



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES CUAUTITLÁN**

**ESTUDIO COMPARATIVO DE TÉCNICAS AGRÍCOLAS  
ORGÁNICAS Y CONVENCIONALES PARA EVALUAR SU  
SOSTENIBILIDAD EN LA UNIÓN EUROPEA Y MÉXICO**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERA QUÍMICA**

**PRESENTA**

**MARY PAZ CUÉLLAR DÍAZ**

**ASESORA:**

**I.Q. MARÍA ELENA QUIROZ MACIAS**

**CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO, 2017**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN  
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES**

**ASUNTO: VOTO APROBATORIO**

**M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN  
PRESENTE**

**ATN: I.A. LAURA MARGARITA CORTAZAR FIGUEROA  
Jefa del Departamento de Exámenes Profesionales  
de la FES Cuautitlán.**

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el: Trabajo de Tesis

**Estudio Comparativo de Técnicas Agrícolas Orgánicas y Convencionales para Evaluar su Sostenibilidad en la Unión Europea y México.**

Que presenta la pasante: Mary Paz Cuéllar Díaz  
Con número de cuenta: 412008599 para obtener el Título de la carrera: Ingeniería Química

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO**.

**ATENTAMENTE**  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
Cuautitlán Izcalli, Méx. a 17 de Abril de 2017.

**PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO**

	NOMBRE	FIRMA
<b>PRESIDENTE</b>	I.Q. Margarita Castillo Agreda	
<b>VOCAL</b>	I.Q. Carlos Orozco Hernández	
<b>SECRETARIO</b>	I.Q. María Elena Quiroz Macías	
<b>1er. SUPLENTE</b>	Dr. Julio César Morales Mejía	
<b>2do. SUPLENTE</b>	M. en E. María Teresa Ylizaliturri Gómez Palacio	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).

LMCF/cga\*

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres, por su amor y apoyo incondicional, gracias por ser mi ejemplo e inspiración y por lo que se han esforzado por mis hermanos y por mí. Les dedico esta tesis y todos mis logros.

A mis hermanos, por acompañarme siempre y por lo mucho que me enseñan, me quieren y me hacen feliz.

A todos mis profesores, en especial a mi asesora la I.Q. María Elena Quiroz Macías, por confiar en mí, transmitirme sus conocimientos, por las lecciones de vida y todos sus consejos.

A la Universidad Nacional Autónoma de México y en especial a la Universidad de Oslo, por haber comenzado este proyecto de investigación durante mi estancia en dicha institución.

A mis amigos, por su cariño y paciencia, por todo lo que hemos aprendido juntos, sin su ayuda esto no hubiera sido posible.

Cuando se produce un proceso termodinámico, el universo sufre un cambio irreversible, y éstos constantemente se están produciendo; por eso se dice que las cosas hoy no son exactamente como eran ayer, hecho por el cual también estoy agradecida.

# Índice

<b>Capítulo 1. Marco teórico</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Conversión de la agricultura convencional a la agricultura orgánica</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Agricultura orgánica</b> .....	<b>3</b>
1.2.1 Definición.....	4
1.2.2 Prácticas características .....	4
1.2.3 Mercado principal y emergente .....	4
<b>1.3 Agricultura Convencional</b> .....	<b>5</b>
1.3.1 Definición.....	5
1.3.2 Prácticas características .....	5
<b>1.4 Pesticidas</b> .....	<b>5</b>
1.4.1 Definición.....	5
1.4.1 Clasificación .....	6
<b>1.5 Fertilizantes</b> .....	<b>7</b>
1.5.1 Definición.....	7
1.5.1 Características generales.....	7
1.5.2 Clasificación .....	9
<b>1.6 Sostenibilidad</b> .....	<b>10</b>
1.6.1 Concepto .....	10
<b>Capítulo 2. Pesticidas en los cultivos orgánicos, convencionales y en nuestros alimentos</b> .....	<b>11</b>
<b>2.1 ¿Son los pesticidas utilizados peligrosos para tu salud?</b> .....	<b>11</b>
<b>2.2 ¿Los productos agrícolas orgánicos están libres de pesticidas?</b> .....	<b>13</b>
<b>2.3 Pesticidas orgánicos</b> .....	<b>15</b>
<b>2.4 Niveles de pesticidas orgánicos y sintéticos en los alimentos</b> .....	<b>16</b>
<b>2.5 Toxicidad de pesticidas orgánicos y sintéticos</b> .....	<b>17</b>
<b>2.6 Impacto ambiental de los pesticidas orgánicos y sintéticos</b> .....	<b>19</b>
<b>2.7 ¿Los productos agrícolas orgánicos son más saludables que los convencionales?</b> .....	<b>21</b>
<b>2.8 ¿Porque las técnicas agrícolas convencionales deben evolucionar?</b> .....	<b>22</b>
<b>2.9 ¿Porqué la agricultura orgánica no es la solución?</b> .....	<b>22</b>
<b>Capítulo 3. Fertilizantes</b> .....	<b>24</b>
<b>3.1 ¿Cuáles son los principales problemas medioambientales causados por los fertilizantes?</b> .....	<b>26</b>
<b>3.2 Lixiviación de macronutrientes</b> .....	<b>27</b>
<b>3.3 Acidificación del suelo</b> .....	<b>28</b>
<b>3.4 Contaminación por metales y otras sustancias</b> .....	<b>29</b>
<b>3.5 Bacterias en nuestra comida</b> .....	<b>30</b>
<b>3.6 Rendimiento y calidad del suelo</b> .....	<b>30</b>
<b>3.7 Aspectos Nutricionales</b> .....	<b>31</b>
<b>Capítulo 4. Producción a gran escala</b> .....	<b>33</b>
<b>4.1 Demanda alimenticia y la agricultura a nivel global</b> .....	<b>33</b>
<b>4.2 Evolución de la agricultura</b> .....	<b>34</b>
<b>4.3 Problemas de la agricultura moderna</b> .....	<b>34</b>
<b>Capítulo 5. Resultados: evaluación de sostenibilidad</b> .....	<b>35</b>
5.1 Indicadores de sostenibilidad .....	36

<b>Capítulo 6. Panorama actual en México.....</b>	<b>38</b>
<b>Conclusiones .....</b>	<b>42</b>
<b>Prácticas sugeridas y recomendaciones .....</b>	<b>44</b>
<b>Referencias.....</b>	<b>46</b>

## Abreviaturas

<b>Abreviatura</b>	<b>Nombre</b>
<b>CMG</b>	Cultivos Modificados Genéticamente
<b>MG</b>	Modificados Genéticamente
<b>IPM</b>	Del inglés, Integrated pest management
<b>FAO</b>	Del inglés, Food and Agriculture Organization
<b>OMS</b>	Organización Mundial de la Salud
<b>EPA</b>	Del inglés, Environmental Protection Agency
<b>LMR</b>	Límites Máximos de Residuos
<b>TLCAN</b>	Tratado de Libre Comercio de América del Norte
<b>FDA</b>	Del inglés, EE.UU. Food and Drug Administration
<b>EFSA</b>	Del inglés, European Food Safety Authority
<b>PDP</b>	Del inglés, Pesticide Data Program
<b>USDA</b>	Del inglés, United States Department of Agriculture
<b>PAN</b>	Del inglés, Pesticide Action Network of UK
<b>NOAEL</b>	Del inglés, No-Observed-Adverse-Effect Level
<b>LD50</b>	Del inglés, Lethal Dose, 50%
<b>SDHS</b>	Del inglés Short Depression Happiness Scale
<b>SE</b>	Servicios de los Ecosistemas
<b>IRM</b>	Del inglés, Insect Resistance Managment
<b>EGEI</b>	Emisiones de Gases de Efecto Invernadero
<b>SAGARPA</b>	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
<b>LPO</b>	Ley de Productos Orgánicos
<b>CNPO</b>	Consejo Nacional de Producción Orgánica
<b>GEI</b>	Gases de Efecto Invernadero

## Introducción.

La agricultura moderna tiene una serie de problemas diferentes, desde la eutrofización a la aparición de plagas cada vez más resistentes. En los últimos años estos problemas han sido atribuidos, por el público en general, a la creciente dependencia de la agricultura de los plaguicidas sintéticos, fertilizantes y otros procesos industrializados. En combinación con una ola de asociaciones y empresas con la ideología de "lo natural es mejor", se ha creado una cultura basada en la quimiofobia y una industria en la que muchas de las cuestiones más importantes, como la seguridad alimentaria y la eficiencia de las técnicas de producción están fuertemente politizadas.

Debates y foros de legisladores en estas áreas se han movido lejos de la ciencia y el método científico, basándose en la intuición, rumores y principios naturalistas. En este trabajo, se considera la amenaza potencial para la salud pública, en general por diversos plaguicidas y fertilizantes, también se aborda el tema de la seguridad alimentaria global y la sostenibilidad de las prácticas agrícolas actuales, tanto para cultivos orgánicos como convencionales.

Los problemas medioambientales son muchos en la actualidad, problemas de contaminación atmosférica, de contaminación del agua, los efectos que las diferentes fuentes de contaminación provocan cuando se combinan y agravan, por mencionar algunos ejemplos; Sin embargo, uno de los problemas más graves de este siglo es la tecnología usada para obtener nuestros alimentos, la creciente demanda y la incapacidad por suplirla, en esto radica la importancia de esta tesis, donde además de comparar las prácticas agrícolas y hablar de sus efectos, se espera vislumbrar recomendaciones y conclusiones que puedan ser de utilidad para futuras investigaciones.

A través de la información recolectada en este trabajo, se pueden desmentir la supuesta superioridad de todas las prácticas de la agricultura orgánica en su forma actual, demostrando que está lejos de aumentar la sostenibilidad de la agricultura, y más bien es un retroceso en el camino para alcanzar una forma de cultivo eficiente y amigable con el ser humano y el medio ambiente; a su vez se critican objetivamente los daños que surgen del uso excesivo de fertilizantes y plaguicidas, sus efectos no solo a la salud sino a los suelos y su fauna.

Entre las conclusiones de este trabajo de investigación, vale la pena mencionar los problemas que los cultivos orgánicos han tenido con el uso poco regulado de agroquímicos; además del uso de compostas que se ha probado, incrementan el riesgo de contaminar con bacterias los alimentos, entre otros problemas.

## Objetivos

### General

Comparar de forma objetiva y sistemática las ventajas y desventajas de los sistemas de cultivo orgánico y convencional, para vislumbrar prácticas adecuadas que pueden asegurar un sistema de cultivo amigable con el medio ambiente y con el ser humano.

### Específicos

- I. Comparar el uso de pesticidas en cultivos orgánicos y convencionales, examinando sus efectos sobre la salud al ser absorbidos por los cultivos.
- II. Comparar el uso de fertilizantes en cultivos orgánicos y convencionales, examinando sus efectos sobre la salud del consumidor, la calidad de los alimentos, y sus consecuencias en el suelo.
- III. Comparar los rendimientos de los diferentes regímenes de cultivo, el efecto que tienen las plagas y justificar si son o no sostenibles las prácticas de cultivo.
- IV. Evaluar los riesgos y ventajas que representa el régimen de cultivo orgánico en México.

## Capítulo 1. Marco teórico

### 1.1 Conversión de la agricultura convencional a la agricultura orgánica.

Así como muchos otros aspectos de la vida diaria se han visto influenciados por la creciente preocupación del ser humano por cuidar el medio ambiente, la agricultura ha cambiado; los avances desarrollados pretenden disminuir los efectos sobre el medio ambiente, por ejemplo, disminuir la erosión de grandes extensiones de tierra, así como evitar el uso de pesticidas que no se degraden fácilmente, o que no cumplan con los requisitos de selectividad. Estos cambios y la tecnología que ha resultado de los mismos, determinan el futuro de la agricultura.

A lo largo de la historia de las civilizaciones, los humanos han dedicado tiempo y esfuerzo para mejorar la producción agropecuaria. En el último siglo, el desarrollo de la ciencia ha propiciado el desarrollo de nuevas y mejores técnicas de selección y mejoramiento. Se han conseguido mejores rendimientos en los campos y se han evitado pérdidas a causa de plagas o enfermedades en los mismos.

La biotecnología actual, permite acelerar el desarrollo y la distribución de una mejor producción agrícola. Por ejemplo, “la selección asistida por marcadores, aumenta la eficacia del fitomejoramiento convencional, lo que permite un análisis en laboratorio rápido de miles de individuos, sin necesidad de cultivar plantas hasta su maduración en el campo.” (FAO, 2013), además es posible reproducir mayor cantidad y calidad de organismos, facilitando la distribución, disminuyendo costos en toda la cadena de suministros.

La fitogenética, es un tema obligatorio cuando se habla de los últimos avances en el sector agrícola, pues esta rama de estudio ha sido ampliamente cuestionada. Si bien se ha demostrado prometedora, también ha despertado miedos muy difundidos en el público. La fitogenética permite la mejora de organismos, como su modificación para resistir plagas; sin embargo, se han originado inquietudes, pues se cree que estas modificaciones pueden no ser inofensivas, causando problemas a largo plazo, tanto para el consumidor como para la seguridad del medio ambiente.

La difusión de cultivos modificados genéticamente (CMG) ha sido rápida. La superficie cubierta por ellos se ha multiplicado en los últimos años. Sin embargo, la difusión hasta la fecha está muy limitada geográficamente. Sólo cuatro países representan el 99 por ciento de la superficie mundial de CMG: los Estados Unidos de América (con 35.7 millones de ha), Argentina (con 11.8 ha), Canadá (con 3.2 de ha) y China (con 1.5 de ha). Por el momento, todos los CMG explotados comercialmente son cultivos no alimentarios (algodón) o se utilizan en gran parte para piensos (soja y maíz).

Esta centralización del desarrollo y cultivo de CMG también generó miedos en el público, pues algunos prevén que la seguridad alimentaria de países desarrollados pueda atentar con la seguridad alimentaria en el resto del mundo, o la diferencia de precios y calidad también afecte a países en vías de desarrollo.

A nivel mundial, la producción agropecuaria podría satisfacer probablemente la demanda esperada en el período hasta 2030, incluso sin avances importantes en biotecnología. Sin embargo, la biotecnología podría ayudar en gran manera con la lucha contra el hambre y la pobreza, especialmente en los países en vías de desarrollo. Pues puede proporcionar soluciones en los casos donde las prácticas convencionales no son suficientes, se espera poder encontrar la forma de desarrollar variedades de cultivos capaces de sobrevivir en entornos difíciles. (FAO, 2013)

Actualmente, el estudio de los CMG se ha enfocado en la disminución de costos de producción y no en satisfacer las demandas de los consumidores. Cabe mencionar que estas necesidades son específicas para cada país, e incluso para los diferentes estratos sociales dentro de una nación, así como las necesidades son específicas, también la postura ante los riesgos potenciales de los CMG. Por ejemplo, la clase social baja ciudadana de países en vías de desarrollo necesitan alimentos baratos, mientras los consumidores de clase alta en países desarrollados, tienen como prioridad consumir alimentos seguros para su salud y medio ambiente, aún a pesar de un precio más alto.

El centro de atención debe desplazarse de los cultivos tolerantes a los plaguicidas a características que tengan importancia para los agricultores de escasos recursos: mayor resistencia o tolerancia a la sequía, a la salinidad y a temperaturas extremas; mayor resistencia a plagas y enfermedades; mejores valores nutricionales y mayores rendimientos. (FAO, 2013)

Además de los CMG, los agroquímicos, por ejemplo, los plaguicidas son insumos agrícolas que han levantado sospechas e inquietudes en el público, pues durante toda su vida útil representan peligros potenciales, ya sea durante su producción, distribución y/o aplicación. Pueden contaminar recursos hídricos, grandes extensiones de tierra, causar problemas de salud a los trabajadores, además, dependiendo del plaguicida, puede eliminar eslabones de la cadena alimenticia, no ser suficientemente selectivo, o con el tiempo las plagas pueden generar resistencia a su agente activo.

Debido a los miedos e inquietudes difundidos en todo el mundo, no solo respecto a los CMG, pero también los relacionados a la inocuidad y seguridad de los cultivos convencionales, así como su compromiso con la conservación del medio ambiente, han surgido como respuesta, otros enfoques agrícolas, los cultivos orgánicos son uno de estos.

Sin embargo, es importante mencionar que los enfoques de agricultura orgánica y convencional, ambos utilizan agroquímicos, por ejemplo, los plaguicidas, como se detallará más adelante, en este capítulo. La diferencia entonces, radica en el tipo de plaguicidas que usan los diferentes enfoques agrícolas, pues los agricultores orgánicos se inclinan por el uso de plaguicidas que provienen de fuentes naturales (minerales y plantas), mientras los agricultores convencionales utilizan plaguicidas sintéticos.

Ahora bien, toda producción agrícola también necesita de otros insumos, los fertilizantes. Estos insumos agrícolas, permiten mejorar la calidad del suelo, aumentando su rendimiento, sin embargo, los fertilizantes que se utilizan, por ejemplo, en el esquema convencional, solo sustituyen unos cuantos nutrientes fundamentales, mientras otros nutrientes se agotan, su uso excesivo causa la contaminación de recursos hídricos y de las tierras. Por otra parte, cuando no se utilizan fertilizantes ya sean orgánicos o sintéticos, el suelo terminará empobreciéndose y disminuyendo su rendimiento y calidad;

La agricultura orgánica es un conjunto procedimientos mediante los que se minimizan los insumos externos. Se excluyen los plaguicidas sintéticos, fertilizantes químicos, preservativos sintéticos, sustancias farmacéuticas, organismos MG, ceno de alcantarillado e irradiación (FAO, 2013). Debido a lo anterior, el interés por la agricultura orgánica ha aumentado debido a las preocupaciones acerca de la contaminación, la inocuidad de los alimentos y la salud humana y animal, así como por el valor dado a la naturaleza y al campo. Los consumidores en países desarrollados, están dispuestos a pagar precios más altos, hasta 40 por ciento más por los productos orgánicos.

El aumento de la demanda de productos orgánicos provocó que se extendiera rápidamente este esquema agrícola en los países occidentales. La superficie total de la tierra orgánica ha aumentado en todo el mundo, mientras que durante 1995 al 2000 los principales cultivos orgánicos se dividían en Europa, Oceanía y Estados Unidos de América, hoy en día, América Latina es cada vez un productor agrícola orgánico más importante. Aunado a esto, un grupo grande de cadenas de supermercados se han interesado en el mercado de alimentos orgánicos, el cual crece rápidamente.

En los países industriales, la agricultura orgánica está basada en métodos definidos que organismos de inspección y certificación se encargan de hacer cumplir. En contraste, la mayoría de los países en desarrollo no tienen todavía sus propias normas y sistemas de certificación para productos orgánicos. En estos países, la agricultura orgánica puede estar de hecho, más difundida que en el mundo desarrollado, pero se practica por necesidad, ya que la mayoría de los agricultores no se pueden permitir o no tienen acceso a insumos modernos.

El desarrollo de nuevos enfoques agrícolas, es un paso importante para el mejor uso de la tierra, sin embargo, la transición de un esquema agrícola a otro, es una decisión que necesita un exhaustivo análisis, de factores no solo medioambientales, también económicos y humanos.

## 1.2 Agricultura orgánica

La agricultura orgánica, es un sistema de manejo holístico de la producción que promueve y mejora la salud del ecosistema, incluyendo los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo. La agricultura orgánica se basa en el uso mínimo de insumos externos y evita los fertilizantes y plaguicidas sintéticos.

Las prácticas de la agricultura orgánica no pueden garantizar que los productos estén completamente libres de residuos, debido a la contaminación general del medio ambiente. No obstante, se utilizan métodos para reducir al mínimo la contaminación de las diferentes fuentes. La cadena de suministro se rige por normas que mantienen la integridad de los productos orgánicos. (FAO, 2008)

### 1.2.1 Definición

La agricultura orgánica es un sistema de producción que trata de utilizar al máximo los recursos, dándole énfasis a la fertilidad del suelo y la actividad biológica y al mismo tiempo, a minimizar el uso de los recursos no renovables, no utilizar fertilizantes y plaguicidas sintéticos para proteger el medio ambiente y la salud humana. (FAO, 2008)

### 1.2.2 Prácticas características

La agricultura orgánica es uno de los varios enfoques de la agricultura sostenible. Lo que distingue a la agricultura orgánica es:

- Reglamentada en virtud de diferentes leyes y programas de certificación
- Están prohibidos casi todos los insumos sintéticos
- Es obligatoria la rotación de cultivos para "fortalecer el suelo"

Una agricultura orgánica debidamente gestionada, reduce o elimina la contaminación del agua y permite conservar el agua y el suelo (FAO, 1999).

### 1.2.3 Mercado principal y emergente

En un principio, la agricultura orgánica les interesaba sobre todo a los pequeños productores, pero con el crecimiento del mercado, algunos grandes productores han empezado a producir de manera orgánica. Esto ha creado una mayor presión competitiva sobre los precios y la calidad de los productos.

Existen limitaciones técnicas con algunos productos orgánicos en situaciones donde todavía no hay buenas alternativas por el uso de agroquímicos. Lo anterior aunado a la mayor dependencia en la labor humana de la agricultura orgánica, la mayoría de los productos orgánicos reciben un precio más alto en comparación con los productos convencionales. Por otro lado, si bien existe la posibilidad de que disminuya el sobreprecio que reciben los productos orgánicos y que, en algunos casos, incluso desaparezca, los productos orgánicos certificados son bien reconocidos en la mayoría de los mercados y, como tales, pueden ser preferidos sobre los productos convencionales. (FAO, 2008)

Habitualmente las exportaciones orgánicas se venden a unos sobreprecios impresionantes, a menudo hasta un 20 por ciento superiores a los de productos idénticos producidos en granjas no orgánicas. Sin embargo, la rentabilidad final de las granjas orgánicas es variable y se han realizado pocos estudios para evaluar las posibilidades de obtener esos sobreprecios del mercado a largo plazo. No obstante, cuando las circunstancias son adecuadas, la rentabilidad de la agricultura orgánica en el mercado puede contribuir a la seguridad alimentaria local y a aumentar los ingresos familiares. (FAO, 1999)

Cabe mencionar que no es fácil entrar en este mercado lucrativo. En casi todos los casos, los agricultores y las empresas dedicadas a actividades post-cosecha que tratan de vender sus productos en países desarrollados deben contratar a una empresa de certificación para que realice inspecciones anuales y confirme que se ajusten a las normas orgánicas establecidas por los diversos interlocutores comerciales. El costo de este servicio puede ser caro, sobre todo porque pocos países en desarrollo cuentan con organizaciones de

certificación. (FAO, 1999)

### 1.3 Agricultura Convencional

La agricultura convencional es un sistema de producción en el que se utilizan sustancias químicas sintéticas de manera parcial o total, con poca o nula consideración de los ciclos naturales del suelo.

#### 1.3.1 Definición

De acuerdo a la NOM-037-FITO-1995, la agricultura convencional es un sistema de producción agrícola en el que se utilizan métodos, técnicas e insumos que pueden provocar contaminación y degradación del suelo, agua, biodiversidad y medio ambiente, así como el uso de productos químicos de síntesis industrial.

#### 1.3.2 Prácticas características

La agricultura convencional o moderna: basada sobre todo en sistemas intensivos, está enfocada a producir grandes cantidades de alimentos en menos tiempo y espacio, pero con mayor desgaste ecológico, dirigida a mover grandes beneficios comerciales. Las técnicas modernas incluyen la adopción de sistemas de monocultivo, modernas variedades de cultivos, semillas mejoradas, insumos externos como fertilizantes químicos, pesticidas, herbicidas, maquinaria e infraestructura en irrigación, en caminos y en mercados.

### 1.4 Pesticidas

Las plagas viven donde no son bienvenidas o causan daños a los cultivos, las personas o los animales. Los pesticidas pueden ayudar a librarse de ellas. Los pesticidas no solo sirven para matar insectos, también incluyen sustancias químicas para el control de hierbas, roedores, moho y otros. Los pesticidas pueden proteger la salud del consumidor, al eliminar los agentes contaminantes. Sin embargo, estos también pueden ser dañinos para las personas y el medio ambiente.

#### 1.4.1 Definición

La NOM 037 FITO 1995, define un plaguicida como:

*“Insumo fitosanitario destinado a prevenir, repeler, combatir y destruir a los organismos biológicos nocivos a los vegetales, tales como: insecticidas, fungicidas, herbicidas, acaricidas, molusquicidas, nematocidas y rodenticidas.”*

Los plaguicidas, o pesticidas, son cualquier sustancia química orgánica o inorgánica, o sustancia natural o mezcla de ellas destinada a prevenir, destruir o controlar plagas, las especies no deseadas de plantas o animales que causan perjuicio o interfieren de cualquier otra forma en la producción, elaboración, almacenamiento, transporte o comercialización de alimentos, productos agrícolas y otros productos. (Cortes, 2000)

Los plaguicidas químicos sintéticos, son el resultado de un proceso industrial de síntesis química, y se han convertido en la forma dominante del combate a las plagas, después de la segunda guerra mundial, gracias al desarrollo de la industria química y al tipo de agricultura dependiente de estos insumos. Sin embargo, han surgido plaguicidas ecológicos y naturales, que cada vez son más populares. (Bejarano, 2002)

#### 1.4.1 Clasificación

Los plaguicidas se clasifican en una gran variedad de formas: según los organismos que controlan, su concentración, su modo de acción, su composición química, según la presentación de sus formulaciones comerciales y según el uso al que se destinan; sin embargo, es conveniente recordar que por definición todos los plaguicidas son sustancias tóxicas, diseñadas para interferir o modificar mecanismos fisiológicos fundamentales de los insectos, que también son compartidos por otros animales incluido el hombre, y que en determinadas circunstancias pueden provocar la muerte.

Los plaguicidas de amplio espectro, son biocidas, y matan indiscriminadamente en el caso de los insecticidas, tanto a los insectos cuya población ha crecido y se convierten en plaga, como a otros insectos benéficos, que pueden servir de controladores biológicos naturales a otras poblaciones de insectos. De este modo, el uso continuo de plaguicidas químicos agudiza el desequilibrio ecológico de un ecosistema agrícola. El uso creciente de plaguicidas químicos puede provocar también la resistencia de insectos, de plantas y de hongos. La resistencia a insecticidas es un mecanismo por el cual los insectos desarrollan mecanismos bioquímicos que permiten que la dosis aplicada ya no sea mortal y es capaz de heredarla a las generaciones posteriores.

Se clasifican según los organismos que controlan en:

- Insecticidas: cuando controlan insectos.
- Fungicidas: cuando controlan hongos.
- Herbicidas: cuando controlan plantas o arbenses.
- Acaricidas: cuando controlan ácaros.
- Rodenticidas: cuando controlan roedores.

En la tabla 1, se indica la clasificación según su *composición* química:

**Tabla 1. Clasificación de plaguicidas según la OMS**

Fuente: Clasificación Toxicológica según la Organización Mundial de la Salud (OMS).

<b>Insecticidas</b>	<b>Herbicidas</b>	<b>Fungicidas</b>
<b>Organoclorados</b>	Dinitrofenoles	Compuestos de cobre, azufre
<b>Organofosforados</b>	Triazinas	Fenoles
<b>Carbamatos</b>	Acidos Tricloroacéticos	Otros
<b>Piretroides</b>	Otros	
<b>Otros</b>		

## 1.5 Fertilizantes

Los fertilizantes proveen de nutrientes necesarios a los cultivos, se pueden producir más y mejores alimentos y cultivos comerciales, además se puede mejorar la baja fertilidad de los suelos que han sido sobreexplotado. Los fertilizantes se aplican para subsanar las deficiencias de nutrimentos primarios, secundarios y con menor frecuencia para micronutrientes. (FAO, 2002)

### 1.5.1 Definición

Los fertilizantes, son compuestos de origen natural o sintético (artificial), que proveen a las plantas uno o más nutrientes necesarios para su desarrollo, crecimiento, reproducción u otros procesos.

### 1.5.1 Características generales

El cultivo, toma los nutrientes del suelo, los nutrientes que necesita el cultivo se dividen en: macronutrientes, divididos a su vez en nutrientes primarios y secundarios, y micronutrientes o micro-elementos

Los macronutrientes se necesitan en grandes cantidades, y tienen que ser aplicadas si el suelo es deficiente en uno o más de ellos. Los suelos pueden ser naturalmente pobres en nutrientes, o pueden llegar a ser deficientes debido a la extracción de los nutrientes por los cultivos a lo largo de los años, o cuando se utilizan variedades de rendimientos altos, las cuales son más demandantes en nutrientes que las variedades locales.

En contraste a los macronutrientes, los micronutrientes o micro-elementos son requeridos sólo en cantidades ínfimas para el crecimiento correcto de las plantas, cuando no pueden ser provistos por el suelo tienen que ser agregados. Dentro del grupo de los macronutrientes, necesarios para el crecimiento de las plantas en grandes cantidades, encontramos al nitrógeno, fósforo y potasio.

- El Nitrógeno (N) es el motor del crecimiento de la planta. Suple de uno a cuatro por ciento del extracto seco de la planta. Es absorbido del suelo bajo forma de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) o de amonio ( $\text{NH}_4^+$ ).

- El *Fósforo (P)*, que suple de 0,1 a 0,4 por ciento del extracto seco de la planta, juega un papel importante en la transferencia de energía. Por eso es esencial para la fotosíntesis y para otros procesos químico-fisiológicos. Es indispensable para la diferenciación de las células y para el desarrollo de los tejidos, que forman los puntos de crecimiento de la planta. El fósforo es deficiente en la mayoría de los suelos naturales o agrícolas o donde la fijación limita su disponibilidad.
- El *Potasio (K)*, que suple del uno al cuatro por ciento del extracto seco de la planta, tiene muchas funciones. Activa más de 60 enzimas (substancias químicas que regulan la vida). Por ello juega un papel vital en la síntesis de carbohidratos y de proteínas. El K mejora el régimen hídrico de la planta y aumenta su tolerancia a la sequía, heladas y salinidad. Las plantas bien provistas con K sufren menos de enfermedades.

Los nutrientes secundarios son: magnesio, azufre y calcio. Las plantas también los absorben en cantidades considerables.

- El Magnesio (Mg) es el constituyente central de la clorofila, el pigmento verde de las hojas que funciona como un aceptador de la energía provista por el sol; por ello, del 15 al 20 por ciento del magnesio contenido en la planta se encuentra en las partes verdes.
- El Azufre (S) es un constituyente esencial de proteínas y también está involucrado en la formación de la clorofila. En la mayoría de las plantas suple del 0,2 al 0,3% del extracto seco. Por ello, es tan importante en el crecimiento de la planta como el fósforo y el magnesio; pero su función es a menudo subestimada.
- El Calcio (Ca) es esencial para el crecimiento de las raíces y como un constituyente del tejido celular de las membranas. Aunque la mayoría de los suelos contienen suficiente disponibilidad de Ca para las plantas, la deficiencia puede darse en los suelos tropicales muy pobres en Ca. Sin embargo, el objetivo de la aplicación de Ca es usualmente el del encalado, es decir reducir la acidez del suelo.

Por otra parte, los *micronutrientes o micro-elementos* son: el hierro (Fe), el manganeso (Mn), el zinc (Zn), el cobre (Cu), el molibdeno (Mo), el cloro (Cl) y el boro (B). Ellos son parte de sustancias claves en el crecimiento de la planta, siendo comparables con las vitaminas en la nutrición humana. Son absorbidos en cantidades minúsculas, su rango de provisión óptima es muy pequeño. Su disponibilidad en las plantas depende principalmente de la reacción del suelo.

Es importante notar que todos los nutrientes, ya sean necesarios en pequeñas o grandes cantidades, cumplen una función específica en el crecimiento de la planta y en la producción alimentaria, y que un nutriente no puede ser sustituido por otro. (FAO,2002)

**Tabla 2. Clasificación de nutrientes necesarios para el suelo agrícola.**

Fuente: (FAO, 2002)

Clasificación	Nombre y símbolo	Síntoma de deficiencia
Sin clasificación	Carbono (C) Hidrógeno (H) Oxígeno (O)	
Primarios	Nitrógeno (N) Fósforo (P) Potasio (K)	Clorosis de las hojas viejas Hoja con margen color púrpura Hoja con márgenes cloróticos
Secundarios	Calcio (Ca) Magnesio (Mg) Azufre (S)	Achaparramiento y raíces cortas Hojas con clorosis intervenal Hojas jóvenes cloróticas y poco desarrolladas
Micronutrientes	Hierro (Fe) Manganeso (Mn) Boro (B) Zinc (Zn) Cobre (Cu) Molibdeno (Mo) Cloro (Cl)	Hojas con clorosis intervenal Clorosis intervenal Poco crecimiento apical y puntas cloróticas Hojas jóvenes con clorosis intervenal Hojas jóvenes amarillas y poco desarrolladas Hojas con clorosis y achaparramiento Hojas marchitas cloróticas y raíz corta.

### 1.5.2 Clasificación

Existen fertilizantes orgánicos y sintéticos, la NOM-037-FITO-1995, define la fertilización orgánica como:

*“Aplicación al vegetal y/o al suelo de productos o insumos provenientes del reciclado de materiales o sustancias naturales, vegetales y/o animales, previamente compostados o fermentados, o el uso de abonos verdes y cultivos aportadores de materia orgánica”.*

La misma norma, define también los insumos agrícolas sintéticos, como “productos elaborados mediante procesos químicos no naturales”, generalmente se encuentran como concentrados de compuestos químicos que cumplen con las especificaciones antes mencionadas en este capítulo. Pueden encontrarse:

- Fertilizantes nitrogenados: Urea (45-0-0), Nitrato amónico (33-0-0), Sulfato amónico, Nitrato potásico, Nitrato cálcico, Nitrato sódico.
- Fertilizantes fosfóricos: Superfosfato y Fosfato amónico
- Fertilizantes potásicos: Cloruro potásico y Sulfato potásico.
- Complejos binarios o ternarios: mezclas de dos o tres macronutrientes.

## 1.6 Sostenibilidad

La Sostenibilidad aparece como "*la idea central unificadora más necesaria en este momento de la historia de la humanidad*" (Bybee, 1991). Es un concepto relativamente nuevo, que pretende movilizar la responsabilidad colectiva para hacer frente al conjunto de graves problemas y desafíos a los que se enfrenta la humanidad, apostando por la cooperación y la defensa del interés general. (FAO, 2015)

### 1.6.1 Concepto

Existe el verbo que encontramos en fuentes de la antigüedad clásica “sustineo, sustines, sustinere, sustinui, sustentum”, cuyo significado es el siguiente: mantener, sostener, defender, contener, conservar, sustentar, mantener, alimentar. De este verbo provendría la palabra “sostenibilidad”. (UNAM, 2010)

El desarrollo sostenible no se refiere a un estado inmutable de la naturaleza y de los recursos naturales, sin embargo, incorpora una perspectiva de largo plazo en el manejo de los mismos, es importante notar la palabra “manejo”, pues eso es lo que el desarrollo sostenible busca, “manejar” los recursos de una forma responsable, evitando la "explotación"; asimismo enfatiza en la necesidad de la solidaridad hacia las actuales y futuras generaciones y defiende la equidad intergeneracional. De otra parte, se defiende la necesidad de que la dirección de la inversión y del progreso científico tecnológico estén encaminados a la satisfacción de las necesidades presentes y futuras. (FAO, 2001)

## Capítulo 2. Pesticidas en los cultivos orgánicos, convencionales y en nuestros alimentos

Quimiofobia, el temor hacia los productos químicos, es una de las razones más comunes por las que el público en general compra alimentos orgánicos. El supuesto es que tal alimento está libre de pesticidas. Según el Consejo Americano de Ciencia y Salud, este miedo irracional surge de "historias de terror" y afirmaciones exageradas sobre sus peligros que prevalecen en los medios de comunicación, sobre todo en lo que respecta al cáncer. (Entine, J., et al., 2011)

Los consumidores perciben riesgos relativamente altos asociados con el consumo y la producción de los productos cultivados convencionalmente en comparación con otros riesgos para la salud pública. Los resultados de una encuesta realizada en el área de Boston, EUA mostraron, por ejemplo, que, en los compradores de alimentos convencionales y orgánicos, más del 90% de los encuestados percibe una reducción del riesgo asociado a residuos de plaguicidas con la sustitución de los productos cultivados convencionalmente por productos de la huerta, y casi el 50% percibió una reducción del riesgo debido a las toxinas naturales y patógenos microbianos. (Williams & Hammitt ,2001)

### 2.1 ¿Son los pesticidas utilizados peligrosos para tu salud?

La exposición a los pesticidas en el trabajo, en casa o en los alimentos puede ser peligroso para la salud. Varios estudios han indicado que los residuos de plaguicidas en los alimentos pueden contribuir al desarrollo del cáncer, la enfermedad de Parkinson y trastornos endocrinos relacionados. (Johansson et al., 2014)

Uno de los principios centrales de la toxicología es: "La dosis hace el veneno." Cualquier cosa es peligrosa en dosis altas. Incluyendo todos los productos químicos que necesitamos para sobrevivir: Agua, cafeína, incluso oxígeno, pueden llegar a ser perjudiciales e incluso letales si la exposición es excesiva y prolongada. Esta es la razón por la cual, los residuos de plaguicidas en los alimentos son regulados.

Los análisis en el laboratorio de cada plaguicida definen su toxicidad, y luego organismos como la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) establece los límites máximos de residuos (LMR), estos límites dependen de las tolerancias que en otros organismos hayan sido claramente definidas, para proteger a los humanos de intoxicación por pesticidas en los alimentos. Es importante decir que, para el cálculo de los LMR, las agencias estiman el riesgo proveniente de la exposición resultante de la dieta promedio. Estas agencias proporcionan periódicamente las encuestas que verifican si los alimentos cumplan con estos límites. También es importante mencionar que desde el 2004, se canceló la NOM-050-FITO-1995 que contenía los requisitos y especificaciones para efectuar ensayos de campo para el establecimiento de límites máximos de residuos de plaguicidas en productos, pues a partir de dicho momento, México y los países que firmaron el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), sustituyeron y armonizaron dicha regulación.

En el programa anual de vigilancia de plaguicidas del 2012 de EE.UU. Food and Drug Administration (FDA), se analizaron 1,158 muestras de alimento domésticos y 4,365 muestras de alimentos importados, principalmente frutas y verduras. Se detectaron residuos de plaguicidas en el 43% de las muestras domésticas y en el 33.6% de las

muestras de las importaciones de EUA. Violaciones al límite de residuos fueron encontrados en un 2.8% de las muestras domésticas y el 11.1% de las muestras de las importaciones. La evidencia actual indica fuertemente que los alimentos son seguros.

Además, en 2013, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA por sus siglas en inglés) analizó, 80,967 muestras de 685 pesticidas de unos 30 países de Europa, e informó de resultados aún mejores. 97,4% de las muestras analizadas cayeron dentro de los límites legales, mientras que sólo el 1,5% de las muestras excedió claramente los límites legales. "54,6% estaban libres de residuos detectables. (European Food Safety Authority, 2015) Por lo tanto, la EFSA indica que los residuos de estos plaguicidas, no presentan un riesgo para la salud ni en el corto plazo, ni después de la exposición crónica.

Además, los tratamientos de procesamiento de alimentos conducen a una reducción significativa de los residuos de pesticidas (Kaushik, G., et al., 2009); la Tabla 3 se resumen los resultados de algunos estudios relativos a la disipación de los plaguicidas mediante las técnicas de procesamiento de alimentos más populares. Pelar, lavar y cocinar puede reducir o incluso eliminar los residuos de plaguicidas en los alimentos, en función de la cantidad inicial de plaguicidas y sus características químicas (especialmente solubilidad). Por otra parte, se debe tener en cuenta que el efecto de las técnicas de procesamiento es acumulativo.

**Tabla 3. Efecto del procesamiento de los alimentos sobre la disipación de residuos de pesticidas.**

Fuente: Trewavas, A. (2004). "A critical assessment of organic farming-and-food assertions with particular respect to the UK and the potential environmental benefits of no-till agriculture." *Crop Protection* 23(9): 757-781.

Proceso	Alimento	Pesticida	% disipación de residuos	Reference
Pelado con lejía	Duraznos	tetrachlorvinphos	>99%	Fathey et al. (1970)
Pelar	Calabaza amarga	endosulfan	84% 78% *	Nath and Agnihotri (1984)
Pelar	Patatas	fenitrothion	>99%	Hegazy et al. (1988)
Pelar	Mango	Fenthion dimethoate cypermethrin fenvalarate	Remoción completa	Awasthi (1993)
Cocinar por 30 min, hirviendo	Patatas y Repollo	dimethoate	37-53% 56-86%	Askew et al. (1968)
Cocinar por 66 min a 252°F	Espinaca	Diazinon azinphos-methyl malathion methyl parathion carbophenothion	58% 100% 96% 100% 17%	Elkins et al. (1972)

Proceso	Alimento	Pesticida	% disipación de residuos	Reference
Cocinar por 10 min Ahumar por 10 min	Calabaza amarga	endosulfan	64% 25%* 68% 37%*	Nath and Agnihotri (1984)
Cocinar con y sin NaCl	Granos de maíz	malathion	57% 70%	Lalah and Wandiga (2002)
Cocinar a 100°C esterilización 121°C por 15 min	Tomates	Maneb ETU Maneb ETU	74% 28% ND 32%	Kontou et al. (2004)
Lavar 30 segundos	Calabaza amarga	endosulfan	59% 43%*	Nath and Agnihotri (1984)
Segundo lavado	Soya	Dichlorvos malathion chlorpyrifos captan	80-90%	Miyahara and Saito (1994)
Lavado	Manzana Golden	phosalone	30-50%	Mergnat et al. (1995)
Lavar con ácido acético en solución, con 10% NaCl y con agua potable.	Tomates	HCB lindane p,p-DDT dimethoate profenofos pirimiphos-methyl	51, 43 and 10% 47, 46 and 15% 34, 27 and 9% 92, 91 and 19% 86, 82 and 23% 94, 91 and 16%	Abou-arab (1999)

\*Depende de la cantidad de pesticida inicial

Es importante mencionar que el consumo diario de pesticidas naturales, supera los restos de pesticidas sintéticos consumidos por el público por muchos miles a uno. Estos argumentos se explican con más detalle en las siguientes secciones. (Trewavas, A 2004)

## 2.2 ¿Los productos agrícolas orgánicos están libres de pesticidas?

Los productos convencionales tienen aproximadamente un 30% de riesgo mayor a la contaminación por pesticidas sintéticos que los productos orgánicos. Esto es quizás algo sorprendente, pues un 30% se puede considerar bajo tomando en cuenta las expectativas que tiene el consumidor de productos orgánicos, sin embargo, este dato nos hace recordar y tener en cuenta el hecho de que a pesar de que los cultivos convencionales se tratan con pesticidas sintéticos con regularidad, la contaminación de los campos, el uso de plaguicidas sin licencia, y pulverización accidental de los campos vecinos ocurre todo el tiempo, incluso en cultivos orgánicos.

Sin embargo, hay que notar que la cifra del 30% sólo se aplica a los residuos de pesticidas sintéticos, y no a otros tipos de plaguicidas utilizados en la agricultura ecológica. La Tabla 4 resume los resultados de estudios de medición de los residuos de pesticidas sintéticos en los alimentos orgánicos y convencionales (frutas verduras y granos, sino también a las aves de corral de carne, leche y huevos). Los datos se representan gráficamente en la Figura 1 (Smith-Spangler et al., 2012).

**Tabla 4. Pesticidas sintéticos en la comida**

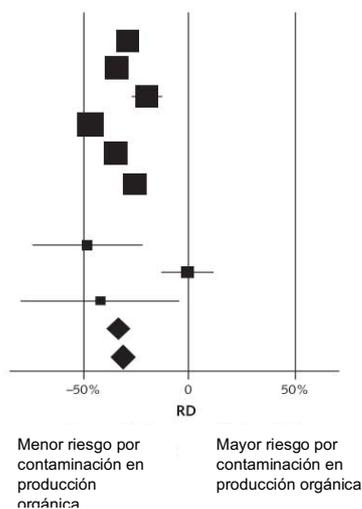
Fuente: Smith-Spangler, C., et al. (2012). "Are Organic Foods Safer or Healthier Than Conventional Alternatives? A Systematic Review." *Annals of Internal Medicine* 157(5): 348-366.

Autor (Referencia)	Contaminada/Total, n/N		RD (95% CI), %	valor
	Orgánica	Convencional		
<b>Estudio con múltiples alimentos</b>				
Andersen and Poulsen 2001	4/81	1354/4069	-28 (-33 to -23)	<0.001
Baker et al, 2002	118/1291	39 949/92 696	-34 (-36 to -32)	<0.001
Collins and Nassif, 1990	14/118	68/230	-18 (-26 to -9)	<0.001
Lesueur et al, 2007	100/1044	1272/2225	-48 (-50 to -45)	<0.001
Poulsen and Andersen, 2000	6/216	1582/4188	-35 (-38 to -32)	<0.001
Tasiopoulou et al, 2007	7/266	874/2342	-24 (-27 to -22)	<0.001
<b>Estudio con un solo alimento</b>				
Amvrazi and Albanis, 2009	4/10	81/90	-50 (-81 to -19)	0.002
Hoogenboom et al, 2008	0/10	0/10	0 (-17 to 17)	1.00
Porretta. 1994	0/5	2/5	-40 (-85 to 5)	0.083
<b>Resumen RD, todos los estudios</b>			-30 (-37 to -23)	<0.001
<b>Resumen RD, excluyendo estudios de un solo alimento</b>			-32 (-39 to -25)	<0.001
<b>Heterogeneidad: I<sup>2</sup> = 94%</b>				

Es probable que una dieta orgánica contribuya a la reducción de la exposición a plaguicidas sintéticos. Por ejemplo, para una investigación, se llevó a cabo la medición de las concentraciones urinarias de algunos organofosforados específicos de plaguicidas (OPPS) y sus metabolitos (malatión y clorpirifos) en un grupo de 23 niños en edad escolar primaria, el cual demostró que un cambio en una dieta

orgánica durante cinco días consecutivos proporciona una reducción drástica e inmediata en la exposición a plaguicidas organofosforados utilizados en la agricultura. Sin embargo, este estudio no evaluó ningún daño clínico potencial por parte de esos plaguicidas. (Lu, et al, 2006)

Por otra parte, en un estudio posterior se llevó a cabo la determinación de metabolitos urinarios de los insecticidas piretroides sintéticos en los niños, los investigadores encontraron que el uso de insecticidas piretroides en el hogar y las diferencias estacionales jugaron un papel más significativo en la reducción de la exposición insecticidas por medio de la dieta. (Lu, et al. 2009)



**Figura 1. Residuos de pesticidas sintéticos en alimentos orgánicos**

Fuente: Johansson, E., et al. (2014). "Contribution of Organically Grown Crops to Human Health." International Journal of Environmental Research and Public Health 11(4): 3870-3893.

Otra información proporcionada por la figura 1, es que los alimentos orgánicos no se encuentran completamente libres de pesticidas. Algunos productos químicos como los pesticidas organoclorados (OCP, incluyendo el DDT / DDE) y OPPS, que son altamente persistentes y generalizados, pueden estar en el ambiente por mucho tiempo y aparecer como contaminantes tanto

en los alimentos orgánicos y convencionales, debido a la deposición de estos en los cultivos o los productos ya cosechados.

Compuestos como la TDT y sus productos de degradación (DDE), que se acumulan en el medio ambiente y se depositan en los cultivos, se pueden detectar en los alimentos orgánicos, a veces en concentraciones que exceden el límite. Claro que este fenómeno es afectado a su vez por diferentes variables, como la zona geográfica en la que se encuentre el cultivo, la calidad del aire del lugar, corrientes de aire, aspectos climatológicos, etc. (Johansson et al., 2014 y Mansour et al, 2009)

### 2.3 Pesticidas orgánicos

Una de las cuestiones más relevantes que rodea el debate de los cultivos orgánicos contra los convencionales, es el uso de una variedad de pesticidas botánicos y minerales de origen natural, que complementan las prácticas agronómicas y mecánicas en la protección de cultivos. Los pesticidas de origen natural son apenas regulados y existe el riesgo de que estos sean tóxicos y no se les esté dando el interés necesario, todo debido al pensamiento predispuesto: "lo orgánico es más saludable".

Cada asociación de agricultura ecológica tiene su propia regulación, pero la lista de plaguicidas permitidos por lo general incluye sustancias de origen vegetal o animal (por ejemplo, las piretrinas, Cuasia, lecitina, proteínas hidrolizadas), sustancias para su uso en

trampas y / o dispersores (feromonas, metaldehído, piretroides ), los microorganismos de control biológico (por ejemplo, *Bacillus thuringiensis*), preparaciones de dispersión en la superficie, y otras sustancias utilizadas tradicionalmente en la agricultura orgánica (aceites de permanganato de potasio, azufre, parafina y minerales), incluidos los plaguicidas sulfato y pesticidas de cobre (sulfato de cobre, hidróxido de cobre, óxido cuproso, oxiclорuro de cobre, carbonato de amonio cobre, y octanoato de cobre) (European Union Council Regulation, 1991).

Por lo general, el pesticida de cobre se permite con algunas limitaciones, por ejemplo, en el cobre aplicado total máximo (6 kg / ha / año, según la Asociación del suelo), o en el número de aplicaciones. (UK Soil Association. 2011), (Gobierno de los Estados Unidos, 2015)

Uno de los pesticidas orgánicos más controversiales es la rotenona. La Rotenona ampliamente utilizado como insecticida botánico, piscicida y pesticidas. Se deriva de las raíces de diversas plantas tropicales nativas del sureste de Asia, América del Sur y África Oriental. En su lista de materiales genéricos, el Instituto Regulador de Materiales Orgánicos, por sus siglas en inglés OMRI, considera la rotenona como "permitido con limitaciones". (Organic Materials Review Institute. 2013)

Sin embargo, desde el año 2004, la EPA de EE.UU. sólo permite su uso para fines piscidas, debido a las preocupaciones ambientales y de salud. A pesar de lo anterior, según datos de la FAO, en el 2009 aún se vendía en muchos países, y se encontraba "exento de tolerancia" lo que significa que no existía un nivel de rotenona en o sobre los alimentos que pudiera violar las regulaciones, y para esta sustancia casi nunca se realizaban pruebas de límites sobre los alimentos. Si bien, hoy en día la rotenona y sulfato de cobre cuentan con un LMR, son un claro ejemplo del riesgo que los productos orgánicos y la falta de regulación de sus agroquímicos pueden ocasionar. (FAOSTAT, 2009)

## 2.4 Niveles de pesticidas orgánicos y sintéticos en los alimentos

Si fijamos nuestra atención en los pesticidas naturales que son producidos por las propias plantas y normalmente están presentes en frutas y verduras, nos encontramos con que las cantidades de residuos de plaguicidas sintéticos en alimentos de origen vegetal son insignificantes en comparación. Cada planta produce una variedad de pesticidas naturales, cuya función es la de dañar y matar hongos y plagas de insectos, o incluso afectan a los herbívoros más grandes, con el fin de proteger la propia planta.

Estas toxinas naturales representan el 99.99% de todos los pesticidas consumidos por los seres humanos a través de su dieta. Se estima que, en promedio, los estadounidenses ingieren aproximadamente 5000 a 10,000 diferentes pesticidas naturales y sus productos de degradación. Los estadounidenses consumen aproximadamente 1500 mg de pesticidas naturales por persona al día, que es cerca de 10,000 veces más que los 0.09 mg que consumen de residuos de pesticidas sintéticos (Trewavas, 2004). Sin embargo, la exposición alimentaria a estos compuestos no es una amenaza para la salud humana en las concentraciones existentes. (véase sección 2.5)

Por otra parte, la cantidad de residuos de plaguicidas usados en la agricultura orgánica que permanece en los alimentos no es del todo clara, ya que en las últimas décadas, la mayor parte de los datos provienen de encuestas, como el Programa de Pesticidas de Datos (PDP por sus siglas en inglés) del Departamento de Agricultura de los Estados

Unidos (USDA), en el que la rotenona y el sulfato de cobre no se encontraban entre los plaguicidas habituales probados, tal vez porque para varios pesticidas orgánicos no se habían desarrollado métodos de detección fiables y rápidos. Y, debido a que no hay ninguna base de datos públicos sobre el uso de pesticidas orgánicos en la agricultura ecológica (a diferencia de las granjas convencionales), los niveles de pesticidas orgánicos en los alimentos no son claros.

Como la Red de Acción en Plaguicidas del Reino Unido, (PAN) por sus siglas en inglés, explica, que la rotenona no está incluida en los programas de residuos regulados de alimentos. Los NOAEL (niveles de efectos adversos no observados) no se han determinado para la exposición repetida de esta sustancia, y la información sobre su efecto en el cerebro y la genotoxicidad es insuficiente. “La PAN del Reino Unido considera que el mismo principio de precaución debe aplicarse a todos los plaguicidas, y que ninguna sustancia, con la que los seres humanos se encuentren en contacto a largo plazo, debe asumirse como segura sin una evaluación científica”(Pesticide Action Network of the United Kingdom, 2002).

En 2013, la EFSA (European Food Safety Authority) detectó residuos de plaguicidas dentro de los límites legales en el 15.5% de los productos orgánicos (717 de las 4.620 muestras analizadas), mientras que el 0.8% de las muestras excedieron los niveles permitidos. Los residuos detectados estaban relacionados con pesticidas que están permitidos para la agricultura orgánica, la contaminación histórica por los contaminantes ambientales persistentes, o residuos de sustancias que no están necesariamente relacionados con el uso de pesticidas, pero que pueden provenir de fuentes naturales. Esto demuestra una vez más que los alimentos orgánicos no se encuentran libres de plaguicidas. (EFSA, 2015)

Uno de los pocos estudios de detección de pesticidas orgánicos en los alimentos determinó la curva de decaimiento de concentración, para cuatro pesticidas orgánicos (rotenona, azadiractina, las piretrinas y los fungicidas de cobre), en este estudio se realizaron muestreos después de una y después de muchas aplicaciones de las aceitunas. En el muestreo previo a la cosecha, los residuos de rotenona y cobre siempre superaron el umbral máximo permitido para las aceitunas (los LMR para la rotenona y el cobre son de 0,05 mg / kg y 30 mg / kg, respectivamente). Por lo que se refiere a los residuos en el aceite de oliva, la rotenona se encontró en concentraciones superiores a los detectados en las aceitunas, mientras que los residuos de cobre en el aceite fueron siempre menores que el LMR. (Simeone, et al, 2009).

## 2.5 Toxicidad de pesticidas orgánicos y sintéticos

Lo que debe quedar claro es que el origen natural de un compuesto, no implica que el mismo sea menos peligroso que su equivalente sintético. Los plaguicidas naturales sintetizados por las plantas y ampliamente presentes en todas las frutas y vegetales, después de una serie de pruebas bajo los estándares de regulación de agroquímicos sintéticos para pruebas de cáncer en animales, demostraron que, en dosis altas, son tan peligrosos como los pesticidas sintéticos. Sin embargo, la mayoría de estos pesticidas naturales no han sido evaluados por su potencial tóxico, debido a que el Programa de Reducción de Riesgo de la EPA de Estados Unidos se aplica únicamente a los pesticidas sintéticos. (Ames and Gold, 200).

Cuando se hicieron pruebas de toxicidad para algunos pesticidas de origen natural, utilizados en la agricultura orgánica, ciertos pesticidas demostraron ser prácticamente no tóxicos para los mamíferos. Por ejemplo, la dosis oral letal cincuenta (LD50) en ratas paraazadiractina es de más de 3500 mg / kg. Sin embargo, otros demostraron ser tan tóxicos como los pesticidas convencionales. La Tabla 5 compara los efectos toxicológicos de algunos fungicidas / insecticidas sintéticos populares con el cobre y la rotenona.

**Tabla 5. Toxicidad de algunos pesticidas orgánicos y sintéticos**

Fuentes: National Pesticide Information Centre (2012). (United States Environmental Protection Agency. 1993)

<b>Pesticida</b>	<b>Descripción</b>	<b>LD50 mg/Kg en ratas</b>	<b>Exposición diaria</b>
Chlorothaloni	Pesticida agrícola más usado en EUA	>10,000	Ninguno
Chlorpyrifos	Dos de los fungicidas más usados en EUA	95 – 270	1-3 mg causa depresión / kg / día de la colinesterasa en ratas y perros. Los niveles de colinesterasase recuperaron cuando la exposición terminó. No hay efectos a largo plazo sobre la salud.
Metamsodium	El tercer pesticida más usado en EUA	896	
Cobre		50 (Trewavas, 2004)	20 mg/kg/día/causa daños en la sangre y los riñones de ovejas
Rotenona		132 – 1,500	2–3 mg/kg Provoca la enfermedad de Parkinson en ratas (Betarbet et al. 2000).

En algunos casos los pesticidas orgánicos demostraron ser más peligroso que sus equivalentes sintéticos. La Tabla 6 compara al mancozeb, un fungicida de cobre sintético que generalmente se usa para tratar el tizón tardío (infestans *Phytophthora*), con el equivalente pesticida orgánico, sulfato de cobre.

En aspectos ambientales, el mancozeb es superior en todas las categorías en comparación con el sulfato de cobre. En cuanto a la salud humana, el sulfato de cobre es corrosivo y tóxico y ha causado la enfermedad hepática en los trabajadores de viñedos europeos. Aunque la Comisión Europea prohibió teóricamente sulfato de cobre en 2002, ninguna alternativa se ha encontrado para los agricultores orgánicos y por lo tanto se sigue utilizando. (Trewavas, 2004)

**Tabla 6. Comparación de la ecotoxicidad del Mancozeb y el sulfato de cobre.**

Fuente: Trewavas, A. (2004). "A critical assessment of organic farming-and-food assertions with particular respect to the UK and the potential environmental benefits of no-till agriculture." *Crop Protection* 23(9): 757-781.

	<b>Mancozeb</b>	<b>Sulfato de cobre</b>
<b>Salud Humana</b>		
LD50	>5000 mg/kg	50 mg/kg
Clasificación de la EPA	Prácticamente no tóxico	Corrosivo y tóxico
Efectos a la salud	No tóxico por vía oral	Daño renal y del hígado
<b>Ecotoxicidad</b>		
Lombriz de tierra	Baja toxicidad	Muy tóxico
Pájaros	Baja toxicidad	Moderadamente tóxico
Mamíferos pequeños	No toxico	Dañino
DT50soil	6–15 días	No degradable

Como se ha mencionado antes, la rotenona, plaguicida permitido en la agricultura orgánica, también es conocido por ser peligroso para la salud humana. El mecanismo de acción de este plaguicida lipofílico implica la crónica inhibición sistémica del complejo I mitocondrial, dañando especialmente cerebro y el hígado.

Un estudio en ratas no sólo demostró que dosis altas de rotenona por períodos cortos de tiempo causaron toxicidad sistémica (cardiovascular) y lesiones cerebrales no específicas, sino también que la exposición sistémica crónica a niveles más bajos (2-3 mg / kg por día en Lewis ratas) de este plaguicida pueden reproducir los rasgos anatómicos, neuroquímicos, conductuales y neuropatológicas de la enfermedad de Parkinson. (Betarbet et al. 2000)

## 2.6 Impacto ambiental de los pesticidas orgánicos y sintéticos

Por último, el origen natural no implica un menor impacto medioambiental. Mientras que algunos pesticidas orgánicos tienen poca persistencia en el medio ambiente (rotenona se descompone en 1-3 días en el suelo y el agua, mediante procesos simples como la exposición a la luz solar), otros, como el cobre, pueden ser más persistentes en el medio ambiente y más tóxico para especies que no se contemplan como objetivo.

El cobre, a diferencia de los plaguicidas orgánicos, no se degrada, sino que entra en un ciclo biogeoquímico complejo, lo que lleva a la acumulación en el suelo, el agua y la bioacumulación. En el agua, el cobre puede existir unido a especies orgánicas e inorgánicas, además de los iones de cobre libre o hidratado, cambiando la biodisponibilidad del cobre.

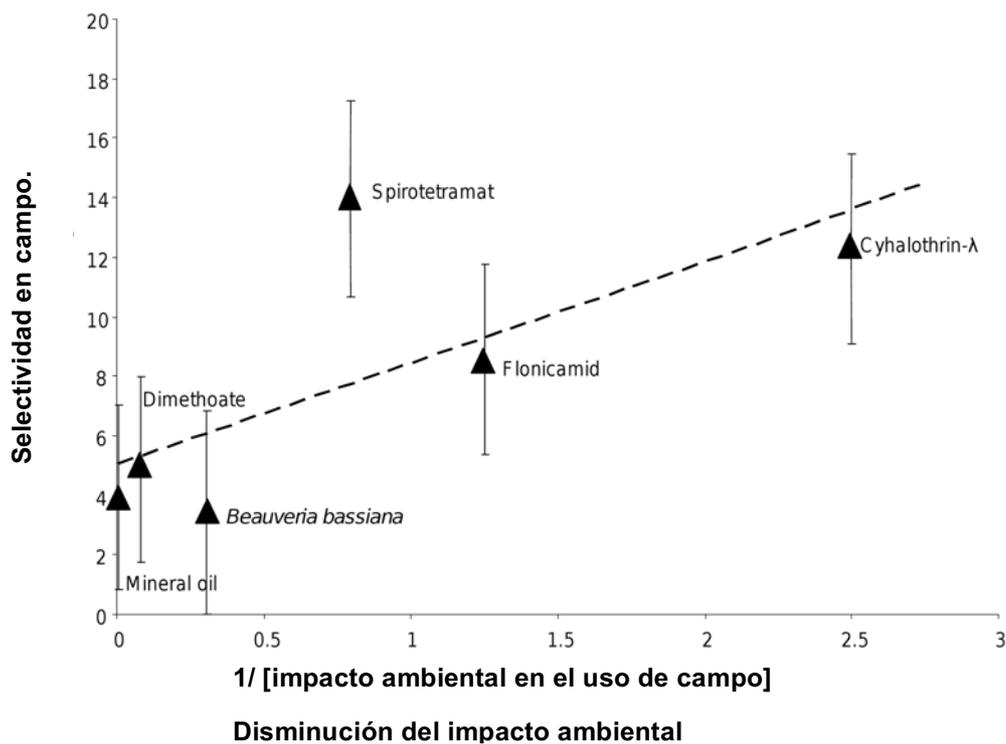
Las especies acuáticas difieren en gran medida en su sensibilidad al cobre: los moluscos, por ejemplo, pueden tolerar altas concentraciones de metal; Por otro lado, niveles muy bajos de cobre, menores a los letales, pueden afectar negativamente el sentido del olfato y el comportamiento de los peces (Kiaune & Singhasemanon, 2011).

En un estudio del 2010, se demostró que el cobre procedente de la aplicación intensiva de fungicidas a base de Cu, indispensable para el cultivo de la vid orgánica, pertenece a los contaminantes más importantes de suelos de los viñedos, ya que en la mayoría de los casos sus concentraciones exceden los límites legislativos europeos. Dependiendo del tipo de suelo y el grado de erosión, el cobre también puede migrar a través de capas del

suelo en viñedos, lo que representa un riesgo importante para la calidad del agua subterránea (Komárek et al. 2010).

En algunos casos, los pesticidas sintéticos, especialmente los de nueva generación, han demostrado ser mejores para el medio ambiente que las alternativas orgánicas. Por ejemplo, existe un estudio que comparó el impacto ambiental de varios insecticidas para el control de áfidos de soja (*Aphis glycines*), utilizo para el estudio nuevos pesticidas sintéticos (Spirotetramat y Flonicamid) y pesticidas orgánicos certificados (aceite mineral y *Beauveria bassiana*).

Entre los resultados, además de hacer evidente reducción de la eficacia contra los áfidos de los insecticidas orgánicos, demostró que estos tienen un impacto similar o superior en varias especies de enemigos naturales, según los pruebas en el laboratorio, lo que implica una menor selectividad para las plagas objetivo, lo último se constató en experimentos de campo; también se concluyó que los pesticidas orgánicos representaban un mayor impacto ambiental en el campo, debido a sus altas tasas de aplicación, datos que se muestran en la Figura 2 (Bahlai et al, 2010). Las conclusiones de este último estudio citado fueron importantes, sin embargo, hay que notar que los dos plaguicidas utilizados convencionalmente, dimetoato y cialotrín, no incluidos en el estudio, tienen peor rendimiento en comparación con los plaguicidas orgánicos, debido a su mayor toxicidad para los enemigos naturales y / o menor especificidad.



**Figura 2. Relación entre la selectividad observada y el inverso del impacto ambiental.**

Fuente: Bahlai, C. A., et al. (2010). "Choosing Organic Pesticides over Synthetic Pesticides May Not Effectively Mitigate Environmental Risk in Soybeans." PLoS ONE 5(6): e11250.

## 2.7 ¿Los productos agrícolas orgánicos son más saludables que los convencionales?

La suposición de que los alimentos orgánicos son más nutritivos, y por lo tanto más saludables ha sido refutada varias veces. Sin embargo, hay quien argumenta que son más saludables debido a su contenido de pesticidas más bajos. Claro que estas son suposiciones, la mejor manera de estudiar los efectos de los productos orgánicos sobre la salud humana es poner a prueba sus efectos en animales o seres humanos y, así podemos estudiar los efectos reales de la sinergia de todos los factores, demostrar que los productos orgánicos de verdad representan una mejora.

Por desgracia, es particularmente difícil obtener resultados fiables a partir de los estudios de salud sobre la exposición crónica de bajo nivel, y los estudios a largo plazo sobre los seres humanos son muy costosos y exigentes. Por otra parte, es difícil encontrar los biomarcadores adecuados, y establecer experimentos que permitan aislar los efectos de la dieta sin ser influenciados por cualquier otro factor posible.

No hay estudios que hayan encontrado vínculos entre la ingesta de plaguicidas en la dieta normal y algún efecto sobre salud. Todos los estudios que correlacionan la exposición a plaguicidas y las cuestiones clínicas implican la exposición aguda o las personas con alta exposición ocupacional o del hogar.

Por ejemplo, aunque los agricultores orgánicos pueden ser expuestos a menores cantidades de plaguicidas sintéticos, esto no parece ser una ventaja o representar una mejora sobre la salud de los trabajadores.

De hecho, un estudio realizado en el Reino Unido no encontró diferencias significativas en el estado de salud de los trabajadores agrícolas entre las granjas convencionales y orgánicas, excepto por el hecho de que los agricultores orgánicos puntuaron más alto en la escala de la felicidad “Short Depression Happiness Scale” (SDHS). Los trabajadores en las granjas orgánicas eran más felices, probablemente porque tienen una más variada y amplia gama de tareas para llevar a cabo todos los días (Cross et al, 2008).

Lo que parece estar claro es que la cantidad de frutas y verduras en la dieta es el factor determinante más importantes para notar un beneficio sobre la salud, en lugar de los métodos con los que se cultivan. En otras palabras, puede mejorarse la salud con el simple hecho de aumentar el volumen de consumo de frutas y verduras, no necesariamente el consumo de los alimentos orgánicos en lugar de los producidos convencionalmente.

Una revisión encontró que las personas con baja ingesta de frutas y verduras (menos la cuarta parte de la población) sufre el doble de riesgo de cáncer en comparación con aquellos con alto consumo (Block et al, 1992).

En realidad, debido a que los alimentos convencionales son más baratos, incrementan el consumo de frutas y verduras, lo que ha mejorado la salud de la población mundial, el impacto general de salud de los alimentos convencionales, incluso si hubiera sido mucho más contaminados con pesticidas que en la actualidad puede considerarse mayor y mejor que el impacto que ha tenido la comida orgánica. Tenemos buenos mecanismos de defensa para hacer frente a dosis bajas de productos químicos en nuestra dieta. Los pesticidas mantienen las frutas y hortalizas costeables para los productores y para el consumidor final, lo que de una forma u otra ayuda a su consumo (Trewavas, 2004).

## 2.8 ¿Porque las técnicas agrícolas convencionales deben evolucionar?

Es un hecho que el amplio uso de pesticidas en altas concentraciones y las prácticas de la agricultura convencional, ha traído consigo diferentes problemas medioambientales.

La agricultura intensiva que utiliza grandes cantidades de insumos en forma de fertilizantes, pesticidas, mano de obra y el capital está dando lugar a daños al medio ambiente y la degradación de varios Servicios de los Ecosistemas (SE). SE relacionados con los ecosistemas terrestres que incluyen procesos tales como: el control biológico de plagas, malezas y enfermedades, polinización de los cultivos, la prevención de la erosión del suelo, el ciclo hidrogenoquímico, captura de carbono por las plantas y por el suelo, servicios culturales, etc.

Los SE garantizan la producción de bienes de los ecosistemas, tales como alimentos, forraje y biocombustibles. Estos SE proporcionan entradas principales a muchos sectores de la economía global y, a pesar de que no llevan "etiquetas de precios", ya que generalmente no se comercializan en los mercados, han demostrado ser de muy alto valor económico (\$ 33 billones de dólares al año). SE en todo el mundo están siendo degradados más rápidamente que nunca y esta degradación plantea serias amenazas para la calidad de vida y, por tanto, para la sostenibilidad de las economías.

En el futuro debemos adoptar los principios de la agricultura sostenible, que implica el uso de bienes y servicios de la naturaleza mientras se conservan para las generaciones futuras. La agricultura de conservación es considerada como uno de los sistemas de producción que tienen como objetivo lograr la sostenibilidad mediante la utilización y el mantenimiento de mecanismos naturales para la fertilidad del suelo y el control de plagas (Sandhu et al, 2010).

Uno de los principales problemas causados por el uso actual de la gran cantidad de pesticidas es el aumento de plagas resistentes. Muchos pesticidas son ahora inútiles pues los insectos han generado resistencia, más de 500 especies de insectos y ácaros son resistentes a uno o más insecticidas.

Las pérdidas de alimentos y fibras causados por plagas resistentes ocasionan pérdidas económicas de varios miles de millones de dólares en todo el mundo cada año. La gestión de la resistencia a insectos (Insect Resistance Management, IRM) intenta preservar pesticidas útiles al disminuir, prevenir o revertir el desarrollo de resistencia en las plagas. Esto se puede obtener mediante la supervisión del desarrollo de la resistencia y la comprensión de sus mecanismos, para encontrar maneras de prevenirlo (Elzen & Hardee, 2003).

## 2.9 ¿Porqué la agricultura orgánica no es la solución?

Cambiar por completo a la agricultura orgánica no es posible. A escala regional, las parcelas de agricultura orgánica se benefician de un fondo de la agricultura convencional que mantiene bajos niveles de patógenos a través de la aplicación de pesticidas.

De esta hipótesis un análisis matemático demuestra que, si la relación de área de tierra orgánica a convencionalmente cultivada permanece por debajo de un cierto umbral, la población de la plaga se mantiene pequeña. Por encima de este umbral, como las parcelas orgánicas se vuelven estrechamente espaciadas, siempre se producirán brotes de patógenos, ya que la zona en la agricultura orgánica actuará como una fuente de plagas

para la región circundante.

Esto aumenta el coste de producción para los campos convencionales que tienen que aplicar pesticidas más a menudo conforme la abundancia de parcelas orgánicas aumenta. Por otra parte, las repetidas epidemias localizadas de los brotes de plagas amenazan la seguridad alimentaria mundial mediante la reducción de las cosechas y el aumento de la volatilidad de precios (Adl et al, 2011).

De hecho, las plagas, también llamada factor de estrés biótico puede reducir drásticamente el rendimiento cualitativo y cuantitativo de los cultivos. Las pérdidas de cultivos a las plagas dependen de una serie de factores: los más importantes son el tipo de cultivo y el clima. Entre los cultivos, la pérdida potencial global total debido a las plagas varía desde alrededor de 27% en el trigo a más de 45% en la producción de algodón, como se muestra en la Tabla 7 (Oerke, 2006).

**Tabla 7. La pérdida potencial estimada de plagas de animales (artrópodos, nematodos, roedores, aves, babosas y caracoles), patógenos (hongos y bacterias) y virus.**

Fuente: E.-C. Oerke (2006). Crop losses to pests. The Journal of Agricultural Science, 144, pp 31-43. doi:10.1017/S0021859605005708.

		Perdidas del cultivo [%] debido a							
Cultivo	Producción alcanzable [Mt]	Plagas animales		Patógenos		Virus		Total	
		Potencial*	Actual**	Potencial*	Actual**	Potencial*	Actual**	Potencial*	Actual**
<b>Trigo</b>	785.0	8.7	7.9	15.6	10.2	2.5	2.4	26.8	20.5
<b>Arroz</b>	933.1	24.7	15.1	13.5	10.8	1.7	1.4	39.9	27.3
<b>Maíz</b>	890.8	15.9	9.6	9.4	8.5	2.9	2.7	28.2	20.8
<b>Patatas</b>	517.7	15.3	10.9	21.2	14.5	8.1	6.6	44.6	32.0
<b>Soya</b>	244.8	10.7	8.8	11.0	8.9	1.4	1.2	23.1	18.9
<b>Algodón</b>	78.5	36.8	12.3	8.5	7.2	0.8	0.7	46.1	20.2

\*La pérdida potencial de plagas incluye las pérdidas de cultivos sin protección física, biológica o química en comparación con los rendimientos en un escenario sin pérdidas.

\*\*Las pérdidas reales comprenden las pérdidas de cosechas sufridas a pesar de la protección de los cultivos.

Si se comparan los rendimientos de la agricultura orgánica y convencional, vemos que este último tiene rendimientos más altos en general. Las diferencias en disponibilidad de nutrientes (especialmente nitrógeno) parecen ser la razón principal. Sin embargo, las enfermedades pueden afectar seriamente el rendimiento de los sistemas orgánicos, cuando no se utilizan pesticidas (Eltun, 1996). Por ejemplo, las consecuencias de no utilizar el sulfato de cobre, se ha reportado que las granjas orgánicas actúan como fuentes de infección de tizón de la papa a mitad de la temporada. (Zwankhuizein et al, 1998)

### Capítulo 3. Fertilizantes

Uno de los mayores logros de la agricultura ha sido el uso de fertilizantes para mantener e incrementar la concentración de nutrientes en el suelo y mejorar así las cosechas. A través de miles de años el ser humano ha aplicado el estiércol, compostas y otras sustancias ricas en nutrientes a los campos, con el fin de aumentar sus rendimientos.

La agricultura convencional utiliza productos químicos de origen sintético para reemplazar los nutrientes perdidos del suelo y aumentar la producción de cultivos (Hill W et al, 2004 y Wright & Welbourn, 2002). Mientras tanto, la gestión de la fertilidad del suelo en sistemas de agricultura orgánica se basa en una adecuada rotación de cultivos, manejo de residuos de cultivos, y la aplicación de abonos, acondicionadores del suelo, así como de composta complementada por varios fertilizantes comerciales permitidos. Ellos incluyen, entre otros, los fertilizantes de origen orgánico (reciclado) derivados de la industria alimentaria y varias fuentes de minerales como el fosfato de roca, sales potásicas en bruto, azufre elemental, etcétera (Möller & Schultheiß, 2014).

Por otra parte, los principales componentes de los fertilizantes (convencionales y los orgánicos) son los principales macronutrientes (N, P y K), macronutrientes secundarios (incluido el Ca, Mg, S y Na) y micronutrientes esenciales (incluya B, Cu, Fe, Mn, Mo y Zn) (Möller & Schultheiß, 2014 y Hill W et al, 2004). Tanto los fertilizantes convencionales y orgánicos contienen elementos tóxicos, que son bien conocidos por ser tóxicos a los cultivos y los organismos del suelo cuando está presente en concentraciones excesivas, elementos como Cu, Zn, que son al mismo tiempo micronutrientes, y Ni, Pb, Cd, Cr, Hg, Tl y As (Singh et al, 2010, Möller & Schultheiß, 2014 y Zaccone et al, 2010).

Uno de los recursos más importantes para la agricultura es el suelo, “el suelo contiene un gran componente biótico, es moldeado por la vida, y es capaz de soportar el crecimiento de las plantas. La mayor parte del suelo se compone por un 5% en volumen de materia orgánica, el resto se divide entre la materia mineral, y el espacio tomado por el aire o el agua (Sakrabani et al, 2012, pp. 233-235).

La materia orgánica en el suelo incluye microorganismos tanto vivos como muertos y el material en descomposición derivados de plantas y animales, este último concepto es muy importante para la comparación de los efectos sobre el suelo por fertilizantes, ya que la eficacia de fertilizantes y la agricultura en general dependen de las características y la estructura del suelo.

La Tabla 8 muestra los principales factores de la formación y composición del suelo. Las diferencias en el suelo, a su vez dicta cómo reacciona el suelo cuando se utilizan fertilizantes. (Sakrabani et al, 2012).

**Tabla 8: Cinco factores que influyen en la formación del suelo.**

Fuente: R. Sakrabani, L. K. Deeks, M. G. Kibblewhite and K. Ritz. Impacts of aquiculture upon soil Quality, Issues in Environmental Science and Technology, 34(2012): 35-56

<b>Factor</b>	<b>Efectos</b>
<b>Clima</b>	Los dos elementos clave del clima (la temperatura y la humedad), juegan papeles en lugares específicos y en grandes regiones. Temperaturas más cálidas acelerarían los avances de la descomposición y del crecimiento biológico. Debido a que las reacciones químicas son más rápidas a temperaturas altas, muchos procesos que pueden contribuir a la formación del suelo son más rápidas. La humedad es también necesaria para muchos procesos biológicos y pueden acelerar la adaptación física y química, así que, en general el suelo se desarrolla más rápido en climas cálidos y húmedos.
<b>Organismos</b>	A medida que se desarrolla el suelo, las lombrices de tierra y otros animales de madriguera mezclan la tierra, airean el suelo, añaden materia orgánica, y facilitan la descomposición microbiana. El tipo de vegetación que crece en un suelo en desarrollo (y añade su materia orgánica a ella) afecta a la composición y la estructura del suelo.
<b>Relieve</b>	Características de relieve topográfico, como colinas y valles afectan a la exposición al sol, el viento y el agua, y la influencia de dónde y cómo se mueve el suelo. Las pendientes más pronunciadas, por ejemplo, dan lugar a una mayor erosión, menor acumulación de materia orgánica, cantidades reducidas de lixiviación, y menos diferenciación de las capas del suelo.
<b>Material matriz</b>	Los atributos químicos y físicos del material matriz ejercen una gran influencia en los atributos del suelo que resulta. El suelo que se originan a partir de sedimentos fluviales, por ejemplo, va a ser muy diferente en la química, la textura y otras propiedades que las que se originan a partir de roca volcánica.
<b>Tiempo</b>	La transformación del suelo es lenta y tarda décadas, siglos, o milenios. Con el tiempo, factores que influyen en la formación del suelo pueden cambiar, por lo que el suelo que vemos hoy puede ser el resultado de varios conjuntos de factores.

El uso de fertilizantes convencionales es un problema de suma importancia debido a los efectos que puede tener sobre la calidad del suelo. La agricultura moderna enfrenta problemas como: la contaminación (con nutrientes, metales pesados y contaminantes orgánicos), la acidificación y salinización (Sakrabani et al, 2012).

Como en muchos otros aspectos de la agricultura, el movimiento orgánico ha pretendido ser superior y disminuir los efectos de los fertilizantes en el medio ambiente y la salud de la población en general. Comparar el rendimiento y efectos de cada régimen, es de suma importancia para llegar a una conclusión.

Sin embargo, diferentes estructuras y composiciones de la tierra en diferentes lugares hacen que sea más difícil definir los efectos de los fertilizantes en el suelo y los productos. Otro problema que se enfrenta al tratar de comparar los productos de la agricultura orgánica y convencional, son las amplias variaciones de la agricultura orgánica. (Möller & Schultheiß, 2014, Maggio et al, 2008, Bourn & Prescott, 2002, Rigby & Cáceres, 2001 y Wood et al, 2006).

Las normas estipuladas para la agricultura orgánica no son suficientes para garantizar las técnicas de cultivo de alimentos homogéneos. Esta falta de normas afecta los resultados de las investigaciones, pues no es raro que incluso en las granjas orgánicas vecinas utilicen diferentes prácticas agrícolas, la falta de estandarización aumenta el riesgo del uso de prácticas dañinas para el medio ambiente o la salud humana. (Trewavas, 2004 y Möller & Schultheiß, 2014)

Por otra parte, hay muy poca información sobre los fertilizantes orgánicos. Existen bases de datos de los elementos y sustancias que contienen los fertilizantes convencionales, esto para facilitar la regulación de los efectos de las autoridades. (European Union: Enterprise and Industry, 2015) La historia es diferente para los fertilizantes orgánicos, a pesar de que existe información, solo existe información adecuada y disponible de algunos fertilizantes orgánicos (Möller & Schultheiß, 2014), lo cual no es suficiente. Un estudio que se hizo en Alemania se centró en la caracterización química de los fertilizantes orgánicos comerciales. Ellos encontraron que, entre todos los abonos incluidos en el muestreo para el estudio hallaron una gran variación en la composición de los elementos de la mayor parte de la macro y micronutrientes, así como elementos tóxicos.

Esta falta de normas y transparencia provoca que obtener simulaciones de las condiciones reales sea difícil, comparado con la agricultura convencional. Por lo que, aunque la mayor parte de los estudios encontraron que las concentraciones de elementos tóxicos en los fertilizantes ecológicos fueron menores que las concentraciones que se encuentran en las fuentes de los fertilizantes (compost, estiércol de aves de corral y estiércol), es imposible confirmar estos datos sin tener un espectro de nutrientes estable (Möller & Schultheiß, 2014).

### **3.1 ¿Cuáles son los principales problemas medioambientales causados por los fertilizantes?**

El uso generalizado y con frecuencia el uso excesivo de fertilizantes impacta en muchas facetas del medio ambiente. Los cambios en la composición de la atmósfera, la eutrofización y el aumento de la concentración de nitrógeno en las aguas subterráneas, todos los anteriores son conocidos efectos del uso de fertilizantes.

El impacto en los componentes atmosféricos (tales como nitrógeno gaseoso que se emiten a la atmósfera, los gases de efecto invernadero como NO<sub>x</sub>) se debe principalmente a los fertilizantes nitrogenados. El aumento de las concentraciones de nitratos en las aguas superficiales y subterráneas se deriva del uso severo de los fertilizantes, es tan grave que estas concentraciones se encuentran a menudo alcanzando niveles potencialmente peligrosos en las aguas subterráneas (rara vez en las aguas superficiales), causando enfermedades como hemoglobinemia o la potencial formación de nitrosaminas cancerígenas.

Además, los fertilizantes de fósforo y en algunos casos los fertilizantes nitrogenados, contribuyen al proceso de eutrofización en muchos sistemas acuáticos de agua dulce, cambiando los ecosistemas y las características físicas de las fuentes de agua (Hill W et al, 2004 y Wright & Welbourn, 2002).

### 3.2 Lixiviación de macronutrientes

El uso de fertilizantes afecta principalmente a la cantidad de nutrientes en el suelo. El nitrógeno y el fósforo, dos de los tres componentes principales de los fertilizantes y los macronutrientes primarios, están implicados en la eutrofización acuática. El proceso de eutrofización se traduce en una disminución general de la calidad del agua, lo que restringe su uso en diversas aplicaciones, de las cuales, la más importante es el consumo humano.

El nitrógeno y el fósforo han estado presentes en el suelo durante un largo tiempo, sin embargo, la agricultura ha aumentado enormemente esta cantidad. Estos nutrientes se acumulan cuando se añade en exceso más allá de lo que se necesita por los cultivos, y el excedente acumulado de nutrientes, permite la liberación de estos a las aguas subterráneas y suministros de aguas superficiales, en consecuencia, cambian el equilibrio en algunas cadenas alimenticias. Se ha informado, que cuando los fertilizantes ecológicos (estiércol o abonos compuestos) se aplican a los suelos, la disponibilidad de nutrientes para absorción por el cultivo es más lento que con los fertilizantes sintéticos. Esto es debido a la forma en la cual los nutrientes están presentes en cada caso.

En los abonos ecológicos, los nutrientes presentes no se encuentran en una forma disponible para los microorganismos encontrados en el suelo, por lo que deben ser asimilados, en consecuencia, lo que se ha encontrado aumenta la cantidad de microorganismos presentes (Hansen, FjelstedAlrøe & Kristensen, 2011 y Sakrabani et al, 2012).

En cuanto a los efectos del uso de fertilizantes, y específicamente el efecto sobre la eutrofización, se han realizado estudios en ciertos países. Sin embargo, no hay forma factible para estudiar el efecto a nivel global, debido a diferencias en los suelos y los reglamentos que existen en cada lugar, como ya se mencionó anteriormente en este capítulo. Tomando en cuenta los estudios realizados, se ha demostrado que el uso de fertilizantes orgánicos puede ayudar a reducir el exceso de nutrientes en el suelo, por ejemplo, un estudio realizado en los Países Bajos, informa que la agricultura orgánica por lo general produce menores excedentes de nutrientes (con menos lixiviación) en la superficie del suelo (Diepeningen et al, 2006).

Otro estudio realizado en Dinamarca, tuvo resultados similares cuando se realizó un estudio de impacto ambiental. La agricultura orgánica tiene como objetivo minimizar las pérdidas de nutrientes por dos razones principales. En primer lugar, los nutrientes constituyen un recurso importante y contribuyen al mantenimiento de los niveles de producción. En segundo lugar, una prioridad para la agricultura orgánica, es operar en ciclos de nutrientes ajustados para minimizar las pérdidas y contaminar las reservas de aire y agua (Hansen, FjelstedAlrøe & Kristensen, 2011).

El artículo danés, también establece que de entre todos los nutrientes, el nitrógeno (N) presenta el mayor de los problemas relativos a la lixiviación, esto debido a la movilidad de los nitratos en el agua y también la emisión de  $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  y  $\text{N}_2$  desde el suelo hacia el aire. En general, los resultados muestran que la lixiviación de nitratos en la agricultura orgánica es muy baja, del 8 al 34 kg de N  $\text{ha}^{-1}$   $\text{año}^{-1}$ , también se informó que los estudios

de Escocia, Alemania y Noruega han encontrado índices más bajos de contaminación de nitrógeno en los suelos para la agricultura orgánica que las tasas encontradas en los suelos de la agricultura convencional, aparte de esto, hay pocos datos disponibles para K y P, pero las conclusiones son similares: la agricultura orgánica puede presentar una menor concentración de estos nutrientes en el suelo, a menos que no se utilicen las adecuadas prácticas de gestión.

Por último, este estudio concluye que los índices más bajos de contaminación en comparación con la agricultura convencional de nitrógeno se deben a: (1) menor cantidad de producción, (2) menores cantidades de N utilizados, y (3) el mayor uso de los cultivos intermedios en otoño y el invierno en los sistemas orgánicos (Hansen, FjelstedAlrøe & Kristensen, 2011).

Sin embargo, es importante tomar en cuenta la gran dispersión de la tasa reportada por el estudio danés, probablemente vinculadas a las cantidades impredecibles de los nutrientes en los fertilizantes orgánicos, causando un excedente variable del nitrógeno en el suelo. Y, por último, la mención en ambos estudios de la probabilidad de que la agricultura orgánica puede tener los mismos efectos sobre la eutrofización como la agricultura convencional si se utilizan malas prácticas de gestión (Diepeningen et al, 2006).

Por ejemplo, a través de: (1) el arado de hierba y legumbres en el momento equivocado, y sin cultivos después del arado que puedan capturar el Nitrógeno mineralizado, o (2) al permitir que animales destruyan la superficie de los cultivos y los sistemas de raíces. Además, la difícil autosuficiencia y los bajos rendimientos de los cultivos también puede conducir a un alto nivel de lixiviación de nitrógeno en algunos sistemas orgánicos (Hansen, FjelstedAlrøe & Kristensen, 2011).

### 3.3 Acidificación del suelo

La acidificación del suelo es otro problema relacionado con la agricultura y el uso de fertilizantes. Se ha demostrado que la aplicación continua de fertilizantes inorgánicos puede conducir a la degradación de la calidad del suelo, debido al agotamiento de la materia orgánica. Esto es causado por el pH más bajo, consecuencia de la alta concentración de amonio en el suelo. Mientras tanto, el pH del suelo, cuando se utiliza abono orgánico, no cambia de forma notable, y el estiércol especialmente del corral, es una buena fuente de reposición de la materia orgánica (Singh et al, 2010 y Zaccone et al, 2010).

Uno de los principales objetivos de la agricultura orgánica es mantener la fertilidad natural del suelo. La fertilidad natural del suelo se relaciona con la calidad del suelo. La calidad del suelo se ve afectada por los cambios en el pH y la contaminación, principalmente como se ha dicho, debido a que la materia orgánica presente en el suelo tiende a disminuir en los suelos ácidos, y también por los cambios de la cadena alimenticia cuando hay contaminación de nutrientes o de otras sustancias. (Hansen, FjelstedAlrøe & Kristensen, 2011)

El papel más importante de la materia orgánica en el suelo, es como sustrato para los microorganismos, que soportan una amplia gama de procesos esenciales para el funcionamiento general del sistema, incluyendo la descomposición de materiales

vegetales para liberar nutrientes y permitir su reciclaje, y el mantenimiento físico del suelo. Por lo tanto, el agotamiento de la materia orgánica y la biodiversidad en el suelo son indicadores importantes del papel de un régimen agrícola. En este caso, se ha encontrado que la agricultura orgánica ayuda a mantener e incluso aumentar la materia orgánica en el suelo (Singh et al, 2010, Zaccone et al, 2010, Hansen, FjelstedAlrøe & Kristensen, 2011y Sakrabani et al, 2012).

Por otra parte, existen alternativas para la agricultura convencional para detener el agotamiento de la materia orgánica como: introducir a la rotación de cultivos; plantación y la incorporación de cultivos de cobertura; reduciendo la eliminación y especialmente la quema de residuos vegetales después de la cosecha (Sakrabani et al, 2012).

### 3.4 Contaminación por metales y otras sustancias

El suelo actúa como un sumidero a largo plazo de la acumulación de metales pesados como resultado neto de la diferente movilidad y bio-disponibilidad de metales pesados en los suelos, las pérdidas por lixiviación y absorción por la planta.

La entrada de metales pesados en los suelos agrícolas proviene de varias fuentes, incluyendo la deposición atmosférica, bio-sólidos, estiércol, fertilizantes inorgánicos y cal, subproductos industriales y compostas. Estas fuentes de entrada de metales pesado, pueden contribuir a niveles significativos de zinc, cobre, níquel, plomo, cadmio, cromo, arsénico y mercurio.

La acumulación de metales pesados en el suelo puede dañar la flora y la fauna del suelo, dando lugar a cambios en la estructura del mismo, cambios que impactan en la formación y descomposición de materia orgánica. También puede interrumpir los ciclos de nutrientes, debido a la pérdida de los organismos involucrados en el proceso (Sakrabani et al, 2012).

Trazas y contenidos considerables de los elementos mencionados antes, son el resultado de muchos factores, es decir, las características del suelo (pH, capacidad de intercambio catiónico, contenido de materia orgánica y el grado de humificación), las prácticas agrícolas y la contaminación de fuentes antropogénicas y atmosféricas, factores genéticos, influencias estacionales y las interacciones entre estos elementos (Zaccone et al, 2010).

Se ha descubierto que la deposición atmosférica es la principal fuente de la mayoría de los metales que entran en la tierra agrícola, representa el 49% de las entradas totales de zinc, 39% de las entradas de cobre y el 54% de la aportación de cadmio, por otra parte, estiércol y biosólidos fueron también fuentes importantes que representan la segunda fuente de metales depositados (Sakrabani et al, 2012). A pesar de que, los metales se depositan en mayor cantidad en la agricultura orgánica, la fitodisponibilidad en los cultivos orgánicos es en general menor que en los convencionales (Singh et al, 2010 y Zaccone et al, 2010).

Además, un estudio demostró que la aplicación de fertilizantes orgánicos, solos o en combinación con fertilizantes inorgánicos es eficaz como una técnica para reducir fitodisponibilidad de metales pesados para las plantas. El estudio se realizó en los campos

sometidos a riego con aguas residuales y la comparación continuos de fertilizantes inorgánicos a base de nitrógeno, fósforo y potasio comerciales con estiércol y estiércol mezclado con nitrógeno. El estudio encontró valores de pH más bajos en el suelo fertilizado con fertilizantes convencionales y como resultado menos carbono orgánico que pudiera inmovilizar metales pesados. Mostrando también mejores características de las plantas bajo combinación de estiércol y fertilizantes de nitrógeno de corral. (Singh et al, 2010)

En un estudio diferente, se comparan los fertilizantes convencionales a base de nitrógeno, fósforo y potasio; con composta siguiendo las normas de la Comisión Europea, donde la fitodisponibilidad de metales para seis metales pesados, las concentraciones de Cr, Ni y Pb fueron más altas en los productos convencionales, y la disponibilidad de Cd fue insignificante para ambos productos orgánicos y convencionales, aunque ligeramente elevada en los productos orgánicos. Finalmente, las concentraciones de Cu y Zn fueron más altas en los productos orgánicos. Digno de mención es que, para ambos sistemas, los contenidos de metales pesados en los suelos cayeron dentro del rango jurídico de los suelos naturales y cultivados (Zaccone et al, 2010).

También se demostró que el riesgo de acumulación en el suelo de los contaminantes y residuos de antibióticos relacionados con la aplicación de fertilizantes orgánicos comerciales es insignificante. Para aliviar el miedo que en un principio se basa en el conocimiento de que el ganado o las aves de corral podrían ser fuentes de antibióticos y otros contaminantes (contaminantes orgánicos persistentes, plaguicidas, compuestos que se encuentran en el compost como los bifenilospoliclorados (PCB), hidrocarburos aromáticos policíclicos, dibenzo-p-dioxinas y furanospoliclorados (PCDD / Fs), retardantes de llama bromados, ftalatos, sulfonatos de alquilbenceno lineales, pesticidas, nonilfenoles, salmonela y OGM) (Möller & Schultheiß, 2014).

### **3.5 Bacterias en nuestra comida**

En cuanto a los niveles de bacterias, un estudio realizado en Estados Unidos encontró que los productos procedentes de agricultura orgánica utilizando el estiércol para la fertilización fueron significativamente mayores en riesgo de contaminación con E. Coli que las que se produjeron a partir de las granjas orgánicas que no utilizan residuos animales (Avery, 1998).

Sin embargo, este artículo parecía muy poco realista y extremista, argumentando probabilidades de peligro mortal de E. Coli relacionados con la agricultura orgánica (Vidal, 2010). Otros artículos han encontrado prevalencia de la contaminación por E. Coli, tanto en la agricultura convencional y orgánica, el riesgo era en efecto, más alto para la agricultura orgánica (Smith-Spangler et al, 2012; Oliveira et al, 2010 y Thorup-Kristensen et al, 2012).

### **3.6 Rendimiento y calidad del suelo**

La fertilización afecta el rendimiento y la calidad de los cultivos, un estudio danés tuvo en cuenta la dependencia de la agricultura orgánica en la actualidad sobre la importación de estiércol para fertilizar el suelo, por lo que compara la agricultura convencional con la

agricultura orgánica común que utiliza el estiércol importado y con la nueva agricultura orgánica que se basa en abono ecológico y que captura cultivos que crecieron durante el otoño después de la cosecha principal, como principal fuente de fertilizantes para el suelo; Siempre se encontraron mejores rendimientos en los cultivos convencionales, en promedio se encontró una variación en el resultado de rendimientos 20% menos en los cultivos orgánicos, existiendo variaciones según los cultivos y la estación del año. (Pimpini, et al, 1992).

Sobre la calidad, fueron pocos y no se encontraron productos dañados regularmente, en los sistemas convencionales y orgánicos, para algunas estaciones el producto dañado fue encontrado en mayor cantidad en los sistemas convencionales y algunas otras estaciones fueron más en los sistemas orgánicos (Thorup-Kristensen et al, 2012). Diferentes artículos concordaron, al hallar que los rendimientos de los sistemas orgánicos mostraban reducciones de rendimiento moderado, en comparación con los sistemas convencionales de cultivo, reducciones menores al 20% (Seufert, et al 2012 y Tomek de Ponti et al, 2012).

### 3.7 Aspectos Nutricionales

Una de las razones más importantes del aumento del consumo de productos orgánicos es la supuesta "superioridad" en nutrientes y sabor. Es una creencia extendida, que los productos orgánicos son mejores para la salud de los consumidores que los productos convencionales', a pesar de que se han realizado una gran cantidad de investigaciones y la mayoría de ellos han encontrado pocas o ninguna diferencia significativa sobre los nutrientes, sabor ni los efectos de la dieta sobre la salud (Trewavas, 2004; Smith-Spangler et al, 2012; Średnicka-Tober et al, 2013; Dangour et al, 2009 y Williams, 2002).

La mayoría de las afirmaciones que indican que los productos orgánicos tienen mejor sabor y son más nutritivos que los convencionales, se realizan en gran parte sin fundamento. Esto se debe principalmente a la falta de rigor en los estudios de investigación que no emparejan las variables de producción comunes de ambos sistemas de producción (Gene et al, 2007 y Forman et al, 2012).

Los cultivos más comúnmente investigados son: las zanahorias, lechugas, patatas y verduras de hoja verde, mientras que los nutrientes más comúnmente analizados son: la vitamina C, caroteno, y nitrato, y los elementos minerales más importantes son: el Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Potasio (K), Hierro (Fe), Zinc (Zn), Cobre (Cu), Manganeseo (Mn), Selenio (Se) y Yodo (I). El Fósforo (P) y Sodio (Na) que se encuentran generalmente en cantidad suficiente para detectarse y ser estudiados. Sin embargo, muy pocas diferencias en la composición han sido reportadas, aunque se obtuvieron resultados consistentes para mayores cantidades de nitrato y un menor contenido de vitamina C de las verduras producidas convencionalmente (Bourn & Prescott, 2002, Lairon, 2009 y Williams, 2002).

Se han llevado a cabo pruebas de frescura y sabor, y por lo general la gente no puede decir la diferencia entre el producto orgánico y convencional, que indica que el trabajo de marketing ha sido más importante que la experiencia real que la gente tiene con los productos orgánicos, en algunos casos los productos agrícolas convencionales registraron un mejor sabor (Trewavas, 2004).

Un estudio realizado en Estados Unidos, en la cosecha de toronja, comparando regímenes convencionales y orgánicos, donde la fruta convencional era mejor de color y el jugo fue menos agrio, más baja en la naringina principal compuesto que produce el sabor amargo, y mejor aceptado por el panel de consumidores de la fruta orgánica, por supuesto, estos resultados dependía de la cosecha y la estación del año, pero ilustra el hecho de que la mayor parte de las afirmaciones, no tienen un fundamento en resultados científicos (Gene et al, 2007).

Los nutrientes y vitaminas, se han comparado mucho los últimos años, a pesar de que puede haber trabajos que alegan la superioridad de los productos de la agricultura orgánica, la mayoría de los artículos y las encuestas no encuentran nada o pocos nutrientes y vitaminas en concentraciones más altas en vegetales o frutas orgánicas. Sólo hay pruebas sólidas sobre las cantidades más bajas de ácido ascórbico (vitamina C) y mayores cantidades de nitratos en los productos agrícolas convencionales. (Trewavas, 2004, Dangour et al, 2009, Forman et Al, 2012 y Williams, 2002)

En un estudio realizado en toronjas de Estados Unidos, donde el jugo de fruta orgánica tuvo una mayor concentración en ácido ascórbico y azúcares y baja en nitrato, el sabor de la amargura siempre fue significativamente mayor en el jugo de toronja orgánica y esto estaba relacionado con las mayores cantidades de ácido ascórbico; resultados similares con altas cantidades de ácido ascórbico, se encuentran en estudios realizados en las patatas, verduras de hoja verde. Mientras tanto, en los estudios de puerro, zanahoria, remolacha y manzana no se muestran ninguna diferencia en vitamina C. (Lairon, 2009) (Williams, 2002) (Gene et al, 2007)

Las diferencias nutricionales entre productos orgánicos y convencionales parecen mínimas. Hay diferentes estudios realizados sobre el tema, y se ha encontrado a veces las diferencias entre las cantidades de minerales y nutrientes. Para el ejemplo del estudio en el pomelo en EE.UU., donde la estación afectaba la cantidad de N, K, Mg, Mn, y Ca, por lo tanto, estos podrían ser significativamente más grande en el zumo de pomelo convencional, sin embargo, para los elementos B, Cl, Cu, Fe, Na, P ó Zn no se encontraron diferencias significativas entre los dos sistemas. Se informó de resultados similares para los estudios sobre cereales y patatas, en donde la composición mineral (P, K, Ca, Mg, Mn, Zn, Fe, Cu y Cr) de cereales no fue marcadamente afectada por el régimen de cultivo. Además, los estudios sobre la vitamina A, vitamina B y proteínas informaron diferencias nulas o escasas entre los vegetales orgánicos y convencionales (Dangour et al, 2009; Gene et al, 2007; Lairon, 2009 y Williams, 2002).

Por otra parte, varios estudios comparativos se han realizado en los niveles de nitratos en las hortalizas. Los nitratos están presentes de forma natural en las plantas; que son absorbidos por las raíces y se utilizan para la síntesis de aminoácidos. Ellos se pueden acumular en los tejidos vegetales, especialmente en hortalizas. Las cantidades de nitrato se han reportado varias veces siendo mayor en la agricultura convencional, para el zumo de pomelo, patata, puerro, nabo, zanahoria y vegetales de hoja verde (Lairon, 2009; Williams, 2002 y Gene et al, 2007).

De todos los resultados de los estudios sobre las comparaciones nutricionales entre los sistemas de agricultura orgánica y convencional, este es el más importante, ya que el nitrato se asocia con la metahemoglobinemia (síndrome del bebé azul) en lactantes y

cáncer gástrico / intestinal en adultos. El último es debido a que los nitratos pueden ser transformados fácilmente en nitritos y los nitritos son moléculas altamente reactivas capaces de: (1) competir con el oxígeno en la circulación sanguínea por la unión a hemoglobina, lo que conduce a la metahemoglobinemia y posible anoxia y, (2) la unión a las aminas secundarias a generar nitrosaminas que se encuentran entre las más poderosas fuentes naturales que promueven el cáncer. Por lo tanto, los nitratos son un motivo de preocupación para el público (Lairon, 2009 y Gene et al, 2007).

## **Capítulo 4. Producción a gran escala**

Según la ONU, a partir de 2014, hay 805 millones de personas hambrientas en el mundo, aproximadamente el 14,5% de la población mundial. Aunque esta es una gran mejora desde hace 20 años, donde el 23,4% de la población mundial estaba muriendo de hambre, esta mejora ha sido posible en gran parte debido al gran aumento en el rendimiento de los cultivos y debido al uso de pesticidas, fertilizantes y sistemas de riego. (FAO, 2014)

Se estima que el aumento del uso de fertilizantes, combinado con un aumento de la irrigación es responsable del 70% del aumento en el rendimiento durante el siglo pasado, gran parte de lo que ha ocurrido en los últimos 30-40 años. (FAO, 2003)

### **4.1 Demanda alimenticia y la agricultura a nivel global**

Gran parte de la población mundial, incluyendo algunos políticos no alcanzan a comprender la magnitud de nuestra agricultura mundial. A partir de 2009, el 9,3% de la superficie total de la Tierra estaba siendo utilizado como tierras de cultivo activo. Sin incluir pastos o cultivos permanentes (FAOSTAT, 2009).

Con esta impresión de la escala, se hace evidente por qué incluso una disminución del 10% en el rendimiento sería catastrófico para la seguridad alimentaria del mundo, y también, el por qué un aumento de la eficiencia en un terreno que ya se utiliza para la agricultura, en lugar de despejar y utilizar nuevos espacios, es un escenario preferido. Sólo un 1% de aumento en la producción total de la agricultura actual, significaría el mismo aumento en la producción con la plantación de un nuevo campo de aproximadamente el mismo tamaño que Inglaterra.

Esto es por supuesto una simplificación excesiva, pero ayuda a explicar el enfoque, por qué un incremento del rendimiento por unidad de superficie es preferible, antes que despejar más tierra, y por qué las prácticas alternativas con rendimientos reducidos incluso moderadamente, no son una opción en una escala global. La cuestión de la escala también influye en la previsión de evolución de la agricultura, pues granjas más grandes pueden desplazar a las más pequeñas simplemente debido al aumento de las capacidades de inversión y las compras a granel (Ward, 993).

## 4.2 Evolución de la agricultura

En los últimos cien años hemos visto un cambio en la agricultura. Anteriormente, la agricultura dependía principalmente de los recursos internos: El reciclaje de la materia orgánica, confiando en un control biológico de plagas y el uso de lluvia para el riego. La práctica común era plantar más de una variedad de cultivo en el mismo espacio y tiempo, con el fin de protegerse contra una mala cosecha completa. Por ejemplo, la aplicación de nitrógeno se consiguió sobre todo mediante la rotación de las legumbres y la aplicación de pequeñas cantidades de estiércol y composta.

Los cultivos se rotaban y el tamaño de los campos estuvo limitado debido a la poca automatización. En estos sistemas había muy poca degradación del medio ambiente. Sin embargo, como la agricultura se ha modernizado, la opción de aumentar la productividad enormemente llegó a estar disponible (Alteri, 1992).

Hoy en día, el tamaño de las granjas podría aumentar con la ayuda de la mecanización, mientras las plagas y los nutrientes del suelo fueron controlados con agroquímicos. Actualmente, la agricultura es en gran parte dominada por el llamado monocultivo, grandes áreas de un solo cultivo, a menudo se cultivan durante todo el año.

## 4.3 Problemas de la agricultura moderna

Uno de los principales problemas de la agricultura moderna son los monocultivos antes mencionados. La palabra monocultivo fue utilizado originalmente para referirse a la práctica donde un solo cultivo se desarrolla en un campo, pero ahora se ha extendido a significar también el problema de la falta de la biodiversidad en los campos y los mercados agrícolas. El principal problema del monocultivo, es la falta de diversidad.

Cuando vastas áreas están cubiertas con un cultivo determinado, o cuando un gran porcentaje del total de la producción de los cultivos son del mismo genotipo, la falta de diversidad puede provocar que un brote de la enfermedad o plaga en un área se propague fácilmente e infecte a todo el sistema, ya que los mecanismos de defensa de una planta a otra serán prácticamente idénticos. Estos problemas sólo están exasperados por la práctica conocida como monocultivo continuo, donde el mismo cultivo se desarrolla en el mismo lugar durante varios años consecutivos. (Alteri, 1992)

Esta vulnerabilidad a su vez crea una mayor demanda de plaguicidas, para reducir las pérdidas de cultivos. Con el aumento de la entrada de plaguicidas viene una presión evolutiva mayor en los organismos objetivos, para adaptarse al pesticida utilizado. Como resultado de ello se necesitan nuevos plaguicidas de forma continua, aprovechándose de este hecho, las corporaciones multinacionales que los producen. Otro problema muy importante en la agricultura moderna es la pérdida de la capa superficial del suelo y la biodiversidad del suelo, debido a la acumulación de pesticidas y fertilizantes discutidos anteriormente los capítulos 2 y 3 de esta tesis.

## Capítulo 5. Resultados: evaluación de sostenibilidad

La creciente preocupación por el equilibrio medio ambiental y la asimilación colectiva del concepto de “sostenibilidad”, han generado muchos cambios en la forma en que vivimos, y la forma en que consumimos. Aún en países en vías de desarrollo, como el nuestro, ha aumentado el número de personas dispuestas a cambiar sus hábitos de consumo que dañan el medio ambiente por otros.

Sin embargo, así como con cualquier otro producto o servicio, la publicidad no siempre es objetiva. En los últimos años, se han presentado en el mercado alternativas “sustentables” que resultaron no serlo, un ejemplo claro son los autos eléctricos, los cuales a pesar de disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub> propias del automóvil, no disminuyen las emisiones de CO<sub>2</sub> para la producción del automóvil, o la emisión de CO<sub>2</sub> para la producción de la energía que el automóvil requiere, así como tampoco evita que el automóvil emita Óxidos de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>) (Mattheij, 2016).

Es imperativo, evaluar en forma objetiva los productos o servicios que se nos anuncian como: “sustentables o sostenibles”. La falta de análisis, de seguir ciegamente la publicidad o tendencias, podrían no solo continuar con el daño al medio ambiente, pero crear escenarios peores a los que imaginamos, como aumento de hambruna en países subdesarrollados, efectos sobre la salud por consumo de agroquímicos usados en la agricultura orgánica, disminución del rendimiento de las tierras agrícolas, etc. por esta razón, es necesario realizar evaluaciones de sostenibilidad, identificando las ventajas y áreas de oportunidad que las alternativas nos ofrecen.

Para realizar una correcta evaluación de sustentabilidad, es necesario “considerar el contexto específico de cada caso, las escalas apropiadas, así como diseñar o adecuar los métodos que ayuden al propósito”. De estas consideraciones generales, surgen los indicadores o parámetros de sostenibilidad, cuyo propósito es “proporcionar información sobre el estado de la relación entre la sociedad y el mejoramiento o empeoramiento de la calidad del entorno” (Astier, 2008).

Algunas de las recomendaciones de las características y criterios para la selección de indicadores de sustentabilidad, son las siguientes (World Bank, 1997):

- Representatividad: la información debe representar la condición del todo.
- Objetividad: independientemente del criterio del recolector de datos.
- Fiabilidad: los datos deben ser confiables y de buena calidad.
- Comprensibles: los indicadores deben ser claros y entendibles no únicamente para especialistas.
- Predictivo: capaz de prever futuras tendencias, sobre todo de tipo negativo.
- Comparables: que permita comparaciones interterritoriales, de escala comunal a regional y nacional.
- Limitados: es decir, que no sean demasiados.
- Accesibles: disponibilidad de datos e información a quien lo requiera, fundamentalmente a la ciudadanía involucrada.

Atendiendo a las recomendaciones anteriores, se han definido los indicadores de sustentabilidad para las técnicas agrícolas, se detalla en los subtemas de este capítulo, a continuación, cada uno de estos indicadores.

## 5.1 Indicadores de sostenibilidad

En la tabla 9, se muestran los parámetros de sostenibilidad, los indicadores se separan en tres rubros: impacto ambiental, impacto a la salud humana e impacto socioeconómico, se describe cada uno de los indicadores para los dos regímenes agrícolas, esto con el fin de resumir la investigación bibliográfica realizada, por último, se indican las ventajas y desventajas de cada uno de los regímenes.

**Tabla 9. Indicadores de sostenibilidad**

<b>Rubro</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Agricultura orgánica</b>	<b>Agricultura convencional</b>
Impacto Ambiental	Biodegradabilidad de agroquímicos (pesticidas y fertilizantes)		
	Lixiviación de macronutrientes	Cuando se gestiona de forma adecuada puede disminuir la lixiviación de macronutrientes y a su vez la eutrofización	El excesivo uso de fertilizantes provoca una mayor lixiviación de macronutrientes y eutrofización
	Acidificación del suelo	Disminuye la acidificación del suelo y protege la fauna y materia orgánica del suelo.	Acidifica el suelo al no respetar los ciclos naturales del mismo.
	Emisiones de gases de efecto invernadero (EGEI) por producción de agroquímicos	El uso de agroquímicos provenientes de fuentes naturales disminuye las EGEI del ciclo de vida completo de los productos orgánicos.	La producción y uso de agroquímicos indispensables para la agricultura convencional aumenta las EGEI del ciclo de vida completo de los productos.
	Erosión del suelo	La buena gestión de sus prácticas puede mejorar la calidad del suelo.	Ha provocado la erosión de grandes extensiones de tierra.
	Contaminación por metales	Aumenta la contaminación por metales pesados.	La buena gestión puede disminuir la contaminación por metales pesados.
Impacto a la salud humana	Cantidad de pesticidas en los alimentos	Se encuentran siempre dentro de los límites aceptados internacionalmente.	
	Toxicidad de los pesticidas usados	La falta de regulación ha permitido el uso de pesticidas tóxicos para el ser humano.	El uso de los pesticidas es regulado y vigilado, evitando riesgos potenciales.
	Cantidad de nutrientes en los alimentos	Solo se han encontrado diferencias considerables en la vitamina C, siendo mayores en cítricos orgánicos.	

<b>Rubro</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Agricultura orgánica</b>	<b>Agricultura convencional</b>
	Bacterias que se encuentran en los alimentos	La cantidad de bacterias es siempre mayor	La buena gestión permite obtener productos superiores a los orgánicos.
Impacto socioeconómico	Rendimiento de los cultivos	Menores rendimientos a otros esquemas agrícolas	Rendimientos por lo menos en un 20% superiores
	Costo del producto final	Sobrepuestos de hasta 40%	Precios accesibles por la automatización de procesos.
	Fuentes de empleo	Aumento de fuentes de empleo, con un nivel de satisfacción más alto que el régimen convencional.	Menos fuentes de empleo debido a la automatización de procesos.
	Capacidad de satisfacción de la demanda	Los menores rendimientos y el aumento de precios hacen imposible que el régimen pueda suplir las demandas, incluso a niveles nacionales.	La producción total de este régimen ha permitido se supla de alimentos a cada vez más personas en el mundo, a pesar de desechar gran parte de su producción debido a estándares de calidad innecesarios, como la estética del producto.

Como se menciona antes, las alternativas que surgen deben ser examinadas, pues muchas veces, pueden cometerse errores que comprometan aún más nuestro medio ambiente, seguridad y salud, de no hacer los análisis pertinentes.

En la tabla 9, ambos regímenes agrícolas tienen ventajas y desventajas, lo que se debe destacar es, que si bien un régimen agrícola orgánico puede mejorar la calidad del suelo, detener la erosión e incluso disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero, no presenta ninguna ventaja sobre las propiedades nutritivas de los alimentos, no contamina menos nuestro cuerpo con agroquímicos, pero puede ocasionar aumento de enfermedades por bacterias o plagas, y no puede suplir la demanda actual de alimento, además de ser poco competitivo en países del tercer mundo, como es México, debido a los sobrepuestos.

## Capítulo 6. Panorama actual en México

En los capítulos anteriores se ahondo en las características de los regímenes agrícolas y se evaluó su sostenibilidad en tres niveles, sin embargo, para analizar si el régimen agrícola orgánico es conveniente, específicamente para México, se debe analizar la situación actual del campo mexicano, el marco legal que rige al sistema agrícola y a que sectores beneficia este nuevo mercado.

Ahora bien, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), registra una superficie cultivada en el país que pasó en los últimos 10 años, de 86 mil a casi 400 mil hectáreas, mientras que, el número de productores, por igual en una década, creció de 33 mil 587 productores a alrededor de 140 mil.

En cuanto a la producción orgánica en México, existen dos vertientes, la agricultura orgánica que se lleva a cabo por la falta de recursos de los agricultores, lo que les impide la compra de agroquímicos o maquinaria, agricultura que si bien se puede etiquetar como orgánica, no necesariamente cumple con los estándares internacionales, por otro lado, las huertas orgánica que si son certificadas y entre el 85% y el 90% de su producción tiene como destino Europa y Estados Unidos de América, lugares donde la demanda de productos orgánicos ha crecido en los últimos años, impulsando este mercado en los países emergentes, como México.

La actividad representa una atractiva oportunidad de negocio, el ingreso de divisas por las exportaciones de productos orgánicos llegó en el 2012 a 600 millones de dólares. En México se cultivan más de 45 productos orgánicos, los principales son:

**Tabla 10. Productos orgánicos producidos en México y área cultivada de cada uno**

*Fuente: FAO, SAGARPA*

<b>Producto</b>	<b>Área cultivada</b>
Café	70, 840 hectáreas
Maíz azul y blanco	4, 700 hectáreas
Ajonjolí	4, 200 hectáreas
Hortalizas	3, 831 hectáreas
Agave	53, 050 hectáreas
Hierbas	2, 510 hectáreas
Mango	2, 100 hectáreas
Naranja	1, 950 hectáreas
Frijol	1, 597 hectáreas
Manzana	1, 450 hectáreas
Papaya	1, 175 hectáreas
Aguacate	920 hectáreas

En menor superficie se produce soya, plátano, cacao, vainilla, cacahuate, piña, Jamaica, limón, coco, nuez, lichi, garbanzo, maracuyá y durazno.

Los principales productores del país se encuentran en:

- Chiapas
- Oaxaca

- Michoacán
- Chihuahua
- Guerrero

Estos estados representan aproximadamente, el 85% del volumen y superficie orgánica total en el país, tan sólo Chiapas y Oaxaca cubren 70% del total.

La importancia de la actividad orgánica para el país radica en que se encuentra vinculada a sectores más pobres del ámbito rural, grupos indígenas y productores de escasos recursos. El 85% de la superficie orgánica, son en su mayoría, campesinos e indígenas organizados, y generan 69% de las divisas de este sector. Sólo 15% de la superficie orgánica es cultivada por medianos y grandes productores, quienes generaban 31% del total de divisas del sector.

La agricultura orgánica en México se visualiza como una oportunidad, para el mejoramiento de los ingresos y la calidad de vida de los productores, y en general, con un desarrollo rural más incluyente. De acuerdo a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, del total de la población económicamente activa en el país, la agricultura orgánica representa el 1.2%, y para finales del 2018, se tiene como meta llegar a una tasa de 2.5% de empleos verdes.

En el territorio nacional, existen tiendas de autoservicio que ofrecen los productos a precios altos para el grueso de la población, sin embargo, sus ventas han aumentado 20% anualmente y, en el caso de las tiendas especializadas, el comercio de estos productos se ha incrementado en un 10%.

En cuanto al marco legal, durante el sexenio de Vicente Fox, se expidió la Ley de Productos Orgánicos (LPO), y en la administración de Felipe Calderón, el Reglamento de dicha Ley. Después, se instaló formalmente el Consejo Nacional de Producción Orgánica (CNPO), órgano de consulta de SAGARPA integrado por productores y agentes de la sociedad relacionados con la actividad. En la tabla 11, se enlista el marco legal destinado fundamentalmente para establecer reglas para los sistemas de producción y certificación, con el objetivo de impulsar comercialmente tanto a nivel local como internacional los productos orgánicos mexicanos.

Los certificados que rigen el campo orgánico mexicano son las siguientes:

- reglamentos sobre productos orgánicos CE 834/2007 y CE 889/2008 (Unión Europea)
- el Programa Nacional de Productos Orgánicos (NOP) (USA)

**Tabla 11. Marco normativo agrícola en México**

Fuente: (Bejarano, 2002) Y Diario Oficial de la Federación

<b>Normas oficiales mexicanas vigentes y en proyecto.</b>	
<b>Ecológicas</b>	<b>NOM-090-ECOL 2003</b> Requisitos para el diseño y construcción de los receptores de agroquímicos
<b>Sanitarias</b>	<p><b>NOM-044-SSA1-1993</b> Requisitos para contener plaguicidas. Envase y embalaje</p> <p><b>NOM-045-SSA1-1993</b> Establece el etiquetado de plaguicidas. Productos para uso agrícola, forestal, pecuario, de jardinería, urbano e industrial.</p> <p><b>NOM-046-SSA1-1993</b> Establece el etiquetado de plaguicidas. Productos para uso doméstico.</p> <p><b>Proyecto NOM-058-SSA1-1993</b> Establece los requisitos sanitarios para los establecimientos que fabrican y formulan plaguicidas y fertilizantes y que procesan sustancias tóxicas o peligrosas.</p> <p><b>Proyecto NOM-043-SSA1-1993</b> Relativa al almacenamiento de plaguicidas</p>
<b>Zoosanitarias</b>	<b>NOM-023-ZOO-1995</b> Establece el análisis de residuos de plaguicidas organoclorados y bifenilospoliclorados en grasa de bovinos, equinos, porcinos, ovinos y aves por cromatografía de gases.
<b>Fitosanitarias</b>	<p><b>NOM-032-FITO-1995 (con modificación en 2015)</b> Requisitos y especificaciones sobre estudios de efectividad biológica de plaguicidas y su dictamen técnico</p> <p><b>NOM-033-FITO-1995</b> Aviso de inicio de funcionamiento que deberán cumplir las personas físicas o morales interesadas en comercializar plaguicidas agrícolas</p> <p><b>NOM-034-FITO-1995</b> Aviso de inicio de funcionamiento que deberán cumplir las personas físicas o morales interesadas en la fabricación, formulación, formulación por maquila, formulación y/o maquila e importación de plaguicidas agrícolas.</p> <p><b>NOM-037-FITO-1995</b> Requisitos y especificaciones del proceso de producción y procesamiento de productos agrícolas orgánicos.</p> <p><b>NOM-051-FITO-1995</b> Requisitos y especificaciones para el manejo de plaguicidas agrícolas cuya adquisición y aplicación está sujeta a recomendación escrita de un profesional fitosanitario.</p> <p><b>NOM-052-FITO-1995</b> Aviso de inicio de funcionamiento que deberán cumplir las personas físicas o morales que se dediquen a la aplicación aérea de plaguicidas.</p> <p><b>NOM-053-FITO-1995</b> Requisitos y especificaciones fitosanitarias para realizar la difusión de la publicidad de insumos fitosanitarios</p> <p><b>NOM-056-1995</b> Requisitos y especificaciones para la movilización nacional, importación y establecimiento de prueba de campo de organismos manipulados mediante la aplicación de ingeniería genética</p> <p><b>NOM-057-FITO-1995</b> Requisitos y especificaciones para emitir el dictamen de análisis de residuos de plaguicidas</p>

<b>Normas oficiales mexicanas vigentes y en proyecto.</b>	
<b>Higiene y seguridad industrial</b>	<b>NOM-009-STPS-2011</b> Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se produzcan, almacenen o manejen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral

Las leyes en el país para la gestión de los productos orgánicos apenas han evolucionado desde su creación, hace poco más de dos décadas, aún son deficientes en un esquema internacional, y a pesar de lo importante que este sector es para la economía de estratos socioeconómicos bajos, no es bien conocido. Como se mostró antes, una de las mayores desventajas del campo orgánico mexicano es la falta de regulación de insumos, un área donde México necesita trabajar a pasos forzados al igual que el resto del mundo.

Además, existe muy poca información sobre estudios de sustentabilidad del campo orgánico en México, más bien se asume su superioridad sobre otros regímenes sin analizar la situación, descartando factores como: el área que México puede utilizar para cultivar alimentos o la demanda alimenticia nacional. En este sentido, el país está atrasado, pues en la Unión Europea ya se tienen estudios de sensibilidad sobre el tema, y se han tomado en cuenta estos estudios para mejorar y modificar las técnicas orgánicas.

## Conclusiones

- La agricultura ecológica es hoy considerada por muchos como la panacea, pero el hecho es, que la conversión de la agricultura convencional a la orgánica no es sostenible, pues comprometería en gran medida nuestra seguridad alimentaria. Es inevitable remarcar las ventajas más notables de la agricultura orgánica, por ejemplo, el uso de los fertilizantes orgánicos contribuye a la disminución de la contaminación por nutrientes en el suelo, la disminución de la fitodisponibilidad del metal y han demostrado aumentar la materia orgánica en el suelo, lo que también conduce a una mejor calidad del suelo a largo plazo.
- Las normas de la agricultura ecológica no son lo suficientemente robustas. Un ejemplo alarmante, es el indefinido e inconsistente contenido en los agroquímicos orgánicos, un indicador del pobre control de calidad que las prácticas orgánicas promueven.
- Por otra parte, la contaminación del suelo por metales es mayor en la agricultura orgánica, y la posibilidad de contaminación bacteriana es mayor cuando se consumen productos orgánicos.
- La cultura orgánica se ha valido de mentiras y mitos injustificados para expandir su popularidad, prueba de ello es que las cantidades de nutrientes en los productos orgánicos no han demostrado ser superiores a las cantidades de en los productos convencionales, a excepción de una elevada cantidad de vitamina C y una menor cantidad de nitratos en productos orgánicos. No existe evidencia científica que respalde la superioridad nutricional de los productos orgánicos.
- En lo que respecta a los plaguicidas, no se ha encontrado justificación para la filosofía de: "lo natural es mejor", que impregna las tendencias actuales de los alimentos; de hecho, se ha demostrado que los pesticidas orgánicos son pobres alternativas a las versiones modernas. Su fabricación implica una disminución en la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), la síntesis natural de plaguicidas no puede evitar el carácter toxico de los compuestos activos.
- A pesar de las existentes desventajas de la agricultura orgánica, no se sugiere el abandono de todas las técnicas de agricultura ecológica, pues muchas de estas tienen un gran potencial para mejorar la sostenibilidad de la agricultura a futuro. Se considera necesario que, en su lugar, lleven a cabo evaluaciones de sostenibilidad para determinar las mejores prácticas de la agricultura ecológica, con el objetivo de su inclusión en la agricultura convencional.
- En los últimos años, se han hecho más notorios los estragos que los monocultivos en largas extensiones y el uso excesivo de agroquímicos causan sobre el medio ambiente, razón por la cual han surgido nuevos enfoques agrícolas, opciones alternativas que responden a la necesidad de una agricultura sostenible. Un ejemplo es, la agricultura de conservación, cuyo objetivo es “preservar y mejorar los rendimientos de los cultivos, evitando la erosión y sus efectos secundarios”.
- La agricultura de conservación ha demostrado ser eficaz, aumentando el rendimiento de los cultivos del 20 al 50 por ciento (FAO, 2013). Este esquema agrícola, también permite tener costos de mano de obra y combustibles menores a los esquemas de la agricultura orgánica.

- En México, el mercado orgánico es importante para sectores económicos vulnerables, por lo que su mejoramiento es urgente, su expansión es cada vez más acelerada, y de no contar con un plan sostenible puede colapsar. El campo orgánico y sus prácticas no son sostenibles a largo plazo o a gran escala, si se pretende convertir a México en un país líder en la producción agrícola, será necesario comenzar por evitar las interpretaciones erróneas sobre la agricultura orgánica, desmentir la superioridad de las practicas orgánicas y difundir esquemas competitivos, como la agricultura de conservación.

## Prácticas sugeridas y recomendaciones

La mejora de la agricultura moderna no significa olvidar todos los productos químicos sintéticos, sino utilizar todas las herramientas disponibles, vieja y nueva tecnología, las técnicas orgánicas y convencionales, de la mejor manera posible. Los agricultores deben seguir siempre los métodos correctos en la aplicación de pesticidas, aplicando la cantidad correcta de los plaguicidas, en el momento oportuno, y con la frecuencia adecuada. En el futuro, debemos utilizar fungicidas de nueva generación y pesticidas, con baja toxicidad y alta especificidad.

En cuanto a la agricultura orgánica, investigaciones próximas deben evaluar la toxicidad de los plaguicidas orgánicos y sus residuos a los seres humanos. el uso de pesticidas debe ser regulada tan estrictamente como lo es para la agricultura convencional, y los residuos de plaguicidas en los alimentos orgánicos debe controlarse con la misma rigurosidad.

En el control de plagas, la agricultura ecológica emplea típicamente una combinación de manejo de microorganismos patógenos que complementan el uso de químicos: las variedades de plantas resistentes a las enfermedades, la rotación de cultivos, manejo integrado de plagas, tratamientos de la agricultura periodo pre-industrial, la extracción manual de las plantas enfermas. Algunas de estas técnicas y estrategias han demostrado dar buenos resultados con un bajo impacto ambiental, y debe ser revalorizado en la agricultura convencional también.

La rotación de cultivos y la diversificación también deben ser técnicas consideradas. La rotación de cultivos interrumpe el ciclo de vida de las plagas y el uso de cultivos de captura puede reducir en gran medida la dependencia y la necesidad de fertilizantes. Además, cuando el fertilizante sea usado debe informarse, y debe incluir preferentemente ambos ingredientes orgánicos y sintéticos (Alteri, 1992).

Una nueva arma en la lucha contra las plagas es la manipulación genética de los cultivos, que tiene el potencial para desbloquear aumentos sustanciales en el rendimiento. El uso de cultivos modificados genéticamente (MG) ya ha impulsado la producción de alimentos y fibras, los ingresos agrícolas elevados y menor utilización de plaguicidas en los países que las cultivan.

El beneficio de la tecnología de modificación genética a los agricultores más pobres es palpable. Para un agricultor de algodón trabajando en una granja de aproximadamente una hectárea de superficie, el uso de algodón Bt '(que contiene un gen de una proteína insecticida derivado de la bacteria del suelo *Bacillus thuringiensis*) aumenta el ingreso en una cuarta parte, reducir los costos en un tercio, y reduce el uso de pesticidas en tres cuartas partes.

Para resolver el problema de las plagas resistentes a las que debemos trabajar en una estrategia multi-táctica. El empleo de un elemento de disuasión de múltiples facetas a las plagas es la única alternativa sostenible. la gestión del nivel de patógenos, lo que es particularmente popular en la agricultura ecológica y el empleo de prácticas agronómicas eficaces para desarrollar y mantener un cultivo sano, el seguimiento densidades de la plaga, la evaluación de los niveles de daño económico a fin de que se aplican los pesticidas sólo cuando sea necesario, el despliegue y la conservación de agentes de control biológico, uso de planta huésped resistente, controles culturales de la plaga, controles biorracionales plagas y métodos de control genético.

Es crucial para evaluar el efecto de los pesticidas sobre los enemigos naturales con el fin de mantenerlos en el sistema de cultivo. A veces, los enemigos naturales resistentes a los plaguicidas son componentes efectivos de este programa de mitigación de la resistencia. Otro nombre para este modelo de resistencia y mitigación, es el manejo integral de plagas (IPM por sus siglas en inglés). En el futuro, los enfoques sensibles al control de plagas, tales como IPM, deben ser alentados (Hoy,1998)

En el futuro, se debe tomar conciencia del efecto de la propaganda desinformada, de la falta de cooperación dentro del sector agrícola debe desaparecer, para encontrar las mejores técnicas, las cuales cuiden del medio ambiente y del ser humano, basando las medidas a tomar en evaluaciones de sustentabilidad, invirtiendo tiempo y dinero en desarrollar los marcadores y las investigaciones que demuestren objetivamente el camino más adecuado.

## Referencias

1. ¿qué es la agricultura orgánica?, FAO, 2012, recuperado el 17 de diciembre de 2016 de: <http://www.fao.org/docrep/007/ad818s/ad818s03.htm>
2. ¿Sustentabilidad o sostenibilidad?, UNAM, 2010, recuperado el 16 de diciembre de 2016 de: [http://web.ecologia.unam.mx/noticias/index.php?noticia=%C2%BFsustentabilidad\\_o\\_sostenibilidad?](http://web.ecologia.unam.mx/noticias/index.php?noticia=%C2%BFsustentabilidad_o_sostenibilidad?)
3. 2000Agro, 2003, Convencionales vs orgánicos polémica con fundamentos, recuperado el 15 de diciembre de 2016 de : <http://www.2000agro.com.mx/agroindustria/convencionales-vs-organicos-polemica-con-fundamentos/>
4. Abou-Arab, A. A. K. (1999). Behavior of pesticides in tomatoes during commercial and home preparation. *Food Chemistry*, 65, 509–514.
5. Adl, S., et al. (2011). "A threshold area ratio of organic to conventional agriculture causes recurrent pathogen outbreaks in organic agriculture." *Sci Total Environ* 409(11): 2192-2197.
6. Alan D Dangour, Sakhi K Dodhia, Arabella Hayter, Elizabeth Allen, Karen Lock, and Ricardo Uauy. Nutritional quality of organic foods: a systematic review. *American Society for Nutrition*, p.1-6 (2009) doi: 10.3945/ajcn.2009.28041.
7. Albino Maggio, Petronia Carillo, Giovanni SerafinoBulmetti, AmodioFuggi, Giancarlo Barbieri, Stefania De Pascale. Potato yield and metabolic profiling under conventional and organic farming; *Europ. J. Agronomy* 28 (2008) 343–350
8. Alteri, M.A. 1995. *Modern Agriculture: Ecological impacts and the possibilities for truly sustainable farming.*
9. Altieri, M.A. 1992. Agroecological foundations of alternative agriculture in California. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 39: 23-53.
10. Ames, B.N., Gold, L.S., 2000. Paracelsus to parascience: the environmental cancer distraction. *Mutat. Res.* 447, 3–13.
11. Amvrazi EG, Albanis TA. Pesticide residue assessment in different types of olive oil and preliminary exposure assessment of Greek consumers to the pesticide residues detected. *Food Chem.* 2009; 113:253-61.
12. Andersen JH, Poulsen ME. (2001) Results from the monitoring of pesticide residues in fruit and vegetables on the Danish market, 1998-99. *Food AdditContam* 18:906-31.
13. Anita Singh, Madhoolika Agrawal & Fiona M. Marshall. The role of organic vs. inorganic fertilizers in reducing phytoavailability of heavy metals in a wastewater-irrigated area *Ecological; Engineering* 36 (2010) 1733–1740
14. Annaheim, K.E., et al., (2015) Long-term addition of organic fertilizers has little effect on soil organic phosphorus as characterized by <sup>31</sup>P NMR spectroscopy and

enzyme additions..., Geoderma. Recuperado el día 14 de diciembre de 2016 de: <http://dx.doi.org/10.1016/j.geoderma.2015.01.014>

15. Anne D. van Diepeningen, Oscar J. de Vos, Gerard W. Korthals and Ariena H.C. van Bruggen. (2006) Effects of organic versus conventional management on chemical and biological parameters in agricultural soils. *Applied Soil Ecology*, 31. Pp. 120–135.
16. Askew, J., Mitchell, T. H., Thomson, J., & Wheals, B. B. (1968). The gas chromatographic examination of organophosphorous pesticides. *Journal of Chromatography*, 32, 417–418
17. Awasthi, M. D. (1993). Decontamination of insecticide residues on mango by washing and peeling. *Journal of Food Science Technology*, 30(2), 132–133.
18. B. Hansen, H. Fjelsted Alrøe and E. Steen Kristensen. (2001) Approaches to assess the environmental impact of organic farming with particular regard to Denmark. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 83. Pp. 11–26.
19. Bahlai, C. A., et al. (2010). "Choosing Organic Pesticides over Synthetic Pesticides May Not Effectively Mitigate Environmental Risk in Soybeans." *PLoS ONE* 5(6): e11250.
20. Baker BP, Benbrook CM, Groth E 3rd, Lutz Benbrook K. (2002) Pesticide residues in conventional, integrated pest management (IPM)-grown and organic foods: insights from three US data sets. *Food AdditContam* 19:427-46.
21. Betarbet, R., et al. (2000). "Chronic systemic pesticide exposure reproduces features of Parkinson's disease." *Nat Neurosci* 3(12): 1301-1306.
22. Block, G., et al. (1992). "Fruit, vegetables, and cancer prevention: a review of the epidemiological evidence." *Nutr Cancer* 18(1): 1-29.
23. Brennan S., Withgott J. (2005), *Environment the science behind stories*. Pearson Education.
24. C. Zaccone, R. Di Caterina, T. Rotunno, M. Quinto. Soil – farming system – food – health: Effect of conventional and organic fertilizers on heavy metal (Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn) content in semolina samples; *Soil & Tillage Research*. 107 (2010):97–105
25. Características relevantes de la agricultura orgánica, recuperado el 14 de diciembre de 2016 de: <http://www.fao.org/docrep/005/y4137s/y4137s0d.htm>
26. Christine M. Williams. (2002) Nutritional quality of organic food: shades of grey or shades of green? *Proceedings of the Nutrition Society*, 61, 19–24, DOI: 10.1079/PNS2001126
27. Collins M, Nassif W. Pesticide residues in organically and conventionally grown fruit and vegetables in New South Wales, 1990-91. *Food Australia*. 1993; 45:429-31.

28. Cross, P., et al. (2008). "Comparative assessment of migrant farm worker health in conventional and organic horticultural systems in the United Kingdom." *Science of The Total Environment* 391(1): 55-65.
29. D. Rigby and D. Cáceres, (2001) Organic farming and the sustainability of agricultural systems. *Agricultural Systems* 68. Pp. 21-40
30. Diane Bourn and John Prescott. A Comparison of the Nutritional Value, Sensory Qualities, and Food Safety of Organically and Conventionally Produced Foods; *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 42(1):1–34 (2002)
31. Dominika Średnicka-Tober, Marcin Barański, Joanna Gromadzka-Ostrowska, ET. AL. Effect of Crop Protection and Fertilization Regimes Used in Organic and Conventional Production Systems on Feed Composition and Physiological Parameters in Rats; *Agric. Food Chem.* 2013, 61, 1017–1029. [dx.doi.org/10.1021/jf303978n](https://doi.org/10.1021/jf303978n)
32. E.-C. Oerke (2006). Crop losses to pests. *The Journal of Agricultural Science*, 144, pp 31-43. doi:10.1017/S0021859605005708.
33. Elkins, E. R., Farrow, R. P., & Kim, E. S. (1972). The effect of heat processing and storage on pesticide residues in spinach and apricots. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 20(2), 286–291.
34. Eltun, R. (1996) *Norwegian J Agriculture. The Apersvoll cropping experiment. III Yield Grain Quality Cereals*, 10 pp. 7–21
35. Elzen, G. W. and D. D. Hardee (2003). "United States Department of Agriculture-Agricultural Research Service research on managing insect resistance to insecticides." *Pest ManagSci* 59(6-7): 770-776.
36. Entine, J., et al. (2011). *Scared to Death - How Chemophobia Threatens Public Health*, American Council on Science & Health.
37. European Food Safety Authority (2015). *Chemicals in food 2015. Overview of Data Collection Reports*
38. European Union Council Regulation n. 2092/91/EEC of 24 June 1991 on organic production of agricultural products and indications referring thereto on agricultural products and foodstuffs. *Official Journal of the European Union L* 198, 22/07/1991.
39. European Union: Enterprise and Industry (2015), Specific chemicals: fertilizers. Recuperado el 14 de diciembre de 2016 de : [http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/chemicals/documents/specific-chemicals/fertilisers/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/chemicals/documents/specific-chemicals/fertilisers/index_en.htm)
40. F. Bejarano, Red de Acción sobre Plaguicidas y Alternativas en México, 2000, recuperado el 20 de diciembre de 2016: <http://www.rachel.org/files/document/Pesticidas.html>
41. F. Pimpini, L. Giardini, M. Borin and G. Gianquinto. Effects of poultry manure and mineral fertilizers on the quality of crops *Journal of Agricultural Science*, Cambridge (1992), 118, 215-221.

42. Fahey, J. E., Nelson, P. E., & Ballee, D. L. (1970). Removal of Gardona from fruit by commercial preparative methods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 18(5), 866–868.
43. FAO, Agricultura mundial: hacia los años 2015/2030, 2010, recuperado el 20 de diciembre de 2016 de: <http://www.fao.org/docrep/004/y3557s/y3557s09.htm>
44. FAO, Conceptos y temas generales de la agricultura orgánica, 2005, recuperado el 20 de diciembre de 2016 de: <http://www.fao.org/docrep/005/y4137s/y4137s03.htm>
45. FAO, El desarrollo sostenible, recuperado el 15 de diciembre de 2016 de: <http://www.fao.org/docrep/x5600s/x5600s05.htm>
46. FAO, La agricultura orgánica, 1999, recuperado el 18 de diciembre de 2016 de: <http://www.fao.org/ag/esp/revista/9901sp3.htm>
47. Federal Register (2012) Volume 77, Issue 187.
48. Forman J., Silverstein J., et Al. Organic Foods: Health and Environmental Advantages and Disadvantages. *PEDIATRICS*, 130(5): e1406-e1415, November (2012) doi:10.1542/peds.2012-2579
49. Gene E. Lester, John a. Manthey and Beäla S. Buslig. Organic vs Conventionally Grown Rio Red Whole Grapefruit and Juice: Comparison of Production Inputs, Market Quality, Consumer Acceptance, and Human Health-Bioactive Compounds. *J. Agric. Food Chem.* 2007, 55, 4474-4480.
50. H. Chávez, 2014, El financiero. Recuperado el 14 de diciembre de 2016 de: <http://www.elfinanciero.com.mx/economia/cultivos-organicos-crecen-22-al-ano.html>
51. Hegazy, M. E. A., Abdel-Razik, M., Diab, M. M., & Abu-Zahw, M. M. (1988). Sumithion residues on and in potato tubers. *Annals of Agricultural Science – Cairo*, 33(2), 1291–1298.
52. Hill W., John. Kolb K., Doris. (2004). *Chemistry for changing times*. 10<sup>th</sup> edition. Pearson Education.
53. Hoogenboom LA, Bokhorst JG, Northolt MD, van de Vijver LP, Broex NJ, Mevius DJ, et al. Contaminants and microorganisms in Dutch organic food products: a comparison with conventional products. *Food AdditContam Part AChem Anal Control Expo Risk Assess.* 2008; 25:1195-207.
54. Hoy, M. A. (1998). "Myths, models and mitigation of resistance to pesticides." *Philos Trans R SocLond B BiolSci* 353(1376): 1787-1795.
55. J. Mattheij, The Problem with Electric Vehicles, 2016, recuperado el 22 de diciembre de 2016 de: <http://jacquesmattheij.com/the-problem-with-evs>
56. Johansson, E., et al. (2014). "Contribution of Organically Grown Crops to Human Health." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 11(4): 3870-3893.
57. Kaushik, G., et al. (2009). "Food processing a tool to pesticide residue dissipation – A review." *Food Research International* 42(1): 26-40.

58. Kiaune, L. and N. Singhasemanon (2011). "Pesticidal copper (I) oxide: environmental fate and aquatic toxicity." *Rev Environ Contam Toxicol* 213: 1-26.
59. Komárek, M., et al. (2010). "Contamination of vineyard soils with fungicides: A review of environmental and toxicological aspects." *Environment International* 36(1): 138-151.
60. Kontou, S., Tsipi, D., & Tzia, C. (2004). Stability of the dithiocarbamate pesticide maneb in tomato homogenates during cold storage and thermal processing. *Food Additives and Contaminants*, 21(11), 1083–1089.
61. Kristian Thorup-Kristensen, Dorte Bodin Dresbøll, Hanne L. Kristensen. Crop yield, root growth, and nutrient dynamics in a conventional and three organic cropping systems with different levels of external inputs and N re-cycling through fertility building crops; *Europ. J. Agronomy* 37 (2012) 66– 82
62. Kurt Möller & Ute Schultheiß (2014): Chemical characterization of commercial organic fertilizers, *Archives of Agronomy and Soil Science*, DOI: [10.1080/03650340.2014.978763](https://doi.org/10.1080/03650340.2014.978763)
63. Lairon D., Nutritional quality and safety of organic food. A review, *Agron. Sustain. Dev.* (2009) DOI: 10.1051/agro/2009019
64. Lalah, J. O., & Wandiga, S. O. (2002). The effect of boiling on the removal of persistent malathion residues from stored grains. *Journal of Stored Products Research*, 38, 1–10.
65. Lesueur C, Gartner M, Knittl P, List P, Wimmer S, Sieler V, et al. Pesticide residues in fruit and vegetable samples: analytical results of 2 year's pesticide investigations. *Ernaehrung/Nutrition*. 2007;31: 247-59.
66. Ley de productos orgánicos, 2010, recuperado el 15 de diciembre de 2016: [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5137625&fecha=01/04/2010](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5137625&fecha=01/04/2010)
67. Los fertilizantes y su uso; Asociación internacional de la industria de los fertilizantes, 2002; recuperado el 21 de diciembre de 2016 de: <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/fertuso.pdf>
68. Los fertilizantes y su uso; Asociación internacional de la industria de los fertilizantes, 2002, recuperado el 22 de diciembre de 2016 de: <http://www.fao.org/3/a-x4781s.pdf>
69. Lu C, Barr DB, Pearson MA, Walker LA, Bravo R. (2009) The attribution of urban and suburban children's exposure to synthetic pyrethroid insecticides: a longitudinal assessment. *J Expo Sci Environ Epidemiol.* 19:69-78.
70. Lu, C., et al. (2006). "Organic Diets Significantly Lower Children's Dietary Exposure to Organophosphorus Pesticides." *Environmental Health Perspectives* 114(2): 260-263.
71. M. Oliveira, J. Usall, I. Viñas, M. Anguera, F. Gatiús & M. Abadías. Microbiological quality of fresh lettuce from organic and conventional production; *Food Microbiology* 27 (2010) 679-684

72. M.J Zwankhuizein, F Govers, J.C Zadoks Development of potato late blight epidemics; disease foci, disease gradients and infection sources. *Phytopathology*, 88 (1998), pp. 754–768
73. Mansour, S. A., et al. (2009). "Evaluation of some pollutant levels in conventionally and organically farmed potato tubers and their risks to human health." *Food and Chemical Toxicology* 47(3): 615-624.
74. Manuel A. Gómez Cruz, (2007). *La agricultura orgánica en México*. Recuperado de Revista Vinculando el 14 de diciembre de 2016: [http://vinculando.org/organicos/directorio\\_de\\_agricultores\\_organicos\\_en\\_mexico/la\\_agricultura\\_organica\\_en\\_mexico.html](http://vinculando.org/organicos/directorio_de_agricultores_organicos_en_mexico/la_agricultura_organica_en_mexico.html)
75. Manuel A. Gómez Cruz, 2007. *La agricultura orgánica en México*. Recuperado el 14 de diciembre de 2016 de: [http://vinculando.org/organicos/directorio\\_de\\_agricultores\\_organicos\\_en\\_mexico/la\\_agricultura\\_organica\\_en\\_mexico.html](http://vinculando.org/organicos/directorio_de_agricultores_organicos_en_mexico/la_agricultura_organica_en_mexico.html)
76. Marta Astier, Omar R. Masera, Yankuic Galván-Miyoshi, (2008) Evaluación de sustentabilidad : un enfoque dinámico y multidimensional. Sociedad Española de Agricultura Ecológica.
77. Mergnat, T., Fritsch, P., Saint-Joly, C., Truchot, E., & Saint-Blanquat, G. (1995). Reduction in phosalone residue levels during industrial dehydration of apples. *Food Additives and Contaminants*, 12(6), 759–767.
78. Mexicampo, *La agricultura orgánica en México*, 20015, recuperado el 22 de diciembre de 2016 de: [http://mexicampo.com.mx/la-agricultura-organica-en-mexico/Eduardo González Silva](http://mexicampo.com.mx/la-agricultura-organica-en-mexico/Eduardo_González_Silva).
79. Miyahara, M., & Saito, Y. (1994). Effects of the processing steps in tofu production on pesticide residues. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42(2), 369–373
80. Nath & Agnihotri 1984 Removal of endosulfan from bitter gourds by home processings. *Pesticides*, 18(8), 13–15.
81. National Pesticide Information Centre (2012). Pesticide Active Ingredients. Recuperado el 16 de diciembre de 2016 de: <http://npic.orst.edu/ingred/active.html>
82. NOM 037 FITO 1995, recuperado el 17 de diciembre de 2016 de: [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5142244&fecha=11/05/2010](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5142244&fecha=11/05/2010)
83. OEI, *La sostenibilidad o sustentabilidad como revolución cultural, tecno científica y política*, 2008, recuperado el 22 de diciembre de 2016 de: <http://www.oei.es/decada/accion.php?accion=000>
84. Organic Materials Review Institute (2013). OMRI Generic Materials List. Recuperado el 22 de diciembre de 2016 de: <http://www.omri.org/omri-lists>
85. Paritarios, *plaguicidas*, 2002, recuperado el 20 de diciembre de 2016: [http://www.paritarios.cl/especial\\_plaguicida.htm](http://www.paritarios.cl/especial_plaguicida.htm)
86. Pesticide Action Network of the United Kingdom (2002). Active ingredient fact sheet – Rotenone. Recuperado el 19 de diciembre de 2016 de: <http://www.pan-uk.org/pestnews/Actives/rotenone.htm>
87. Porretta S. Qualitative comparison between commercial “traditional” and

- “organic” tomato products using multivariate statistical analysis. *ActaHortic.* 1994; 376:259-70.
88. Poulsen ME, Andersen JH. Results from the monitoring of pesticide residues in fruit and vegetables on the Danish market, 2000-01. *Food AdditContam.* 2003; 20:742-57.
  89. R. Sakrabani, L. K. Deeks, M. G. Kibblewhite and K. Ritz. (2012) Impacts of aquiculture upon soil Quality, *Issues in Environmental Science and Technology*, 34. Pp. 35-56
  90. R. Wood, M. Lenzen, C. Dey and S. Lundie. (2006) A comparative study of some environmental impacts of conventional and organic farming in Australia. *Agricultural Systems*, 89. Pp. 324–348.
  91. Sandhu, H. S., et al. (2010). "Organic agriculture and ecosystem services." *Environmental Science & Policy* 13(1): 1-7.
  92. Simeone, V., et al. (2009). "Residues of rotenone, azadirachtin, pyrethrins and copper used to control *Bactroceraoleae* (Gmel.) in organic olives and oil." *Food AdditContam Part AChem Anal Control Expo Risk Assess* 26(4): 475-481.
  93. Smith-Spangler, C., et al. (2012). "Are Organic Foods Safer or Healthier Than Conventional Alternatives?A Systematic Review." *Annals of Internal Medicine* 157(5): 348-366.
  94. Soil Association. 2011. Material for pest and disease control in organic crops. Fact sheet. Bristol, UK, Soil Association Trade and Producer Support
  95. T. Avery, D. (1998). The hidden dangers in organic food. *Centre for Global Food Issues. Recuperado el 14 de diciembre de 2016 de: <http://www.artsci.wustl.edu/~anthro/articles/Hidden%20Dangers%20In%20Organic%20Food.htm>*
  96. Tasiopoulou S, Chiodini AM, Vellere F, Visentin S. Results of the monitoring program of pesticide residues in organic food of plant origin in Lombardy (Italy). *J Environ Sci Health B.* 2007; 42:835-41.
  97. The State of Food Insecurity in the World (SOFI) 2014, (FAO)
  98. Tilman 2002, FAO 203, International Fertilizer association 2008 and FAOSTAT 2009. Recuperado el 14 de diciembre de 2016 de <http://www.grida.no/publications/rr/food-crisis/page/3562.aspx>
  99. Tomek de Ponti, Bert Rijk, Martin K. van Ittersum. The crop yield gap between organic and conventional agriculture; *Agricultural Systems* 108 (2012) 1–9
  100. Trewavas A. Malthus foiled again and again. *Nature* 2002; 418:668–70.

101. Trewavas, A. (2004). "A critical assessment of organic farming-and-food assertions with particular respect to the UK and the potential environmental benefits of no-till agriculture." *Crop Protection* 23(9): 757-781.
102. U.S. Food and Drug Administration (2015) Pesticide Monitoring Program Fiscal Year 2012 Pesticide Report
103. United States Environmental Protection Agency (1993). Memorandum. Recuperado el 14 de diciembre de 2016: [http://www.epa.gov/pesticides/chem\\_search/cleared\\_reviews/csr\\_PC-039003\\_27-Jul-93\\_050.pdf](http://www.epa.gov/pesticides/chem_search/cleared_reviews/csr_PC-039003_27-Jul-93_050.pdf)
104. United States Government Publishing Office (2015). Electronic Code of Federal Regulations, subpart G – Administrative “The National List of Allowed and Prohibited Substances”. Recuperado el 14 de diciembre de 2016: <http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?rgn=div6&node=7:3.1.1.9.32.7#sg7.3.205.g.sg0>
105. Verena Seufert, NavinRamankutty& Jonathan A. Foley. Comparing the yields of organic and conventional agriculture; *Nature* 485, 229–232 (10 May 2012) DOI: 10.1038/nature11069
106. Vidal, J. (2010, May 16th). Is organic food dangerous? No unless you ignore basic hygiene. So why is it getting such a bad press?.*The guardian*. Recuperado el 14 de diciembre de 2016 de: <http://www.theguardian.com/lifeandstyle/2000/may/16/healthandwellbeing.health1>
107. Ward, N. 1993The agricultural treadmill and the rural environment in the post-production era.
108. Williams, P. R. and J. K. Hammitt (2001). "Perceived risks of conventional and organic produce: pesticides, pathogens, and natural toxins." *Risk Anal* 21(2): 319-330.
109. Wright A., David. Welbourn, Pamela. (2002). *Environmental Toxicology*. Cambridge University