la mayoría de los envenenamientos se deben a exposiciones desarrolladas durante un tiempo muy prolongado. Ciertas patologías como el cáncer son producidas por diversos factores genéticos, ambientales y tabaquismo, es por lo que no se puede relacionar directamente a un producto determinado.

Las vías de intoxicación de estos plaguicidas son múltiples:

- Vía oral, mediante la ingestión directa de los compuestos por error, confusión o intencionalidad.
- Vía inhalatoria, a través de las vías respiratorias de productos volátiles, vapores, nubes en espacios cerrados o al aire libre.
- Vía dérmica, por la absorción a través de la piel, tanto desnuda como cubierta, y/o por salpicaduras de cualquier tipo.

Los efectos sobre la salud y la gravedad de las intoxicaciones dependerán de múltiples factores. Algunos de ellos los analizaremos más adelante con la recogida bibliográfica.



## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general:**

- El objetivo de este trabajo es analizar el estado de los estudios sobre la utilización de agentes químicos en agricultura tradicional, para comparar la seguridad sobre la salud, frente a la práctica en la agricultura ecológica.

### **Objetivos secundarios:**

-Conocer cuáles son los compuestos químicos más utilizados en la agricultura de mercado y su nivel de exposición en las frutas y verduras.

-Ampliar conocimientos acerca de los individuos más expuestos a padecer problemas de salud derivados del uso de agentes químicos en la agricultura tradicional.

-Identificar los posibles problemas de salud que puedan desarrollarse por la exposición a los residuos químicos.



## MÉTODO

### *Diseño*

Se ha realizado una búsqueda bibliográfica de los estudios publicados en la base de datos de PubMed. Los datos reflejados se obtuvieron a través de la consulta directa y con acceso a internet.

### *Estrategia*

Utilizando las palabras clave en inglés “agriculture organic”, “pesticides”, “pesticides residues” y “health” combinados con los operadores booleanos “OR” y “AND”. Se conformó una búsqueda final mediante la siguiente ecuación:

(agriculture, organic[MeSH Terms]) AND pesticides[MeSH Terms]) OR pesticide residues[MeSH Terms]) AND health

### *Selección de los estudios:*

La búsqueda se filtró por año de publicación más reciente, siendo realizada entre los meses de marzo y septiembre de 2018, seleccionando las publicaciones de los últimos 10 años y teniendo en cuenta que los textos fueran completos y gratuitos.

Se utilizaron como criterios de inclusión:

- Estudios en humanos.
- Estudios sobre cultivos destinados a la alimentación.

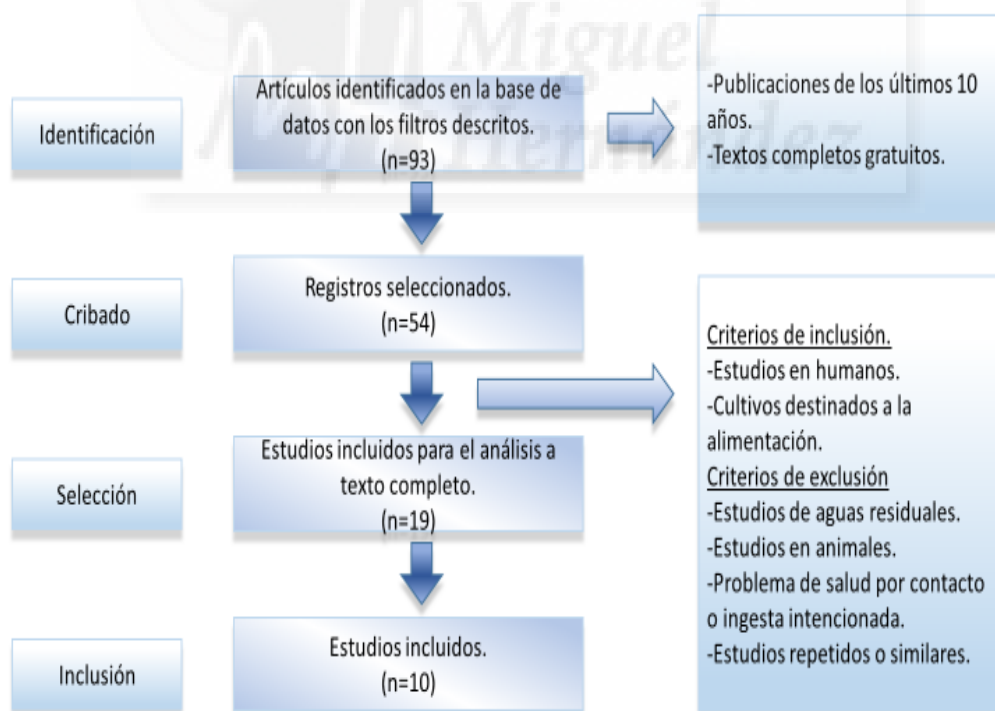
Los criterios de exclusión fueron:

- Estudios donde se analizaron algún tipo de agua residual y su uso en cultivos.
- Estudios en animales.
- Estudios en los que el problema de salud se debiese a contacto o ingesta intencionada.
- Estudios repetidos o muy similares.

## RESULTADOS

Aplicando los tres filtros de búsqueda descritos, se recuperaron 93 referencias. Después de analizar el título y el resumen se excluyeron por no pertenecer al tema el 41.93% de los estudios (39). Tras aplicar los criterios de inclusión y de exclusión se analizó a texto completo el 20.43% de los resultados (19). De estos, nueve fueron excluidos, por lo que sólo fue posible seleccionar el 10.75% de documentos (10) para su revisión y análisis. (figura 1). Las características principales de los estudios se recogen en la tabla 1.

Figura 1. Diagrama de flujo de los estudios incluidos.



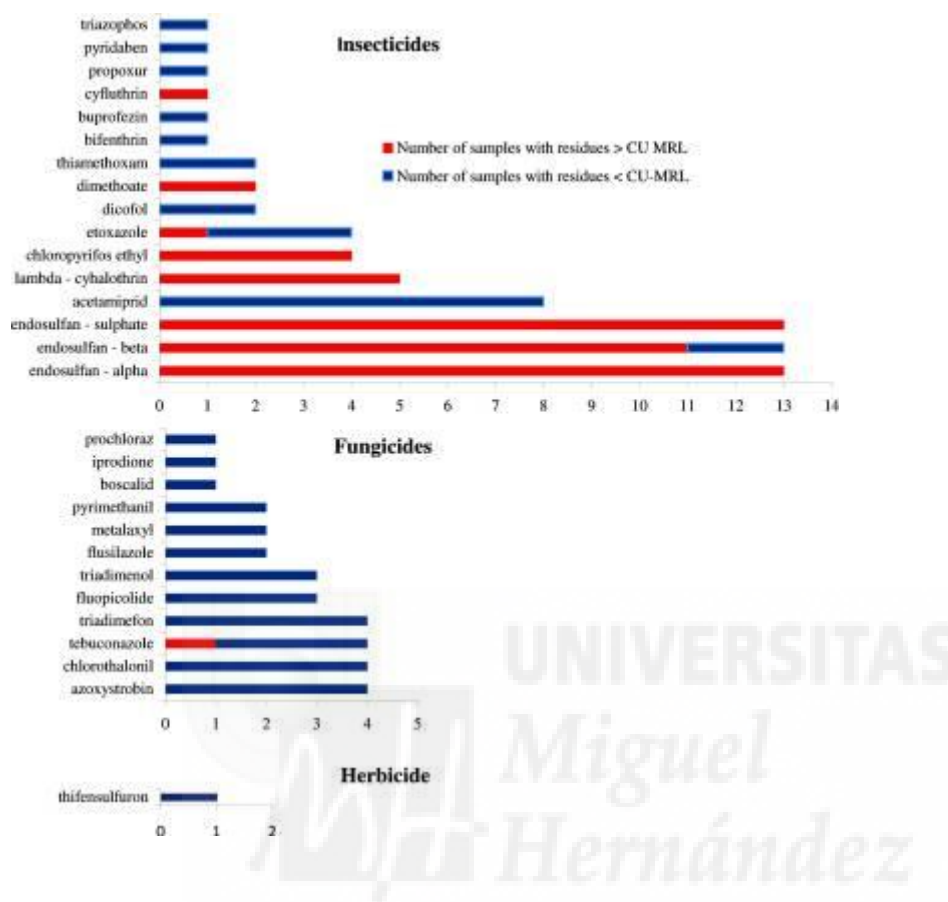
En varios de los trabajos revisados se encontró una alta tasa de pesticidas detectados. En el trabajo de Yan Yu, mediante un método de cromatografía de gases y espectrometría en masa se determinaron la presencia de residuos de pesticidas en muestras de vegetales. Se encontraron 32 residuos de pesticidas en 518 muestras de 20 tipos de vegetales. El 7.7% de ellos superaban el LMR y el 9.3% de estos se encontraban en vegetales convencionales.

En el trabajo de Yang Hu se clasificó a los participantes de su estudio en términos de exposición/ ingesta para la validación de *PRBS*, *OC-PRBS* y *OP-PRBS*. Hallándose una correlación positiva de *PRBS* con la edad. Participantes con sobrepeso y las mujeres obtuvieron un *PRBS* más alto que los delgados y los varones respectivamente. Se observó una diferencia de los niveles medios de *OC* entre los individuos de los quintiles superiores e inferiores de la puntuación de *OC-PRBS*, varió desde 33% para hexaclorobenceno hasta 89% para trans-nonachlor. Para pesticidas *OP*, las diferencias oscilaron un 14% para dietilfosfato y 122% para dimetiltiofosfato. Luego se examinó la relación del promedio de metabolitos de pesticidas totales, con los *OC* totales y *OP* totales y las anteriores puntuaciones de *PRBS*, *OC-PRBS* y *OP-PRBS* ajustadas por edad, género, raza, actividad física y hábito tabáquico. Lo que se comprobó al ajustar con estas co-variables, especialmente la edad, es la atenuación de *OC-PRBS* mientras que la validez de *OP-PRBS* se fortaleció.

En la evaluación de residuos de pesticidas en la región de Almaty de Kazajistán, en concreto en muestras de pepinos y tomates, en el estudio de Bozena Lozowicka, no se detectaron residuos de pesticidas en 34 de las 82 muestras. Se relacionó la concentración de todos los residuos con los niveles máximos establecidos en la Comisión Europea, en EU-MRLs y la Custom Union(CU) -MRL. En cuanto a los pesticidas encontrados en los tomates, se detectaron 26 compuestos 73 veces, de los cuales 14 y 40 superaron los niveles de EU-MRL y Custom Union (CU) -MRL, respectivamente. Respecto a los pepinos, se detectaron 17 compuestos 34 veces; 6 y 17 estaban por encima de EU-MRL y CU-MRL, respectivamente. En total, se detectaron 29 residuos de pesticidas en los tomates y pepinos, los cuales se clasificaron en 3 grupos:

insecticidas, fungicidas y herbicidas (figura 2). Entre los pesticidas más detectados, los organoclorados.

Figura 2



En el estudio realizado en Polonia en 2012-2014 sobre la presencia de residuos de plaguicidas en frutas de hueso mediante métodos analíticos y cromatografía de gases. Se obtuvo que 13 de las 92 muestras contenían residuos de pesticidas; boscalide, bupirimato, difenoconazole, ditiocarbamatos y captan del grupo de fungicidas, y cypermethrin y pirimicarb del grupo de insecticidas.

Las sustancias que se detectaron con mayor frecuencia fueron ditiocarbamatos y captan. En las muestras analizadas se encontró el uso de productos fitosanitarios no recomendados en cultivos agrícolas. Pese a todo, no se excedieron los niveles máximos de residuos (LMR).

En las muestras recogidas de alimentos de los 46 niños en el estudio de Chensheng Lu se encontró que el 14% y el 5% de las 239 muestras de alimentos contenían al menos un insecticida OP y piretroide, respectivamente. Se cuantificó un total de 11 OP en niveles que oscilaban entre 1 y 387 ng / g y 3 insecticidas piretroides, en niveles que oscilaban entre 2 y 1.133 ng / g.

En otro marco respecto a los estudios seleccionados, encontramos a Jian Du, que estudia la presencia de pesticidas en la leche materna (HM) y su relación con el crecimiento y el desarrollo infantil. Se realizó mediante un método QuEChERS validado y cromatografía de gases con espectrometría de masas para el análisis de 88 pesticidas. Sólo 3 de los 88 pesticidas, *p, p'*-DDE, *p, p'*-DDT y  $\beta$ -HCH, fueron detectados. No se detectaron otros pesticidas, como los OP, fungicidas, carbamatos y piretroides. El pesticida más detectado fue el *p, p'*-DDE, hallado en 83 de las 99 muestras.

Hubo una disminución general del 68% de las concentraciones de *p, p'*-DDE durante los primeros 12 meses de lactancia. De la misma forma, las concentraciones de *p, p'*-DDT y  $\beta$ -HCH en este estudio también disminuyeron en un 45% y un 73% respectivamente durante el período de lactancia de 2 a 12 meses.

Se observaron aumentos significativos en el peso infantil ( $P < 0.01$ ), la longitud ( $P < 0.01$ ) y la circunferencia de la cabeza ( $P < 0.01$ ) durante el primer año de lactancia. No se observaron asociaciones significativas entre *p, p'*-DDE y los resultados del crecimiento infantil.

En otro estudio relacionado con la exposición de pesticidas y los resultados adversos del parto, concretamente por el consumo de té durante el embarazo de Cynthia Colapinto, se estudiaron los nacimientos en madres que consumieron té durante la gestación mediante el análisis de las concentraciones de metabolitos de OC de lípidos en el plasma materno. Se encontraron concentraciones detectables en menos del 50% de las muestras de Aldrin,  $\alpha$ -clordano,  $\gamma$ -clordano, cis-nonacloro,  $\gamma$ -HCH, *p, p'*-diclorodifeniltricloroetano, HCB, Mirex, Tox 26 y Tox 50. Por lo que no se pudo establecer diferencias entre los bebedores y los no

bebedores de té. La Gm del constituyente del pesticida medible trans-nonachlor fueron de 2.74 ng / g de lípidos; y para metabolitos de pesticidas medibles, la GM fue 1.94 ng / g de lípido para oxiclordano; y 55.8 ng / g de lípido para p, p'-DDE. Para el análisis de OP, el porcentaje de muestras sin dietildiofosfato de dieta detectable fue del 98%. No se hallaron diferencias significativas en las concentraciones de estos metabolitos de pesticidas OP entre bebedoras y no bebedoras de té. Finalmente, no se encontró una asociación significativa entre el consumo de té y el riesgo de parto prematuro, la relación con el peso al nacer o la circunferencia de la cabeza.

Según el estudio de Carla Costa donde comparó grupos control con grupos de agricultores orgánicos y agricultores expuestos a pesticidas para evaluar los daños genéticos e inmunológicos, se observó que los trabajadores expuestos a pesticidas comparados con los grupos control no expuestos, presentaban medias significativamente más altas de MN en linfocitos ( $6.69 \pm 0.47$  vs.  $2.33 \pm 0.23$ ) y reticulocitos ( $1.14 \pm 0.09$  vs.  $0.51 \pm 0.05$ ), CA total ( $1.56 \pm 0.15$  vs.  $0.92 \pm 0.14$ ) y % T ( $15.05 \pm 0.85$  vs.  $8.03 \pm 0.73$ ). Para los agricultores orgánicos los resultados no fueron consistentes ya que mostraban un aumento del 48% de la frecuencia de MNL ( $p = 0.016$ ) y disminuciones significativas para TCR-Mf ( $p = 0.001$ ) y % T ( $p = 0.001$ ).

En los resultados de las subpoblaciones de linfocitos se encontraron diferencias estadísticamente significativas solo para los linfocitos B (medias más altas en los controles en comparación con los agricultores orgánicos;  $p = 0.023$ ) y células asesinas naturales (medias más altas en los agricultores orgánicos en comparación con los controles;  $p = 0.001$ ).

En el estudio realizado por Yu-Han Chiu se analizó la calidad del semen de 189 hombres sanos y jóvenes en relación a la presencia de residuos de pesticidas en frutas y verduras ingeridas. Los resultados obtenidos establecen que la calidad del semen no está relacionada con la ingesta total de frutas y verduras. Las relaciones de ingesta de frutas y verduras de baja a moderada y alta en residuos de pesticidas fueron significativamente distintos entre sí para el recuento total de espermatozoides ( $P = 0,006$ ) y la concentración de

espermatozoides ( $P = 0,005$ ). Se relacionó positivamente la ingesta de frutas y verduras con residuos de baja a moderada con un recuento total, más concentración y movilidad de los espermatozoides. Pese a esto, la ingesta de frutas y verduras con alto nivel de residuos de pesticidas no se asoció con ninguna de las variables de calidad del semen evaluadas.

Sin embargo, hubo una asociación positiva entre la ingesta de frutas y vegetales con alto contenido de pesticidas y la concentración de E2 y la testosterona libre con un valor límite (tendencia  $P = 0.08$  y  $0.08$ , respectivamente).

Jin-Hoon Yang en su estudio sobre la relación entre la deficiencia de vitamina D y los pesticidas organoclorados mostró que el p, p'-DDT es uno de los pesticidas OC que poseía las asociaciones más fuertes con el nivel de 25- (OH) D en suero. También los sujetos con concentraciones séricas de p, p'-DDT eran mayores, más obesos, no blancos, no fumadores y con mayor prevalencia de hipertensión o diabetes, en comparación con aquellos con bajas concentraciones séricas de p, p'-DDT.

Cuando se estratificó a los sujetos por edad, raza y presencia de ciertas enfermedades crónicas, p, p'-DDT mostraron asociaciones inversas consistentes en todos los subgrupos. De la misma forma p, p'-DDE como  $\beta$ -hexaclorociclohexano mostraron asociaciones inversamente significativas o marginalmente significativas con los niveles séricos de 25- (OH) D sólo entre los sujetos de mayor edad o aquellos con enfermedad crónica. Pese a todo es difícil saber si estos pesticidas OC están realmente involucrados en la alteración del metabolismo de la vitamina D según los hallazgos epidemiológicos.

Tabla 1. Características de los estudios incluidos.

Autor/es, Año	Muestra y/o grupos de comparación.	Objetivos	Resultados	Conclusiones
<i>Yang Hu et al. (2016)</i>	3679 participantes de EEUU	Estimar la ingesta total de pesticidas en la dieta (PRBS), de organofosforados (OP-PRBS) y de organoclorados (OC-PRBS). A través de la evaluación del puntaje de carga de residuos de pesticidas en orina y/o suero en 3679 participantes de la NHANES.	Las mujeres y los participantes con sobrepeso u obesos tuvieron un PRBS más alto que los hombres delgados; también se correlacionó positivamente con la edad. El valor medio de cada pesticida OC y OP aumentó por quintiles después del ajuste de las co-variables, especialmente el de la edad.	El puntaje general de pesticidas en frutas y vegetales, el de organofosforados y el de organoclorados fueron capaces de clasificar a las personas en términos de exposición a residuos de pesticidas en la población. Estas puntuaciones podrían servir como herramientas para evaluar la exposición a residuos de pesticidas a través del consumo de frutas y verduras en estudios epidemiológicos.
<i>Jian Du et al. (2016)</i>	16 madres lactantes	Determinar la relación entre la presencia de 88 pesticidas en la leche materna (HM) y el crecimiento y el desarrollo infantil por medio de diferentes muestras, durante los primeros 12 meses de	Solo 3 de los 88 pesticidas fueron encontrados. $p$ , $p'$ -DDE, $p$ , $p'$ -DDT y $\beta$ -HCH. No se detectaron otros pesticidas como los OPP, fungicidas, carbamatos y	Después de la normalización de las concentraciones en contenido de grasa de HM, los niveles de pesticidas disminuyeron sustancialmente durante el primer año de lactancia y los niveles de $p$ , $p'$ -DDE no se relacionaron con las



		lactancia. Todo mediante un método QuEChERS validado y una cromatografía de gases.	piretroides. El más abundante fue el $p, p'$ -DDE.	medidas de crecimiento infantil como el peso infantil, la longitud, la circunferencia de la cabeza y adiposidad.
<i>Chiu YH et al (2016)</i>	189 varones entre 18 y 22 años	Determinar la relación entre la ingesta de frutas y verduras, considerando la existencia de residuos de pesticidas, con la calidad del semen y las concentraciones séricas.	La ingesta de frutas y verduras con baja a moderada presencia de residuos se relacionó positivamente con el recuento total de espermatozoides ( $P$ -tendencia = 0.003) y concentración de esperma ( $P$ -tendencia = 0.0005). Además, el aumento de la ingesta de frutas y verduras con residuos de pesticidas de baja a moderada se asoció con un recuento normal total significativamente mayor ( $P$ = 0.03) y un recuento total de móviles ( $P$ = 0.006). Sin embargo, la ingesta de frutas y verduras con alto contenido de pesticidas no se relacionó con ninguna de las variables	Tras evaluar la relación entre la ingesta de frutas y verduras y el estado de residuos de pesticidas, se encontró que la ingesta de frutas y verduras con concentraciones bajas y moderadas de residuos de pesticidas se asoció con un mayor número total y concentración de espermatozoides. Sin embargo, la ingesta de frutas y verduras con alto contenido de pesticidas no estuvo relacionada con la calidad del semen o las concentraciones de hormonas reproductivas.

			de calidad del semen evaluadas ( $P > 0.05$ ).	
Lozowicka B et al (2015)	82 muestras de pepinos y tomates de Almaty Kazajistán	Evaluar el nivel de residuos de pesticidas en vegetales en una región concreta de Kazajistán y determinar los posibles riesgos potenciales para la salud asociados con esta exposición.	Los resultados indicaron que más de la mitad de las muestras (59%) contenían 29 pesticidas, de los cuales 10 no están registrados en Kazajistán. Según el tipo de vegetales, los tomates muestran un porcentaje mayor, 34% no contenían residuos y un 34% excede los límites permitidos. Para los pepinos, la mitad de las muestras no contienen residuos y sólo un 21% contenían residuos por encima de los límites.	Los resultados respaldan la hipótesis de la presencia de pesticidas en los tomates y pepinos de Kazajistán. Se encontraron residuos de pesticidas en más de la mitad de las muestras, muchas de ellas excediendo los LMR. Por lo que se debería hacer un uso apropiado de los pesticidas y establecerse un sistema de monitoreo de residuos en Kazajistán. Así como implementar sanciones a los productores locales que violen las reglas de los pesticidas y desarrollar programas de reducción de plaguicidas y medidas biológicas para controlar plagas.
Colapinto CK et al (2015)	1898 nacimientos canadienses	Determinar si la ingesta de té en el primer trimestre de embarazo se asoció con concentraciones elevadas de	No hubo diferencia significativa en las concentraciones medias para estos componentes de	Los hallazgos no respaldaron la hipótesis de que los consumidores de té tendrían una exposición significativa mayor a los pesticidas

		diversos pesticidas en sangre materna u orina. Además, examinar la relación entre el consumo de té y los resultados adversos del nacimiento.	pesticidas o metabolitos de OC u OP entre las bebedoras de té (de cualquier tipo) y las que no bebían té. Además, no se encontró asociación entre la ingesta de té y los resultados adversos del parto.	OC o OP a pesar de los estudios que han demostrado concentraciones de residuos de pesticidas en los téis vendidos en Canadá. Además, la ingesta de té en el primer trimestre no se asoció con resultados adversos en el parto.
<i>Costa C et al (2014)</i>	85 agricultores expuestos a pesticidas  36 agricultores orgánicos	El objetivo de este trabajo fue evaluar el daño genético y las alteraciones inmunológicas en los trabajadores de la agricultura tradicional y orgánica.	Los agricultores de pesticidas presentaron un aumento significativo de los micronúcleos en los linfocitos, reticulocitos, aberraciones cromosómicas, daño en el ADN y una disminución significativa en la proporción de linfocitos B.	El estudio confirma una mayor presencia de daños en el ADN en agricultores expuestos a pesticidas y cómo las condiciones de exposición pueden influir en los efectos. Estos resultados deben interpretarse con cautela debido al pequeño tamaño de la muestra y la variabilidad de la muestra de los tres grupos de estudio.
<i>Yang JH et al (2012)</i>	61 controles  1275 participantes mayores de	Evaluar si las concentraciones séricas de pesticidas OC estaban asociadas con las concentraciones séricas de	Los sujetos con altas concentraciones séricas de p, p'-DDT eran mayores, más obesos, no blancos y no fumadores, en comparación	El estudio actual sugiere que la exposición de fondo a algunos pesticidas OC conduce a una

20 años de  
EEUU.

25-hidroxivitamina D (25  
(OH) D) en la población  
general de los EE. UU.

con aquellos con bajas  
concentraciones séricas de p,  
p'-DDT. También tenían  
mayor prevalencia de  
hipertensión o diabetes. Entre  
los 7 pesticidas OC, p, p'-  
DDT, p, p'-DDE y  $\beta$ -  
hexaclorociclohexano  
mostraron asociaciones  
inversas significativas con el  
suero 25- (OH) D (P <0.01)

deficiencia de vitamina D en  
humanos.

Por otro lado, existen  
controversias. En primer lugar, no  
podemos descartar la causalidad  
inversa ya que este estudio es  
transversal. Además, los  
resultados de campo sobre los  
contaminantes y los niveles de  
vitamina D sugieren la posibilidad  
de que los pesticidas OC influyan  
en el metabolismo de la vitamina  
D. En segundo lugar, las  
concentraciones séricas de 25 (OH)  
D se ven afectadas por la  
exposición a la luz solar y varían  
según la estación, el tiempo de  
actividad al aire libre y la latitud de  
residencia.

*Lu C et al  
(2010)*

Muestras de  
alimentos  
recogidas de  
la dieta de un

Evaluar la presencia de  
residuos de pesticidas en  
muestras de alimentos  
consumidos por un grupo de  
46 niños de entre 3 y 11 años

Encontramos que el 23% y el  
15% de las muestras de  
alimentos recolectadas de  
CPES-WA y CPES-GA,  
respectivamente, contenían

El consumo frecuente de productos  
alimenticios con presencia  
episódica de residuos de  
plaguicidas se sospecha que

grupo de 46 niños.	de Washington (n=23) y Georgia (n=23).	residuos de insecticida OP o piretroides.	causan efectos neurológicos y en el desarrollo en niños pequeños.	
		Detectamos los residuos de OP con mayor frecuencia en las muestras de CPES-WA que en las muestras de CPES-GA (21% vs. 9%), pero los residuos de insecticida piretroide aparecían con más frecuencia en las muestras de CPES-GA que en las muestras de CPES-WA (8% vs. 3 %).	Las diferencias estacionales y geográficas observadas en el tipo de pesticidas y residuos que se encuentran en los alimentos que se consumen comúnmente afectarán a la exposición alimentaria y a las evaluaciones de riesgo.	
		Varias muestras de alimentos recogidas de niños con CPES-WA contenían niveles de residuos más altos que los reportados por el PDP		
<i>Slowik-Borowiec M et al (2015)</i>	92 muestras de frutas de hueso	Evaluar la presencia de residuos de plaguicidas en las frutas de hueso en la región sureste de Polonia entre 2012-2014 con el fin de proporcionar datos para	Se detectaron residuos de pesticidas en 13 de las muestras (14%). Se encontraron 7 principios activos, incluidos 5 fungicidas: boscalida,	La falta de productos fitosanitarios para controlar enfermedades o plagas específicas en los cultivos da como resultado el uso de formulaciones no recomendadas para el uso agrícola.

		estimar la exposición y el riesgo para la salud de los consumidores	bupirinato, difenoconazol, ditiocarbamatos y captan, y 2 insecticidas: cipermetrina y pirimicarb.	
			Las sustancias detectadas con mayor frecuencia fueron los ditiocarbamatos y captan.	
			En algunas de las muestras analizadas, se recogieron residuos de sustancias activas no recomendadas para los cultivos hortícolas.	
Yu Y et al (2017)	20 tipos de vegetales	Determinar el porcentaje de presencia de pesticidas en muestras de vegetales de uso común en la región noroeste de China con el fin de proporcionar una evidencia científica que avale a las autoridades agrícolas chinas para mejorar la gestión, uso y control de los pesticidas.	Se encontró la presencia de un total de 32 residuos de pesticidas en las 518 muestras de los 20 tipos de vegetales que se incluyeron en el estudio.  Se detectó un total de 84,3% (n=27) de pesticidas en concentraciones que superaron los límites máximos de residuos (LMR). Dentro de estos, 11 de ellos	Se proporciona evidencias científicas de la presencia de residuos de pesticidas en los vegetales de uso común en la región noroeste de China. Importancia del alto número de pesticidas detectados, así como de la detección de pesticidas que exceden sus LMR.

están prohibidos en  
agricultura.

Los hallados con mayor  
frecuencia fueron malatión,  
diclorvos y dimetoato.



## DISCUSIÓN

Tras la interpretación de los resultados anteriores, se ha observado la presencia de numerosos compuestos químicos en las múltiples variedades de frutas y verduras en la agricultura tradicional, sin mencionar los posibles efectos de la salud que desembocan.

El conjunto de los artículos seleccionados para su estudio presenta una antigüedad máxima de solo 8 años. Hemos agrupado los artículos en tres bloques para analizarlos desde tres aspectos relacionados con el tema.

### **a. La presencia de residuos de pesticidas.**

La cromatografía de gases ha sido el método más utilizado en los estudios seleccionados para la detección de estos residuos (1,4,9,8,2). Otros métodos de análisis han sido la espectrometría y el utilizado por Slowie-Borowieck basados en la extracción de líquido/líquido (9). También mencionamos el uso de métodos QuEChERS por su diseño rápido, fácil y sencillo.

Los productos en los que se han realizado los estudio han sido frutas y verduras de uso cotidiano que se encuentran en cualquier supermercado, aportando gran variedad de información distinta. Esto se debe a que los estudios han sido realizados en muchas partes del mundo con distinto clima, suelo, variación estacional y distintos recursos. En el presente estudio ha sido de especial dificultad el hecho de seleccionar un tipo concreto de vegetal para la revisión, especialmente en el caso del Limón.

En todos los estudios de los artículos seleccionados se han hallado una gran variedad de pesticidas y compuestos químicos, predominantemente organoclorados y organofosforados, así como fungicidas en Kazajistán (4). Se observaron dos artículos en los que la cantidad de residuos de pesticidas superaban los *LMR* (1)(4), sin embargo, en el estudio realizado en Polonia no se excedieron (9).



## **b. Población expuesta.**

Uno de los grupos de la sociedad más susceptible a los posibles efectos perjudiciales de los agentes químicos son los embriones, recién nacidos y niños. Ya que se sabe que la presencia de pesticidas es motivo de preocupación por los posibles efectos negativos al interferir con la función de los sistemas endocrinos aún sin desarrollar (2,5,8).

Lo que sí tenemos claro es que, si hablamos de agricultura y de los productos químicos utilizados, tenemos que hablar de los agricultores (6). Porque es el grupo que está expuesto a través de todas las vías de intoxicación; oral, dérmica e inhalatoria al entrar en contacto directo con dichos productos durante su manipulación y aplicación.

El resto de la población no queda exento de la posible afección por los pesticidas como en el estudio realizado por Yu-Han Chiu sobre la calidad del semen en individuos sanos (3). Aun así, se necesitaría realizar una investigación adicional para aclarar si los alimentos contaminados pueden dañar el sistema reproductor humano.

## **c. Problemas de salud.**

Como comentamos anteriormente, los residuos de pesticidas pueden afectar muy directamente a las madres de futuros recién nacidos, ocasionando daños irreversibles al feto durante el embarazo o posteriormente a través de la leche materna.

Como ya se ha visto, los organoclorados están relacionados con la deficiencia de vitamina D (7), entre estos problemas cabe destacar que afectan a toda la población, aun así, las asociaciones más estrechas se observan en la población mayor de 60 años y/o con enfermedades crónicas.

Las limitaciones de este estudio bibliográfico se han podido deber a varias razones. Uno de los principales problemas que hemos encontrado a la hora de

recopilar información, es que el uso de pesticidas y agentes químicos van destinados a erradicar esas plagas que afectan terreno hortícola, con lo que los estudios encontrados trataban directamente con el problema subyacente, las plagas.

Otro de los problemas, es el mal uso de los pesticidas por parte de la población, debidos a la inoperancia, el desconocimiento o el uso concreto para autolesionarse.

Los resultados del presente estudio esclarecen, si bien no del todo, la estrecha relación de los residuos de pesticidas con efectos negativos en la salud. Por tanto, estos hallazgos podrían ayudar a concienciar a las empresas y agricultores a llevar una buena gestión en cuanto a la producción de alimentos vegetales, mostrando que existe una alternativa orgánica libre de productos químicos, con el fin de minimizar los riesgos en toda la población.



## CONCLUSIONES

Después de evaluar los resultados obtenidos, podemos concluir:

-Existe una enorme presencia de residuos de pesticidas en frutas y verduras, algunos de ellos superando los *LMR*. El uso de organoclorados y organofosforados de mercado, así como de algunos productos no recomendados por su toxicidad aún está presente.

-Se confirma que la exposición a pesticidas en agricultura tradicional podría generar un mayor daño en el *ADN* en los agricultores. Se sugiere también que el uso de algunos organoclorados podría estar relacionados con la deficiencia de vitamina D. Por lo que existe una relación entre pesticida y problema de salud.

-Existen grupos de individuos más susceptibles; los agricultores debido a un mayor nivel de exposición respecto a los demás y los niños, por tener órganos inmaduros y sistemas sin desarrollar que lo protejan de la toxicidad.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Hu Y, Chiu YH, Hauser R, Chavarro J, Sun Q. Overall and class-specific scores of pesticide residues from fruits and vegetables as a tool to rank intake of pesticide residues in United States: A validation study. *Environ Int.* 2016 Jul-Aug;92-93:294-300.
2. Du J, Gridneva Z, Gay MC, Lai CT, Trengove RD, Hartmann PE, Geddes DT. Longitudinal study of pesticide residue levels in human milk from Western Australia during 12 months of lactation: Exposure assessment for infants. *Sci Rep.* 2016 Dec 7;6:38355. doi: 10.1038/srep38355.
3. Chiu YH, Gaskins AJ, Williams PL, Mendiola J, Jørgensen N, Levine H, Hauser R, Swan SH, Chavarro JE. Intake of Fruits and Vegetables with Low-to-Moderate Pesticide Residues Is Positively Associated with Semen-Quality Parameters among Young Healthy Men. *J Nutr.* 2016 May;146(5):1084-92.
4. Lozowicka B, Abzeitova E, Sagitov A, Kaczynski P, Toleubayev K, Li A. Studies of pesticide residues in tomatoes and cucumbers from Kazakhstan and the associated health risks. *Environ Monit Assess.* 2015 Oct;187(10):609. doi: 10.1007/s10661-015-4818-6.
5. Colapinto CK, Arbuckle TE, Dubois L, Fraser W. Tea consumption in pregnancy as a predictor of pesticide exposure and adverse birth outcomes: The MIREC Study. *Environ Res.* 2015 Oct;142:77-83. doi: 10.1016/j.envres.2015.06.020.
6. Costa C, García-Lestón J, Costa S, Coelho P, Silva S, Pingarilho M, Valdiglesias V, Mattei F, Dall'Armi V, Bonassi S, Laffon B, Snawder J, Teixeira JP. Is organic farming safer to farmers' health? A comparison between organic and traditional farming. *Toxicol Lett.* 2014 Oct 15;230(2):166-76. doi: 10.1016/j.toxlet.2014.02.011.
7. Yang JH, Lee YM, Bae SG, Jacobs DR Jr, Lee DH. Associations between organochlorine pesticides and vitamin D deficiency in the U.S. population. *PLoS One.* 2012;7(1):e30093. doi: 10.1371/journal.pone.0030093.
8. Lu C, Schenck FJ, Pearson MA, Wong JW. Assessing children's dietary pesticide exposure: direct measurement of pesticide residues in 24-hr duplicate food samples. *Environ Health Perspect.* 2010 Nov;118(11):1625-30.
9. Słowik-Borowiec M, Szpyrka E, Rupa J, Matyaszek A, Podbielska M. Pesticide residues in stone fruits from the south-eastern region of Poland in 2012-2014. *Rocz Panstw Zakl Hig.* 2015;66(3):211-6.
10. Yu Y, Hu S, Yang Y, Zhao X, Xue J, Zhang J, Gao S, Yang A. Successive monitoring surveys of selected banned and restricted pesticide residues in vegetables from the northwest region of China from 2011 to 2013. *BMC Public Health.* 2017 Aug 2;18(1):91.

11. <http://www.caecv.com/que-es-la-agricultura-ecologica/>
12. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29543740>
13. <http://www.redalyc.org/html/370/37028958004/>
14. [http://www.mag.go.cr/biblioteca\\_virtual\\_ciencia/h60-7190\\_anexo1.pdf](http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/h60-7190_anexo1.pdf)
15. <http://www.prtr-es.es/Atrazina,15614,11,2007.html>
16. <http://iris.paho.org/xmlui/bitstream/handle/123456789/16966/v98n1p10.pdf>
17. [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1131-57682002000500005](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1131-57682002000500005)
18. [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp\\_512.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp_512.pdf)
19. <http://www.ecocert.com/es/reglamento-europeo-ce/>
20. [https://www.minsalud.gov.co/comunicadosPrensa/Documents/INTOXICACION\\_POR\\_PLAGUICIDAS.pdf](https://www.minsalud.gov.co/comunicadosPrensa/Documents/INTOXICACION_POR_PLAGUICIDAS.pdf)



## ANEXO

### Abreviaturas:

*LMR*: Límite máximo de residuos.

*PRBS*: Puntaje de carga de residuos de pesticidas

*OC-PRBS*: Puntaje de carga de Organoclorados

*OP-PRBS*: Puntaje de carga de Organofosforados

*HM*: Leche materna

*QuEChERS*: Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged, and Safe

*NHANES*: National Health and Nutrition Examination Survey

*OC*: Organoclorados

*OP*: Organofosforados

*HCB*: Hexaclorobenzeno

*DDT*: Dicloro difenil tricloroetano

*GM*: Geometric means

*MR*: mean ratio

*CPES*: Children's Pesticide Exposure Study