



## **PRESENTACIÓN**

Laboratorios A-L de México SA de CV es una empresa mexicana con criterios éticos orientados hacia un sistema socioeconómico más solidario, equitativo y sostenible. Nuestra misión es compartir, transmitir y promover la agroecología sustentable como la mejor alternativa ética y política al servicio de la Vida.

Nuestros servicios analíticos y genéticos de suelo agrícola, plantas, agua de riego, control de calidad de insumos y materias primas agrícolas, son fundamentales en el sector primario. Nuestros diagnósticos utilizan tecnologías de primer nivel mundial en todos los análisis fisicoquímicos y metagenómicos. Somos pioneros en la aplicación de análisis genómicos para la caracterización de fitopatógenos en suelo.

Contamos con un departamento de “Información y Conocimiento” en el cual editamos y hacemos difusión gratuita de técnicas relacionadas con los servicios analíticos que prestamos, así como información oportuna relativa a los cultivos más usuales en el campo mexicano, y documentos técnicos sobre la aplicación de fertilizantes, agroquímicos, plaguicidas y todo tipo de bio compuestos.

## **Índice Temático**

- 1. Breve panorámica sobre los plaguicidas.**
- 2. Naturaleza química de los plaguicidas.**
- 3. Retención de plaguicidas en suelo.**
- 4. Degradación de los plaguicidas.**
- 5. Transferencias de plaguicidas.**
- 6. Disipación en el suelo.**
- 7. Riesgos ambientales.**
- 8. Precauciones en el embarazo.**
- 9. Medidas de prevención ambiental.**
- 10. Ventajas e inconvenientes.**
- 11. El futuro: los bio-plaguicidas**
- 12. Bio plaguicidas: tendencias.**
- 13. Directiva Marco del Agua.**
- 14. Controles analíticos.**
- 15. Referencias bibliográficas.**

**[www.laboratoriosaldemexico.com.mx](http://www.laboratoriosaldemexico.com.mx)**

## **1. Breve panorámica sobre los plaguicidas.**

Los plaguicidas son compuestos químicos que sirven para combatir los parásitos de los cultivos, del ganado, de los animales domésticos y del hombre y su ambiente. De acuerdo con su actividad biológica pueden clasificarse en insecticidas, fungicidas, herbicidas y rodenticidas según sea su toxicidad para insectos, hongos, malas hierbas o roedores. También existen los atrayentes, repelentes y esterilizantes de insectos que coadyuvan a su destrucción por medio de estas acciones. Según su naturaleza química, en principio, pueden clasificarse en inorgánicos y orgánicos. Los primeros no plantean, en general, una problemática importante desde el punto de vista de su toxicidad y evolución en el suelo. Por el contrario, en lo que se refiere a los orgánicos, se ha ido desarrollando una amplia gama de productos que plantea problemas de evolución en el complejo sistema del suelo.

Para que un plaguicida alcance un amplio uso en la práctica agrícola, debe reunir determinadas condiciones básicas como, Efectividad: debe ser efectivo en la destrucción de la plaga contra la que actúa. Selectividad: debe combatir únicamente los organismos dañinos sin perjudicar a la flora o a la fauna beneficiosas. Economía: la utilización de un plaguicida debe producir unos beneficios que superen el gasto que supone su utilización. Seguridad: no debe ser tóxico para las plantas útiles al hombre ni constituirse en un peligro para la salud del hombre ni de los animales domésticos. Estabilidad: debe conservar su capacidad de acción durante un tiempo suficiente. Posibilidad de formulación: debe ser compatible con algunos de los posibles soportes y diluyentes, dando lugar a formulaciones estables y efectivas.

A pesar de estas condicionantes, muchos de los compuestos que se han utilizado como plaguicidas han sido tan estables que han originado una gran contaminación ambiental, al quedar sus residuos ampliamente distribuidos en cosechas, suelo, agua y aire en y cerca de los lugares de su uso. Debido a esto, y teniendo en cuenta la toxicidad relativamente elevada de alguno de ellos, es de gran importancia el estudio de la persistencia e interacción de estos compuestos con el ambiente, con el fin de conocer el problema y poder emplear medios para reducirlo. Esto permitiría, además, usarlos adecuadamente obteniendo de ellos el máximo beneficio con el mínimo riesgo.

## **2.Naturaleza química de los plaguicidas.**

Los plaguicidas son pues, sustancias químicas cuyas composiciones elementales y estructuras químicas presentan una variedad muy amplia. El conocimiento de esta composición y estructura es fundamental para comprender las propiedades que determinan su destino en los entornos naturales y por tanto su comportamiento ambiental y sus aplicaciones técnicas.

Hay tres formas de clasificar los plaguicidas: por su uso, por los organismos vivos a los que se dirigen y por sus características químicas. Los tres son útiles, pero no abordan las mismas preocupaciones. Para el ingeniero agrónomo que tiene un problema fitosanitario, es necesario saber qué sustancia química es adecuada contra un hongo fitopatógeno, un insecto plaga o una maleza y en qué condiciones utilizarla. En este caso, se emplea una clasificación según el uso o según la actividad biológica de los plaguicidas, los cuales se clasifican según el organismo vivo nocivo al que se dirigen.

Por otro lado, la descripción de las propiedades de un plaguicida depende más del conocimiento de los átomos que constituyen la molécula y de sus principales disposiciones en grupos a los que corresponden funciones químicas. En este caso, la clasificación según características químicas es útil porque nos permite describir y comprender las propiedades esenciales. La naturaleza química de un plaguicida está dada por su composición elemental, su composición funcional y su estructura. Es decir, por la disposición en el espacio de los átomos que constituyen la molécula. Para representar las moléculas, por lo general se utilizan las fórmulas moleculares, o bien las fórmulas desarrolladas planas.

### **Clasificación química.**

Hay tres categorías de plaguicidas: inorgánicos, organometálicos y orgánicos.

### **Plaguicidas Inorgánicos:**

Son pocos en número, pero algunos se utilizan en cantidades muy grandes, como el azufre y el cobre. Son también plaguicidas muy antiguos cuyo uso apareció mucho antes de los inicios de la química orgánica y la síntesis. Ya no existen insecticidas inorgánicos y hoy en día sólo se utiliza un herbicida como herbicida total; clorato de sodio. La mayoría de los

plaguicidas inorgánicos son fungicidas a base de azufre y cobre en diversas formas, una de las cuales todavía se utiliza es la mezcla bordelesa que se utiliza para tratar vides, árboles frutales, papas y muchos cultivos de huertas.

### **Plaguicidas organometálicos:**

Se trata de fungicidas cuya molécula está formada por un complejo de un metal como el zinc y el manganeso, y un anión orgánico ditiocarbamato. Ejemplos de estos pesticidas son el mancozeb (con zinc) y el manebe (con manganeso). Estos plaguicidas contienen metales en su estructura y se utilizan por su alta eficacia contra una amplia gama de plagas. Sin embargo, su uso ha disminuido debido a preocupaciones ambientales y de salud.

### **Plaguicidas Orgánicos:**

Son compuestos que contienen carbono y se clasifican en varias familias o clases químicas, cada una con características y modos de acción específicos. Se presenta a continuación un desglose de las clases químicas más comunes:

- Organoclorados:** Incluyen compuestos como el DDT. Son conocidos por su persistencia en el medio ambiente y su acumulación en la cadena alimentaria.

- Organofosforados:** Compuestos como el malatión pertenecen a esta clase. Son efectivos contra una amplia gama de insectos, pero pueden ser tóxicos para los humanos y otros animales.

- Carbamatos:** Incluyen insecticidas como el carbaril. Actúan inhibiendo una enzima crucial en los insectos, pero son menos persistentes que los organoclorados.

- Piretroides:** Son análogos sintéticos de las piretrinas naturales y son ampliamente utilizados debido a su baja toxicidad para los mamíferos y alta eficacia contra los insectos.

- Herbicidas:** existen diversas familias de productos herbicidas. A continuación, se mencionan componentes principales y el modo de acción:

#### **1.Familia de la Triazina:**

- Componentes Principales: Un ejemplo muy común son la atrazina y la Hexazinona.

- Modo de Acción: Actúan inhibiendo la fotosíntesis en las plantas susceptibles, lo que interrumpe la producción de ATP y reduce la síntesis de aminoácidos esenciales.

## **2. Herbicidas Phenoxy:**

- Componentes Principales: Incluyen algunos compuestos como el 2,4-D y el Dicamba.
- Modo de Acción: Imitan la acción de las auxinas, hormonas vegetales, causando un crecimiento descontrolado que lleva a la muerte de la planta.

## **3.A base de Sulfonil Urea:**

- Componentes Principales: Herbicidas como el chlorsulfuron.
- Modo de Acción: Inhiben la enzima acetolactato sintasa (ALS), que es crucial para la síntesis de ciertos aminoácidos esenciales, resultando en el cese del crecimiento de la planta.

## **4. Herbicidas Clorados:**

- Componentes Principales: Son menos comunes, pero incluyen compuestos como el Aldrin, y el Dieldrin.
- Modo de Acción: Algunos actúan como inhibidores de la fotosíntesis, mientras que otros pueden tener modos de acción diversos dependiendo de su estructura química específica.

**Glifosato.** En cuanto a este plaguicida, el herbicida más usual en todo el mundo es un producto que pertenece a la clase de herbicidas conocidos como inhibidores de la EPSP sintasa. Su modo de acción es inhibir la enzima 5-enolpiruvilshikimato-3-fosfato sintasa (EPSPS), que es necesaria para la síntesis de aminoácidos aromáticos esenciales en las plantas. El glifosato es absorbido por las hojas y se transloca a través de la planta, lo que resulta en la detención del crecimiento y eventualmente la muerte de la planta. Además, ha sido clasificado como "probablemente cancerígeno para los seres humanos" (Grupo 2A) por la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC) de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Cada una de estas clases tiene un modo de acción y un perfil de toxicidad específico, lo que determina su uso y las precauciones necesarias durante su manejo. Es importante seguir las recomendaciones de uso y manejo seguro para minimizar los riesgos para la salud y el medio ambiente.

## **Clasificación biológica.**

La clasificación biológica de los plaguicidas se refiere a aquellos que son de origen natural o derivados de organismos vivos. Estos incluyen microorganismos como bacterias, hongos, virus o sustancias naturales que actúan contra las plagas. Los plaguicidas biológicos se clasifican generalmente en:

- **Bioinsecticidas:** Controlan insectos.
- **Bioherbicidas:** Controlan malezas.
- **Biofungicidas:** Controlan hongos.
- **Bionematicidas:** Controlan nematodos.

Estos productos son preferidos por su menor impacto ambiental y su seguridad para los seres humanos y otros organismos no objetivo.

Algunos plaguicidas biológicos destacados en el mercado, se pueden mencionar productos como *Bacillus thuringiensis* (Bt) para el control de insectos, y *Trichoderma* spp. para el control de enfermedades fúngicas en plantas. Estos productos son ampliamente utilizados en la agricultura orgánica y sostenible, entre varios otros, debido a su eficacia y seguridad.

Los plaguicidas biológicos no se presentan en esta publicación.

### 3. Retención y persistencia de plaguicidas en suelo.

#### Definición.

Se entiende por *retención*, el paso sobre los minerales (minerales arcillosos, óxidos, hidróxidos, metales) y la materia orgánica del suelo, de plaguicidas disueltos en la solución sol o plaguicidas en estado de vapor en la fase gaseosa del suelo. El paso inverso se conoce como la *movilización*. La retención se efectúa mediante la adsorción y la estabilización.

Los mecanismos de adsorción y estabilización de los plaguicidas en el suelo, así como su degradación a través de procesos abióticos y bióticos, son fundamentales para entender el destino y el impacto ambiental de estos compuestos. Adsorción y Estabilización operan en la forma siguiente:

#### Mecanismos de Adsorción y Estabilización.

**Adsorción:** Es el proceso por el cual los plaguicidas se adhieren a las partículas del suelo, especialmente a la materia orgánica. Este fenómeno puede ser físico, como la adhesión superficial, o químico, como la formación de enlaces entre el plaguicida y los componentes del suelo. La adsorción regula la tendencia del plaguicida a quedar retenido en el suelo. Si el coeficiente de adsorción del plaguicida es pequeño, indica una alta movilidad. La materia orgánica es un componente que actúa decisivamente en los fenómenos de adsorción de plaguicidas. *La capacidad de cambio* de las sustancia húmicas es más elevada que la de los minerales de la arcilla y tienen además una superficie específica mayor, por tanto, son más activas. A mayor contenido en materia orgánica más capacidad tendrá el suelo de fijar plaguicidas.

#### PERSISTENCIA DE PLAGUICIDAS.

<b>CLASE</b>	<b>ACCIÓN</b>	<b>PERSISTENCIA</b>
Organoclorados	Insecticidas	2-5 años
Ureas	Herbicidas	4-10 meses
Ácidos benzoicos	Herbicidas	3-12 meses
Amidas	Herbicidas	2-10 meses
Carbamatos	Herbicidas, Fungicidas, Insecticidas	2-8 semanas
Ácidos Alifáticos	Herbicidas	3-10 semanas
Organofosforados	Insecticidas	7-8 semanas

La adsorción de ciertos herbicidas aumenta al bajar el pH. Los productos organofosforados son más persistentes en medios ácidos. Su efecto está directamente asociado al pKa del plaguicida y a las propiedades de carga variable del suelo y su potencial redox, que es la causa de ciertos procesos degradativos de plaguicidas

**Estabilización:** Se refiere a la capacidad de un plaguicida para mantenerse en una forma que le permite ser efectivo durante un período prolongado sin descomponerse o sin ser lixiviado por el agua. Todos los plaguicidas se pueden estabilizar sin tierra en diversos grados, desde un pequeño porcentaje hasta casi la totalidad de la cantidad añadida. La estabilización se debe a diversos factores, entre ellos la estructura química del producto, las características del suelo, la actividad de la materia orgánica y de la microflora del suelo.

En estudios ambientales se habla de la persistencia de los plaguicidas. Con este término se denomina al tiempo que permanece el plaguicida en el suelo manteniendo su actividad biológica. El tiempo de degradación se mide en vida media que es el tiempo que tiene que transcurrir para que se desactive la mitad del plaguicida. Las consecuencias de la persistencia pueden ser muy importantes, dependiendo de la toxicidad del plaguicida y de su biodisponibilidad.

**Nota.** Cubierta vegetal: la presencia de vegetales, sobre todo tubérculos, provoca una disminución del contenido en plaguicidas de un suelo, al asimilar estos una parte de los componentes activos.

En la anterior tabla podemos observar la persistencia de distintos grupos de plaguicidas en suelo.

Estos datos demuestran que los plaguicidas más persistentes son los organoclorados (2 a 5 años). Los restantes plaguicidas van desapareciendo del suelo en un periodo inferior al año. El DDT es el insecticida que presenta una mayor persistencia (además, su principal producto de degradación, el DDE, es también muy persistente).

## **4.Degradación de Plaguicidas en el Suelo:**

**Reducción Abiótica:** Incluye procesos no biológicos como la foto degradación (descomposición por la luz solar), la hidrólisis (reacción con el agua) y la reacción con minerales del suelo. Estos procesos pueden transformar los plaguicidas en compuestos menos tóxicos o más susceptibles a la degradación biológica. Los microorganismos ejercen un papel fundamental en la degradación de los plaguicidas en el suelo, pero de manera más importante en los organofosforados.

**Reducción Biótica (Biodegradación):** Es la descomposición de plaguicidas por la acción de microorganismos como bacterias y hongos. Estos organismos utilizan los plaguicidas como fuente de carbono y energía, transformándolos en compuestos más simples y menos dañinos. Ambos procesos de degradación son esenciales para minimizar el impacto ambiental de los plaguicidas y evitar la acumulación de compuestos tóxicos en el suelo y en la cadena alimentaria. La eficiencia de estos procesos depende de varios factores, incluyendo las propiedades del suelo, las condiciones ambientales y la naturaleza química del plaguicida. Además de los problemas de persistencia en suelo, otros aspectos propiamente eco- toxicológicos derivados de la aplicación de los plaguicidas a los suelos comprenden los siguientes apartados:

Ambos procesos de degradación son esenciales para minimizar el impacto ambiental de los plaguicidas y evitar la acumulación de compuestos tóxicos en el suelo y en la cadena alimentaria. La eficiencia de estos procesos depende de varios factores, incluyendo las propiedades del suelo, las condiciones ambientales y la naturaleza química del plaguicida.

Además de los problemas de persistencia en suelo, otros aspectos propiamente eco-toxicológicos derivados de la aplicación de los plaguicidas a los suelos comprenden los siguientes apartados:

### **Producción de metabolitos tóxicos**

Los productos de degradación de algunos plaguicidas no son siempre inocuos. Así, ditiocarbamatos y fenilamidas producen metabolitos altamente tóxicos.

### **Influencia de los plaguicidas en la microflora del suelo**

Los plaguicidas no solo actúan sobre las plagas, sino que afectan indiscriminadamente a todos los organismos. El efecto es una esterilización parcial del suelo, que tarda meses o años en recobrar el nivel de equilibrio climático en las poblaciones de microorganismos.

Muchas veces, incluso, puede producirse la proliferación de plagas por eliminación de sus competidores naturales (Efecto búmeran).

**Incidencia sobre las propiedades del suelo.**

Las repercusiones sobre las propiedades fisicoquímicas del suelo pueden ser importantes, bien sea por la acción sobre la microflora del suelo, o más difusa y con efectos largo plazo a las dosis normales de aplicación.

**Riesgo de contaminación de aguas subterráneas.**

La contaminación de acuíferos derivada de la contaminación previa del suelo es una realidad planetaria. Las consecuencias ambientales son realmente muy preocupantes.

## **5.Transferencias de Plaguicidas (Suelo, agua, aire).**

Las transferencias de plaguicidas químicos en el suelo, el agua y el aire se definen como los procesos mediante los cuales estos compuestos se mueven y se distribuyen en diferentes compartimentos ambientales. Estos procesos incluyen:

**En el suelo:** Los plaguicidas pueden ser adsorbidos por las partículas del suelo, degradarse por procesos químicos o biológicos, o lixiviarse hacia aguas subterráneas.

**En el agua:** Pueden llegar a cuerpos de agua a través de la escorrentía superficial, la lixiviación del suelo, o la deposición directa, y pueden afectar la vida acuática.

**En el aire:** Los plaguicidas pueden volatilizarse y transportarse a través de la atmósfera, sufrir transformaciones químicas y fotoquímicas, y eventualmente depositarse en suelos y aguas.

Las transferencias se deben a fenómenos de transporte que tienen lugar en la superficie del suelo, a condición, sin embargo, que los plaguicidas hayan sido movilizados por:

- la transición de plaguicidas al estado disuelto (desorción, disolución, liberación de moléculas estabilizadas).
- la transición al estado gaseoso (Desorción, evaporación, sublimación).
- la producción de partículas sólidas (por fragmentación, erosión y disgregación) sobre las que se retienen los plaguicidas.

### **Destino de los plaguicidas transportados.**

Los plaguicidas transportados ingresan a la atmósfera, a las aguas subterráneas y superficiales, provocando su contaminación. También afectan a los organismos vivos sobre los que pueden tener efectos tóxicos buscados o no deseados. En estos casos la absorción es determinante, la cual depende de la biodisponibilidad. La importancia de los procesos de transferencia es, muy aproximadamente, la siguiente:

- Escorrentía y erosión: 0 a 5 %.
- Volatilización: 0 a 90 %.
- Lixiviación: 1 a 5 %.
- Absorción por las plantas: 1 a 10 %.

### **Transferencia hacia aguas superficiales.**

Cuando hay un exceso de agua, se transfiere a la superficie del suelo. El transporte se produce en estado disuelto y particular (plaguicidas

adsorbidos en partículas de suelo), lo que se ve facilitado por la escorrentía y la erosión.

**Transferencia hacia aguas subterráneas.**

El tránsito ocurre en el estado disuelto; lixiviación. Estas transferencias se facilitan cuando hay una gran permeabilidad y una débil adsorción. Transferencias en estado asociado con compuestos orgánicos, en particular las sustancias húmicas.

**Transferencias a la atmósfera.**

El tránsito se lleva a cabo, principalmente, por erosión eólica y volatilización.

## 6.La disipación en el suelo.

La disipación de los plaguicidas en el suelo es un proceso complejo que involucra varios mecanismos. Los principales son:

- **Degradación:** Descomposición del plaguicida por acción de microorganismos, luz solar, agua o reacciones químicas. La mineralización es una forma de degradación donde el plaguicida se descompone completamente, a menudo por enzimas específicas producidas por microbios.
- **Adsorción:** Fijación del plaguicida a las partículas del suelo, lo que puede reducir su movilidad y disponibilidad.
- **Lixiviación:** Movimiento del plaguicida hacia abajo a través del perfil del suelo, lo que puede llevarlo a las aguas subterráneas.
- **Volatilización:** Evaporación del plaguicida hacia la atmósfera.

La velocidad y eficiencia de estos procesos dependen de factores como la estructura química del plaguicida, las condiciones del suelo (pH, contenido orgánico, textura), clima y prácticas agronómicas.

La temperatura es un factor clave en la disipación de los plaguicidas. Afecta directamente la velocidad de los procesos biológicos y químicos que contribuyen a la degradación de los plaguicidas en el suelo:

- **Aumento de la actividad microbiana:** A temperaturas más altas, los microorganismos que degradan los plaguicidas son más activos, acelerando la descomposición.
- **Mayor volatilización:** Con el aumento de la temperatura, algunos plaguicidas se evaporan más rápidamente.
- **Degradación química:** Las reacciones químicas, incluyendo la hidrólisis, ocurren más rápido a temperaturas elevadas.

En general, cuanto más alta es la temperatura, más rápida es la disipación de los plaguicidas, siempre que no sea tan extrema como para inhibir la vida microbiana o alterar significativamente las propiedades del suelo. La humedad del suelo juega un papel importante en la disipación de los plaguicidas:

- **Aceleración de la degradación:** La humedad puede acelerar la degradación biológica y química de los plaguicidas.
- **Riesgo de lixiviación:** Si el suelo es muy permeable, la humedad excesiva puede causar que los plaguicidas se filtren hacia abajo, llegando a las aguas subterráneas y potencialmente causando contaminación.

Es esencial mantener un equilibrio adecuado de humedad para optimizar la disipación de los plaguicidas sin aumentar el riesgo de contaminación. El pH del suelo afecta significativamente la disipación de los plaguicidas de la siguiente manera:

- **Suelos alcalinos (pH alto):** Favorecen la degradación de los plaguicidas, reduciendo su persistencia en el suelo.
- **Suelos ácidos (pH bajo):** Pueden aumentar la persistencia de los plaguicidas, ya que la degradación química y microbiana es más lenta.

El manejo adecuado del pH del suelo es crucial para optimizar la eficacia y minimizar el impacto ambiental de los plaguicidas.

### **Persistencia de los plaguicidas en suelo.**

Esta característica se refiere al tiempo que este permanece en el suelo manteniendo su actividad biológica. Se mide en términos de vida media (T<sub>1/2</sub>), que es el tiempo necesario para que la cantidad activa del plaguicida se reduzca a la mitad.

La **naturaleza química** del plaguicida influye significativamente en su persistencia y vida media. Factores como la solubilidad, la volatilidad, y la estabilidad química determinan cómo y cuán rápido un plaguicida se degradará en el suelo. Por ejemplo, plaguicidas más solubles pueden ser menos persistentes debido a una mayor lixiviación, mientras que los más volátiles pueden evaporarse más rápidamente. Además, la degradación puede ser afectada por procesos como la biodegradación, la fotodegradación y la hidrólisis química, que varían según el compuesto específico del plaguicida.

Se muestran a continuación algunos ejemplos de plaguicidas clasificados por su persistencia y vida media:

- No persistentes: Vida media de 0-12 semanas, como el **Malatión**.
- Moderadamente persistentes: Vida media de 1-18 meses, como la **Atrazina** y el **2,4-D**.
- Persistentes: Vida media de menos de 20 años, como el **DDT**.
- Permanentes: Vida media de más de 20 años, como los compuestos **arsenicales y mercuriales**.

Estos ejemplos muestran la gran amplitud de variación de la persistencia de los plaguicidas en el ambiente y el porqué de la particular preocupación por los plaguicidas a base de DDT y de compuestos arsenicales y mercuriales.

## **7. Riesgos ambientales.**

Los plaguicidas pueden provocar varios riesgos ambientales, incluyendo los siguientes aspectos ampliamente documentados por la FAO:

**Contaminación del suelo y el agua:** Los plaguicidas pueden filtrarse en el suelo y llegar a las fuentes de agua, afectando la calidad de ambos.

**Contaminación atmosférica:** Algunos plaguicidas son contaminantes orgánicos persistentes que pueden volatilizarse y contaminar el aire.

**Empobrecimiento del suelo:** Los plaguicidas pueden alterar la composición química del suelo, reduciendo su fertilidad.

**Bioacumulación:** Los plaguicidas se acumulan en los tejidos de los organismos vivos, pudiendo ascender en la cadena alimentaria.

**Reducción de la biodiversidad:** El uso excesivo de plaguicidas puede llevar a la disminución de especies no objetivo, afectando los ecosistemas.

La bioacumulación la define la FAO como el proceso por el cual una sustancia química se acumula en los tejidos de un ser vivo a niveles más altos que en su entorno. Esto ocurre cuando el organismo absorbe la sustancia más rápido de lo que puede metabolizarla o excretarla. La bioacumulación puede darse por la ingesta de alimentos contaminados o por exposición directa al ambiente contaminado.

Este fenómeno es particularmente preocupante con sustancias persistentes, como algunos plaguicidas, ya que pueden acumularse a lo largo de la cadena alimentaria y alcanzar concentraciones peligrosas en los organismos en los niveles más altos, incluidos los humanos.

La evaluación de la bioacumulación de plaguicidas en organismos se realiza a través de varios métodos, incluyendo:

- **Análisis de tejidos:** Se mide la concentración de plaguicidas en tejidos de organismos, especialmente aquellos ricos en grasa donde los plaguicidas lipofílicos tienden a acumularse.
- **Modelos de bioacumulación:** Se utilizan modelos matemáticos para predecir la bioconcentración y biomagnificación basados en las propiedades químicas de los plaguicidas y las características biológicas de los organismos.
- **Muestreo ambiental:** Se toman muestras del suelo, agua y aire para determinar la presencia y concentración de plaguicidas en el ambiente que pueden ser absorbidos por los organismos.

Estos métodos ayudan a comprender cómo los plaguicidas se acumulan en los organismos y el potencial riesgo para la cadena alimentaria y la salud humana.

Efectos de la bioacumulación: Puede causar problemas de salud en los organismos, como fallas metabólicas, del sistema endocrino y reproductivas, debido a la acumulación de metales pesados y contaminantes orgánicos sintéticos.

Bioacumulación en depredadores tope: Los contaminantes se acumulan en mayores concentraciones en los depredadores superiores, lo que puede llevar a la pérdida o extinción de especies clave en el ecosistema.

Biomagnificación: Es el proceso donde las sustancias químicas aumentan su concentración dentro de los organismos predadores a medida que se asciende en la cadena alimenticia, resultando en niveles más altos de contaminantes en los depredadores tope.

La biomagnificación se evalúa en las cadenas alimentarias observando cómo los contaminantes se acumulan en cada organismo a medida que suben en la cadena, afectando más a los depredadores que están en la parte superior.

Los efectos de la bioacumulación en organismos acuáticos incluyen problemas de salud como fallas metabólicas, del sistema endocrino y reproductivas debido a la acumulación de metales pesados y contaminantes orgánicos sintéticos. Además, puede alterar las cadenas alimentarias y reducir la biodiversidad.

Para reducir la bioacumulación de sustancias tóxicas, la FAO recomienda tener regulaciones ambientales sólidas, límites de emisiones y descargas de sustancias tóxicas, restricciones en el uso de pesticidas y herbicidas, y normas de gestión de residuos<sup>6</sup>. También se sugiere evitar verter grasas y aceites en el fregadero y tener cuidado con el uso de madera tratada.

La bioacumulación puede tener efectos significativos en los organismos filtradores en ecosistemas acuáticos. Por ejemplo, las floraciones de algas marinas, como las "mareas rojas", pueden hacer que organismos que se alimentan por filtración, como mejillones y ostras, acumulen toxinas y se vuelvan tóxicos para el consumo humano y otros animales. Además, la bioacumulación de metales pesados y contaminantes orgánicos sintéticos puede provocar problemas de salud en estos organismos, afectando sus funciones metabólicas, endocrinas y reproductivas<sup>2</sup>. Los contaminantes pueden

alterar el ecosistema acuático y forzar a los organismos a acumular sustancias perjudiciales como mercurio y otros metales pesados

La bioacumulación puede tener graves consecuencias en las cadenas alimentarias acuáticas. Las sustancias contaminantes se acumulan en los tejidos de los organismos y pueden alcanzar niveles peligrosos a medida que se consumen alimentos o agua contaminados. Esto puede afectar la salud de los organismos, alterar las cadenas alimentarias y reducir la biodiversidad.

Además, la biomagnificación, que es el aumento de concentración de estas sustancias a través de los niveles tróficos, puede llevar a que los humanos estén expuestos a altas dosis de químicos nocivos al consumir organismos que están en posiciones altas en la cadena alimentaria<sup>23</sup>. La acumulación de sustancias tóxicas puede alterar la cadena alimentaria natural, esencial para la supervivencia de todos los animales en un ecosistema.

Para reducir la exposición a sustancias tóxicas en el consumo de pescado y mariscos, se pueden tomar varias medidas:

- Lavado de vegetales: Lavar frutas, verduras y hortalizas antes de consumirlas y desechar el caldo de las verduras para eliminar sustancias tóxicas disueltas.
- Elección de alimentos: Optar por alimentos orgánicos y de alta calidad puede ayudar a reducir la presencia de toxinas.
- Cocción adecuada: Elegir tonos claros al cocinar y evitar las zonas quemadas o muy oscuras para reducir la exposición a sustancias tóxicas generadas durante la cocción.
- Limitar el consumo: Reducir el consumo de pescados grasos y mariscos que puedan contener mayores niveles de toxinas.
- Medidas en el origen: Implementar medidas para eliminar o controlar la fuente de contaminación, someter los productos a elaboración para reducir los niveles de contaminantes, e identificar y separar los alimentos contaminados.

Estas prácticas pueden ayudar a minimizar los riesgos asociados con la bioacumulación de sustancias tóxicas en pescados y mariscos.

El etiquetado ecológico recomendado por la FAO en productos pesqueros es un sistema que responde a la demanda de los consumidores por información adecuada y transparencia, orientada hacia una pesca más responsable. Este tipo de etiquetado puede incluir:

- Identificación del lote: Permite rastrear el producto desde su origen hasta el consumidor final.
- Identificación del buque pesquero o unidad de producción acuícola: Ofrece datos sobre dónde y cómo se obtuvo el producto.
- Código de especie de la FAO: Informa sobre la especie exacta del producto.
- Fecha de captura o producción: Indica la frescura del producto.
- Información nutricional y de proveedores: Aporta datos sobre los contenidos y origen del producto.

El etiquetado ecológico ayuda a reducir la exposición a sustancias tóxicas al promover prácticas de pesca sostenibles y responsables, lo que puede resultar en una menor contaminación de los productos pesqueros. Además, proporciona a los consumidores la capacidad de tomar decisiones informadas sobre los productos que consumen, favoreciendo aquellos que cumplen con estándares más altos de calidad y sostenibilidad.

## **8. Precauciones en el embarazo.**

Para las mujeres embarazadas, es importante tomar ciertas precauciones al consumir pescados y mariscos debido al riesgo de exposición al mercurio y a bacterias o virus perjudiciales. Aquí hay algunas medidas específicas:

- Evitar peces grandes y depredadores: Como el tiburón, pez espada, caballa real y blanquillo, ya que pueden contener niveles altos de mercurio.
- No consumir pescado ni mariscos crudos: Para evitar la exposición a bacterias o virus dañinos.
- Consumo moderado: No abusar del consumo de mariscos y, si es posible, evitarlos durante el embarazo para minimizar riesgos.

Es recomendable seguir estas pautas para proteger tanto la salud de la madre como la del bebé en desarrollo.

Durante el embarazo, es importante evitar la exposición a ciertos contaminantes para proteger la salud del feto y de la madre. Algunos de los contaminantes y sustancias que se deben evitar incluyen:

- Tabaco, alcohol y drogas: Pueden tener efectos nocivos en el desarrollo del feto.
- Obesidad: La grasa acumulada puede retener sustancias contaminantes en el cuerpo.
- Envases de plástico y latas: Pueden contener químicos que afectan al feto.
- Pesticidas y químicos: Presentes en algunos alimentos y en el ambiente, pueden ser perjudiciales.
- Metales pesados: Como el plomo y el mercurio, presentes en algunas pinturas y pescados.

Es importante también realizar ejercicio regularmente y mantener una dieta saludable durante el embarazo para reducir la exposición a estos contaminantes.

Las mujeres embarazadas deben tomar precauciones específicas con respecto a los alimentos procesados y enlatados para evitar riesgos para la salud del feto. Aquí hay mostramos algunas recomendaciones:

- Revisar la integridad de las latas: Evitar consumir productos de latas abolladas, hinchadas o con óxido, ya que pueden estar contaminadas.
- Rotación de alimentos: Utilizar los alimentos enlatados antes de que expiren, generalmente dentro de 12 a 18 meses.

- Evitar ciertos alimentos enlatados: Algunos pescados pueden contener niveles altos de mercurio, y ciertas carnes procesadas pueden tener aditivos no recomendados durante el embarazo.
- Preparación adecuada: Cocinar bien los alimentos para eliminar bacterias dañinas.

Es importante seguir una dieta equilibrada y consultar con un profesional de la salud sobre la alimentación segura durante el embarazo. Es también recomendable evitar o limitar el consumo de ciertos alimentos procesados debido a su alto contenido de grasas, azúcares y aditivos que pueden ser perjudiciales para el feto. Algunos de estos alimentos procesados incluyen:

- Panadería industrial y galletas: Contienen grasas trans y saturadas, así como azúcares simples.
- Comidas rápidas: Como hamburguesas, pizzas, y hot-dogs, que tienen alto contenido de grasa y muy poca fibra.
- Refrescos y bebidas industriales: Tienen altas cantidades de azúcares simples.
- Fiambres y carnes procesadas: Pueden contener aditivos y conservantes no recomendados.

Es importante optar por alimentos frescos y naturales, ricos en nutrientes esenciales para el desarrollo del bebé.

El consumo de alimentos ultra procesados presenta varios riesgos para la salud debido a su composición y al proceso de fabricación. Algunos de los riesgos incluyen:

- Obesidad: Por su alto contenido en calorías vacías y falta de nutrientes esenciales.
- Enfermedades cardíacas: Debido a grasas no saludables, sal y azúcares añadidos.
- Diabetes tipo 2: Relacionado con el alto índice glucémico y la rápida absorción de azúcares.
- Hipertensión arterial: Por el exceso de sodio presente en estos alimentos.
- Ciertos tipos de cáncer: Asociados con aditivos y conservantes utilizados en su procesamiento.

Es recomendable limitar su consumo y optar por alimentos frescos y menos procesados para una dieta más saludable. Aquí se presentan algunas alternativas que se consideran más saludables que los alimentos ultra procesados:

- Cereal azucarado: Cambiar por avena tradicional o muesli sin azúcar.
- Galletas empaquetadas: Optar por galletas de avena caseras.
- Refrescos azucarados: Preferir agua con rodajas de frutas o té sin azúcar.
- Patatas fritas de bolsa: Elegir frutas variadas cortadas en pequeños pedazos.
- Yogur con sabor y azúcar añadido: Seleccionar yogur natural y añadir frutas frescas.
- Pan blanco: Sustituir por pan integral o de grano entero.
- Salsas para ensaladas comerciales: Hacer salsas caseras con ingredientes frescos.

Estas opciones no solo son más saludables, sino que también pueden ser más nutritivas. Por otra parte, el consumo de pescado durante el embarazo ofrece varios beneficios nutricionales importantes:

- Proteínas de alta calidad: Esenciales para el crecimiento y desarrollo del feto.
- Ácidos grasos omega-3: Importantes para el desarrollo cerebral y ocular del feto, y pueden ayudar a prevenir la depresión posparto.
- Vitaminas: Como la vitamina D y B12, que son cruciales para la salud ósea y la formación de glóbulos rojos.
- Minerales: Como el yodo, que es vital para la función tiroidea adecuada.

Estos nutrientes contribuyen al desarrollo saludable del bebé y pueden mejorar la salud general de la madre durante el embarazo. Sin embargo, es importante elegir pescados con bajos niveles de mercurio y seguir las recomendaciones de consumo seguras.

## **9. Medidas agrícolas de Prevención ambiental**

Los aspectos más relevantes que se proponen en este sentido son:

- Control integrado de plagas: Aplicación coordinada de diversos medios de combate de plagas, respetando la ecología del suelo y considerándolo como una unidad. Incluye aspectos tales como la lucha biológica, la rotación de cultivos, el empleo de variedades resistentes, etc.
- Uso de dosis mínimas de plaguicidas: Se ha de respetar la dosis mínima recomendada, ya que no siempre es necesario un control total de la plaga.
- Aplicación adecuada de plaguicidas: Debe contarse con los medios técnicos adecuados para una aplicación correcta del plaguicida, a fin de lograr una eficacia óptima.
- Selección de plaguicidas con escaso efecto residual: Es preferible aplicar compuestos específicos y poco persistentes.
- Alternancia de plaguicidas: Es aconsejable cambiar el principio activo aplicado, evitando así el desarrollo de variedades resistentes y la acumulación de residuos.

### **Detoxificación.**

Las prácticas por desarrollar para eliminar o disminuir la concentración de los residuos de plaguicidas en los suelos, incluyen los siguientes aspectos:

- Plantación de cultivos tolerantes: Permite evitar las aplicaciones excesivas y dejar un margen de tiempo adecuado para la disipación del plaguicida.
- Prácticas agronómicas: Se incluyen prácticas como el barbecho, el laboreo y el arado, que contribuyen a inactivar y eliminar los plaguicidas del suelo.
- Irrigación.

La adicción de agua al suelo acelera todos los procesos de eliminación de plaguicidas. No obstante, si el suelo es lo bastante permeable, puede inducir la lixiviación del plaguicida, con el consiguiente riesgo de contaminación de acuíferos.

- Biorremediación: Consiste en inducir la proliferación de organismos del suelo capaces de degradar los plaguicidas y/o sus metabolitos.
- Adiciones químicas: Ciertos compuestos pueden facilitar la eliminación de plaguicidas adsorbidos al complejo coloidal del suelo. Otros aditivos funcionan como adsorbentes de residuos.

### **Estimación pérdida de plaguicidas.**

Para estimar la pérdida de plaguicidas en suelos y la posible contaminación de aguas superficiales y subterráneas, es necesario considerar persistencia y adsorción.

Para hacer su estimación cuantitativa se requieren modelos matemáticos complejos. Existen programas de ordenador que usan parámetros referentes al lugar, suelo, cultivo, tratamientos, información meteorológica, etc.

En ausencia de tal información una valoración cualitativa de contaminación potencial de plaguicida de aguas superficiales o subterráneas es posible usando los índices de adsorción y persistencia.

Plaguicidas fuertemente adsorbidos y persistentes permanecerán adsorbidos al suelo y únicamente contaminará lagos o ríos por erosión al ser arrastrados junto con las partículas del suelo.

## 10. Ventajas e Inconvenientes de los agroquímicos.

Las principales ventajas que tiene el empleo agrícola de plaguicidas químicos son las dos siguientes:

**Aumento de la producción:** Efectivamente logran proteger los cultivos contra plagas y enfermedades, lo que puede resultar en un mayor rendimiento.

**Efectividad en cuanto a costos:** Pueden ser una solución rentable para el control de plagas a gran escala.

Sin embargo, hay que estar conscientes de que los inconvenientes del uso de plaguicidas químicos en la agricultura son muy significativos y variados.

**Condiciones de la tierra insostenibles:** El uso excesivo puede llevar a la degradación del suelo y la pérdida de fertilidad.

**Toxicidad y regulación:** Los plaguicidas pueden ser tóxicos para los humanos y la vida silvestre, y su uso está estrictamente regulado para minimizar estos riesgos.

**Exposición humana:** El contacto con altos niveles de plaguicidas puede ser perjudicial para la salud, causando intoxicaciones agudas y crónicas, especialmente en trabajadores agrícolas y poblaciones cercanas a campos de cultivo.

**Negativo impacto en insectos benéficos:** Los plaguicidas no distinguen entre insectos dañinos y beneficiosos, lo que puede resultar en la disminución de poblaciones de polinizadores y varios otros insectos útiles.

**Contaminación ambiental:** Los plaguicidas pueden filtrarse en el suelo y las aguas subterráneas, afectando la calidad del agua y la vida acuática. Además, pueden persistir en el ambiente y acumularse en la cadena alimentaria.

Estos riesgos deben ser cuidadosamente considerados y muy bien gestionados para minimizar su impacto negativo.

Para reducir los riesgos asociados con el uso de plaguicidas de origen químico, se suelen adoptar varias estrategias:

**Manejo Integrado de Plagas (MIP):** Utiliza una combinación de prácticas agrícolas para controlar las plagas de manera efectiva y sostenible, reduciendo la dependencia de los plaguicidas.

**Uso de plaguicidas menos tóxicos:** Optar por productos que sean menos dañinos para la salud humana y el medio ambiente.

**Regulaciones y capacitación:** Seguir las regulaciones establecidas para el uso seguro de plaguicidas y proporcionar capacitación adecuada a los trabajadores agrícolas.

Estas medidas pueden ayudar a minimizar los impactos negativos del uso de plaguicidas en la agricultura.

Existen varias alternativas no tóxicas a los plaguicidas químicos que pueden ser efectivas en el control de plagas:

**Rotación de cultivos:** Cambiar los tipos de cultivos en un campo para interrumpir los ciclos de vida de las plagas.

**Control biológico:** Utilizar organismos vivos, como insectos beneficiosos o microorganismos, para controlar las poblaciones de plagas.

**Extractos vegetales y aceites esenciales:** Algunas plantas producen sustancias que repelen o inhiben a las plagas, y estos extractos pueden utilizarse como alternativas naturales.

Estas opciones, entre varias otras, pueden ser integradas en un enfoque de manejo integrado de plagas para una agricultura más sostenible.

El control biológico de plagas es una técnica adecuada que utiliza enemigos naturales de las plagas, como depredadores, parásitos o patógenos, para reducir sus poblaciones. Por ejemplo, se pueden introducir insectos beneficiosos que se alimentan de las plagas o microorganismos que causan enfermedades en las plagas, disminuyendo así su número sin necesidad de productos químicos. Las ventajas del control biológico incluyen:

- **Sostenibilidad:** Es una solución a largo plazo que no genera resistencia en las plagas.
- **Seguridad:** No es tóxico para los humanos ni para el medio ambiente.
- **Eficacia:** Puede ser muy efectivo cuando se utiliza correctamente.

Sin embargo, también tiene desafíos, como la necesidad de un conocimiento detallado de la ecología de las plagas y sus enemigos naturales.

Algunos ejemplos de insectos benéficos utilizados en el control biológico son:

- **Mariquitas:** Se alimentan de pulgones y otros insectos de cuerpo blando.
- **Avispas parasitoides:** Ponen sus huevos en o sobre las plagas, y sus larvas se alimentan del huésped.
- **Arañas y arañas lobo:** Cazan una variedad de insectos plaga.
- **Crisopas:** Sus larvas son depredadoras de pulgones, ácaros y otros insectos pequeños.

Estos insectos ayudan a mantener el equilibrio natural en los ecosistemas agrícolas y son una parte importante del control biológico.

Algunas plantas que producen extractos útiles como plaguicidas en sustitución de los químicos, pueden ser:

- **Árbol de Neem (Azadirachta indica):** Produce azadiractina, un repelente natural.
- **Pelitre (Chrisantemun cinerarifolium o Anacyclus pyrethrum):** Se obtiene un pesticida natural en polvo.
- **Higuerilla:** Utilizada para hacer insecticida natural.
- **Epazote del zorrillo:** Conocido por sus propiedades insecticidas.
- **Tabaco:** Su extracto se usa como insecticida natural.
- **Cempasúchil (flor de muerto):** Tiene propiedades repelentes.

La información sobre patógenos utilizados en el control biológico, incluye plantas que producen extractos útiles como plaguicidas. Por ejemplo:

**Árbol de Neem:** Produce azadiractina, un compuesto que actúa como insecticida.

**Pelitre:** Obtenido de las flores de Chrisantemun cinerarifolium, actúa como pesticida natural.

**Rotenona:** Un insecticida orgánico derivado de ciertas plantas leguminosas.

Y, por supuesto, diversos patógenos utilizados en el control biológico, como podrían ser los siguientes:

**Bacterias:** Como Bacillus thuringiensis, que infecta y mata larvas de insectos.

**Hongos:** Que infectan y matan a los insectos plaga.

**Virus:** Que actúan como agentes patógenos específicos de la plaga.

Estos agentes patógenos se aplican mediante pulverizaciones o tratamientos en el área afectada y son específicos para la plaga sin afectar a los cultivos ni a otros organismos benéficos.

### **Comentarios adicionales.**

Según las estadísticas actuales de la FAO dos tercios de la Humanidad están subalimentados. Por consiguiente, el aumento de la producción agrícola es una urgente necesidad, siendo preciso ampliar las áreas cultivadas y el rendimiento de las explotaciones.

La lucha contra las plagas es uno de los métodos más importantes para aumentar la productividad de las explotaciones agrícolas, ya que las pérdidas causadas por las plagas son muy elevadas. Se ha calculado que alrededor de un tercio de la producción alimenticia del mundo se perdería si los agricultores no utilizaran plaguicidas y productos químicos para contrarrestar el efecto de las plagas de los cultivos, de las enfermedades de las plantas y la competencia de las malas hierbas. Además de este aumento de los rendimientos, la disminución de las grandes fluctuaciones de las cosechas debidas a las plagas y el ahorro de mano de obra debido al uso de los plaguicidas químicos tienen gran importancia económica. Tampoco conviene olvidar que los insectos parasitan el ganado, destruyen la madera y las plantas destinadas a usos industriales y transmiten enfermedades al hombre. Consecuencia de ello ha sido el rápido incremento de las ventas de productos agroquímicos a partir del desarrollo de la industria moderna en la década de los años 40 con un aumento aproximado del 10 % anual.

Alrededor de casi dos tercios de las ventas de plaguicidas químicos se realizan en zonas de agricultura intensiva de Estados Unidos, Canadá México, Brasil Argentina, Europa Occidental, Australia, Japón y grandes zonas de Eurasia.

## 11.El futuro: los bio-plaguicidas.

Según la EPA, (Environmental Protection Agency) los biopesticidas son ciertos tipos de pesticidas, derivados de materiales naturales como animales, plantas, bacterias y ciertos minerales. De acuerdo con la FAO, los productos biológicos de control de plagas, o bioplaguicidas, al igual que los plaguicidas de síntesis química, son sustancias o mezclas que se utilizan para repeler, destruir o controlar plagas. En efecto, los bioplaguicidas son tecnologías complementarias a los plaguicidas químicos y hacen parte, junto con estos, de la caja de herramientas de control que se pueden utilizar en un esquema de manejo integrado de plagas.

Desde el punto de vista de su composición, los plaguicidas biológicos son organismos naturales o sustancias derivadas de materiales naturales, incluyendo animales, plantas, bacterias, hongos y algunos minerales, sus genes o sus metabolitos, o material genético adicionado a la planta. Aparte de los plaguicidas biológicos, existen macroorganismos que también se utilizan para controlar plagas y se denominan comúnmente como controladores biológicos. Estos últimos incluyen insectos, ácaros y nemátodos que actúan como depredadores de organismos considerados plagas. Existen por ello dos tipos principales:

- **Bióticos:** Incluyen hongos, bacterias, virus y nematodos entomopatógenos.
- **Abióticos:** Compuestos por extractos de plantas y minerales.

En cuanto a su efectividad, los bioplaguicidas suelen ser más selectivos y menos propensos a generar resistencia en las plagas en comparación con los plaguicidas químicos. Sin embargo, pueden requerir condiciones específicas para ser efectivos y suelen tener menor residualidad. Son compatibles con la agricultura orgánica y sostenible, y su uso está en aumento debido a la creciente preocupación por la seguridad ambiental y la salud humana.

El mercado latinoamericano de bio-plaguicidas está segmentado por producto (bioherbicidas, bioinsecticidas, biofungicidas, otros productos), formulación (líquido, seco), ingrediente (plaguicida microbiano, bioplaguicida vegetal, plaguicida bioquímico), aplicación (granos y cereales, legumbres y semillas oleaginosas, Frutas y Hortalizas, Cultivos Comerciales, Césped y Ornamentales), en países Argentina, Brasil y México.

## **Visión general del mercado.**

Según reportes de Mordor Intelligence / internet , se prevé que el mercado latinoamericano de biopesticidas registre una tasa compuesta anual del 13,8% durante el período previsto (2020-2025). Las restricciones impuestas a los fertilizantes químicos y la creciente conciencia sobre el impacto ambiental y el apoyo del gobierno al uso de pesticidas biológicos actúan como un impulsor de la creciente demanda del mercado de biopesticidas.

En el mercado sudamericano de bioplaguicidas, las empresas no sólo compiten en función de la calidad y la promoción del producto, sino que también se centran en movimientos estratégicos para tener mayores cuotas de mercado. Los lanzamientos de nuevos productos, asociaciones y adquisiciones son las principales estrategias adoptadas por las empresas líderes en el mercado mundial de biopesticidas. Los resultados del análisis de la cuota de mercado indican un mercado muy fragmentado. Los principales actores. Las importantes adquisiciones que se están produciendo entre empresas para desarrollar biopesticidas indican que la atención a los productos de origen biológico está aumentando rápidamente. Los actores del mercado están invirtiendo mucho en este mercado para diversificar sus divisiones de investigación biológica en el mercado en expansión.

## 12. Tendencias del mercado de bioplaguicidas.

Existe una demanda creciente de productos de biocontrol en la región latinoamericana debido a la demanda de los consumidores de productos libres de químicos y al aumento de las actividades agrícolas en la región. Brasil y Argentina son los mercados de mayor crecimiento para aplicaciones de biocontrol debido a una mayor producción orgánica.

Nuevas ideas y soluciones tecnológicas que comúnmente van acompañadas del Manejo Integrado de Plagas y la agricultura orgánica que implican el uso de biopesticidas impulsan el crecimiento del mercado. Según el Instituto de Investigación en Agricultura Orgánica (FiBL), en 2018, aproximadamente 8,0 millones de hectáreas estaban bajo producción orgánica en comparación con 7,49 millones de hectáreas. Argentina tiene la mayor superficie agrícola orgánica con 3,6 millones de hectáreas, seguida de Brasil con 1,18 millones de hectáreas en 2018. Por lo tanto, gracias a la creciente adopción de prácticas de agricultura orgánica, se espera un buen impulso al mercado de corto plazo para los bioplaguicidas.

Brasil, donde la demanda de agricultura orgánica está creciendo enormemente, el mercado de pesticidas biológicos está en pleno desarrollo, especialmente en cultivos como la caña de azúcar, la soja, el maíz y los frijoles. Las aplicaciones de productos fertilizantes orgánicos biológicos aumentaron con la adopción de prácticas agrícolas sostenibles e ingredientes orgánicos. Según FiBL, en 2016, la superficie cultivada orgánicamente era de 1,09 millones de hectáreas, que aumentó a 1,18 millones de hectáreas en 2018, donde las ventas minoristas orgánicas en el país fueron de 875,07 millones de dólares. Con el creciente gasto per cápita, el gasto de los consumidores en productos alimenticios saludables también está aumentando. Según la Asociación de Comercio Orgánico en 2016 el gasto per cápita fue de USD 5.844,4 que aumentó a USD 6.171,8 en 2018. Con estas enormes perspectivas de crecimiento, las empresas están cada vez más interesadas en abrir líneas de productos de control biológico, especialmente con énfasis en microorganismos. Por ejemplo, en 2018, Biovalens Corporation lanzó dos nuevos productos, **Tricho-Turbo** (undefinedTrichoderma asperellum BV10) y **No-Nema** (undefinedBacillus amyloliquefaciens), destinados al control biológico de plagas.

## ***Segmentación del mercado***

### **Por Producto**

- Bioherbicida
- Bioinsecticida
- Biofungicida
- Otros

### **Según Formulación**

- Formulación líquida
- Formulación seca

### **Según el Ingrediente**

- Plaguicida microbiano
- Plaguicida vegetal
- Plaguicida bioquímico

### **Según el Modo de aplicación**

- Pulverización foliar
- Tratamiento de semillas
- Tratamiento del suelo
- Poscosecha

### **Por Solicitud**

- Basado en cultivos
- No basado en cultivos

### ***Fuente:***

<https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/latin-america-biopesticide-market>.

### **13. Directiva Marco del Agua.**

La **Directiva Marco del Agua (DMA)** es una normativa del Parlamento Europeo que establece un marco de actuación en la política de aguas de la Unión Europea. Su objetivo es proteger y mejorar el estado de los ecosistemas acuáticos, promover un uso sostenible del agua y reducir la contaminación.

Respecto a la bioacumulación de plaguicidas y otros agroquímicos tóxicos en el agua, la DMA aborda este problema mediante el control y la prevención de la contaminación por sustancias peligrosas, incluyendo aquellas que se bioacumulan en los ecosistemas acuáticos. Se establecen listas de sustancias prioritarias y se toman medidas para reducir su presencia en el agua y evitar su acumulación en organismos vivos.

Las **sustancias prioritarias** en la Directiva Marco del Agua (DMA) son aquellas que presentan un riesgo significativo para el medio acuático y, por ende, para las aguas utilizadas para la captación de agua potable. Estas sustancias son reguladas a través del artículo 16 de la DMA y se deben adoptar medidas para su reducción progresiva. Entre estas sustancias se encuentran metales pesados como cadmio, plomo, mercurio y níquel, así como compuestos orgánicos como benceno y plaguicidas químicos.

Mediante el **uso sostenible del agua**, la DMA busca establecer sistemas de prevención de deterioro adicional y la mejora del estado de los ecosistemas acuáticos. Esto incluye proteger las necesidades de agua de los ecosistemas terrestres y humedales que dependen directamente de los ecosistemas acuáticos. La DMA busca garantizar la disponibilidad a largo plazo de los recursos hídricos mediante una gestión adecuada y sostenible.

Las medidas para reducir las sustancias prioritarias se implementan a través de estrategias que incluyen la reducción progresiva de los vertidos, las emisiones y las pérdidas de estas sustancias. Esto se logra mediante la regulación y el control de las fuentes de contaminación, como las aguas residuales urbanas y la industria.

La DMA exige la eliminación de más nutrientes y microcontaminantes, enfocándose muy especialmente aquellos procedentes de productos farmacéuticos y cosméticos. Además, se establecen "programas de medidas" específicas en los planes hidrológicos de cada municipio o región.

El control de las fuentes de contaminación se realiza mediante un enfoque combinado que incluye tanto el control en la fuente, estableciendo valores límite de emisión, como normas de calidad medioambiental para las aguas receptoras. Esto implica la regulación de vertidos tanto puntuales como difusos, y la protección de las aguas frente a contaminantes como nitratos y pesticidas<sup>12</sup>. Además, se incluyen disposiciones para controlar las fuentes de agua potable y los sistemas de distribución para minimizar el impacto nocivo de la contaminación.

La protección de las fuentes de agua potable se realiza mediante la **prevención del deterioro** del estado de las masas de agua y la promoción de un buen estado químico y ecológico. Esto incluye la protección de todas las formas de agua, como aguas superficiales, subterráneas y de transición. Se establecen "zonas protegidas" para la captación de agua potable y se promueve la participación pública en la planificación hidrológica. Además, se toman medidas tanto cualitativas como cuantitativas para garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico.

## 14. El Control Analítico. Catálogo de Servicios de Análisis de Plaguicidas.

### ANÁLISIS DE PLAGUICIDAS Y RESIDUOS EN SUELO

#### PAQUETE HERBICIDAS:

**Incluye:** Atrazina, Hexazinona, Propacloro, Terbacilo, Balan, Lasso, Propazina, Tillam, Bromacilo, Ordram, Prowl, Tolban, Butacloro, Oxadiazon (Ronstar), Ro-neet, Treflan, Etalfluralina, Dual, Paarlán, Sencor, Vernam, Eptam, Prodiamina, Simazina (Princep), Zorial, Goal, Prometon y Sutan.

#### PAQUETE HERBICIDAS PHENOXY:

**Incluye:** 2,4-D, Dicamba, Picloram, 2,4-DB, Dichlorprop, Silvex, 2,4,5-T, Bromoxynil, MCPP, MCPA, Dinoseb y Triclopyr.

#### PAQUETE HERBICIDAS CLORADOS:

**Incluye:** Aldrin, 4,4-DDE, Alpha-BHC, 4,4-DDT, Beta-BHC, Dieldrin, Gamma-BHC, Endrin, Delta-BHC, Heptachlor, Alpha-Chlordane, Gamma Chlordane, Endrin Aldehyde, Endrin Ketone, Endosulfan I, Endosulfan II, Endosulfan Sulfate, Methoxychlor, Heptachlor Epoxide, 4,4-DDD.

#### PAQUETE ORGANO FOSFORADOS:

**Incluye:** Diazinon, Dursban, Hexachlorobenzene, Methyl Parathion, Malathion, Parathion, Rabon, Ethion, Carbophenothion y Mirex.

#### PAQUETE PIRETROIDES:

**Incluye:** Bifenthrin, Cyfluthrin, Cypermethrin, Cyphenothrin, Deltamethrin, Esfenvalerate, Lambda Cyhalothrin, Permethrin, Resmethrin y Tetramethrin.

#### PAQUETE HERBICIDAS DE SULFONIL UREA:

**Incluye:** Trifloxysulfuron-Sodium, Metsulfuron Methyl, Sulfometuron Methyl, Primisulfuron Methyl, Chlorimuron, Ethyl, Halosulfuron Methyl, Chlorsulfuron, Bensulfuron Methyl y Thifensulfuron Methyl.

#### COMPONENTES INDIVIDUALES:

DEF 6-Tribufos  
Dithiopyr  
Fluridone  
Resmethrin  
Acetochlor  
Carbaryl  
Propachlor  
Alachlor

Deltamethrin  
Sethoxydim  
Dimethoate  
Flumioxazin  
Methoprene  
Chlorpyrifos  
Trifluralin  
Lambda-Cyhalothrin

Chlorothalonil  
Clomazone  
Bernolate  
Lindane  
Fipronil  
Dimethenamid-P  
Propazine  
Dicloran

Bifenthrin	Imazaquin	Saflufenacil
Acephate	Metsulfuron Methyl	Imidacloprid
Azinphos-Methyl	Mesotrione	Chloransulam-Methyl
Diclofop Methyl	Pyriproxyfen	Tembotrione
Dichlobenil	Rimsulfuron	Paraquat
Cypermethrin	Indaziflam	Diclosulam
Paclbutrazol	Imazethapyr	Imazamox
Imazapyr	Thifensulfuron-Methyl	Diquat
Fomesafen	Diuron	Penoxsulam
Tebuthiuron	Imazapic	Prosulfuron
Sulfosulfuron	Tribenuron-Methyl	Sulfosulfuron

## PAQUETES PARA SEGURIDAD DE ALIMENTOS

### Organohalides – Group I:

Acetamiprid	Difenoconazole	Myclobutanil
Alachlor	Dimethachlor	Nitrofen
Aldrin	Dimethomorph	Nuarimol
Atrazine	Endosulfan I	Oxadiazon
alpha-BHC	Endosulfan II	Oxadixyl
beta-BHC	Endrin	Paclbutrazol
delta-BHC	Epoxiconazole	Pentachloroaniline
Bifenthrin	Esfenvalerate	Penthiopyrad
Boscalid	Etaconazole	Permethrin
Bromacil	Etoxazole	Prochloraz
Captafol	Fenarimol	Procymidone
Captan	Fenazaquin	Pronamide
Carfentrazone Ethyl	Fenbuconazole	Propiconazole
Chlorfenapyr	Fenhexamid	Pyridaben
Chlorobenzilate	Fenvalerate	Quinoxifen
Chloroneb	Flucythrinate	Quintozene
Chlorothalonil	Fludioxonil	Simazine
Chlorpropham	Ffluopicolide	Simetryn
Cyanazine	Folpet	Spirodiclofen
Cyfluthrin	Forchlorfenuron	Tebuconazole
Cypermethrin	Heptachlor	Terbacil
Cyproconazole	Heptachlor Epoxide	Tetraconazole
DCPA	Hexachlorobenzene	Tetradifon
o,p' DDD	Hexaconazole	Thiobencarb
p,p' DDD	Imazalil	Tolyfluanid
o,p' DDE	Indoxacarb	Toxaphene
p,p' DDE	Iprodione	Tralomethrin
o,p' DDT	Lambda Cyhalothrin	Triadimefon
p,p' DDT	Lindane	Triadimenol
Deltamethrin	Linuron	Trifloxystrobin
Dichlobenil	Mandipropamid	Triflumizole
Dicloan	Methoxychlor	Uniconazole
Dicofol	Metolachlor	Vinclozolin
Dieldrin	Mirex	

### Organophosphates – Group II:

Acephate	EPN	Phenthoate
Azinphos Ethyl	Ethion	Phorate
Azinphos Methyl	Ethoprop	Phosalone
Bensulide	Etrimfos	Phosmet
Cadusafos	Fenamiphos	Phosphamidon
Carbophenothion	Fenitrothion	Piperophos
Chlorfenvinphos	Fensulfothion	Pirimiphos
Chlorpyrifos	Fenthion	Pirimiphos Methyl
Chlorpyrifos Methyl	Fonofos	Profenofos
Chlorthiophos	Heptenophos	Propetamphos
Coumaphos	Iprobenfos	Prothiofos
Crotoxyphos	Isazophos	Pyrazophos
Cyanophos	Isofenphos	Pyridaphenthion
Demeton-o	Leptophos	Quinalphos
Demeton-s	Malaoxon	Ronnel
Dialifos	Malathion	Sulprofos
Diazinon	Methacrifos	Terbufos
Dichlorvos	Methamidophos	Tetrachlorvinphos
Dicrotphos	Methidathion	Thiometon
Dimethoate	Mevinphos	Toclofos Methyl
Omethoate	Monocrotophos	Triazophos
Dioxathion	Naled	Tribufos
Disulfoton	Parathion	
Edifenphos	Parathion Methyl	

### Methyl Carbamates – Group III:

Aldicarb	Carbofuran	Oxamyl
Aldicarb Sulfone	Ethiofencarb	Propoxur
Aminocarb	Fenobucarb	Thiodicarb
Bendiocarb	Methiocarb	
Carbaryl	Methomyl	

### Organonitrogens – Group IV:

Acrinathrin	Carbosulfan	Diphenylamine
Ametryn	Carboxin	EPTC
Azoxystrobin	Cyazofamid	Ethalfluralin
Benalaxyl	Cycloate	Ethirimol
Benfluralin	Cyflufenamid	Ethofumesate
Bifenazate	Cyprodinil	Etofenprox
Biphenyl	Desmetryn	Famoxadone
Bromopropylate	Diethofencar	Fenamidone
Bupirimate	Dimethametryn	Fenoxycarb
Buprofezin	Diphenamid	Fenpropathrin

Fenpropimorph  
 Fenpyroximate  
 Fipronil  
 Flonicamid  
 Flubendiamide  
 Fluoxastrobin  
 Flurochloridone  
 Flusilazole  
 Furalaxyl  
 Hexythiazox  
 Kresoxim Methyl  
 Mefenoxam  
 Metalaxyl  
 Metazachlor

Methoprotryn  
 Metribuzin  
 Mexacarbate  
 Napropamide  
 Norflurazon  
 o-Phenylphenol  
 Oryzalin  
 Pendimethalin  
 Piperonyl Butoxide  
 Pirimicarb  
 Profluralin  
 Promecarb  
 Prometryn  
 Propargite

Propham  
 Pymetrozine  
 Pyrethrins  
 Pyrifenox  
 Pyrimethanil  
 Pyriproxyfen  
 Tebufenpyrad  
 Tecnazene  
 Tefluthrin  
 Thiabendazole  
 Trifluralin  
 Triforine

**PLAGUICIDAS**  
*Consecuencias Agronómicas y Ambientales*

**Degradación**

**Retención**

**Transferencias**


**Laboratorios A-L de México.**  
[www.laboratoriosaldemexico.com.mx](http://www.laboratoriosaldemexico.com.mx)

## ANÁLISIS PARA EL CONTROL DE BIO-PLAGUICIDAS

Los análisis de control en los diferentes tipos de bio-plaguicidas son esenciales para garantizar su calidad, eficacia y seguridad. Los principales análisis incluyen:

- **Control de Calidad Microbiológico:** Se enfoca en la identificación, cuantificación y viabilidad del principio activo (como bacterias, hongos o virus) y en la determinación del contenido de contaminantes. Esto asegura que el bio-plaguicida contenga la cantidad adecuada de microorganismos efectivos y esté libre de organismos dañinos.
- **Control de Calidad Físicoquímico:** Identifica las variables físicoquímicas más importantes según el sistema de entrega o tipo de formulación del bio-plaguicida. Incluye la determinación de la estabilidad, la compatibilidad con otros productos y la ausencia de sustancias no deseadas.
- **Aseguramiento de Calidad:** Involucra la verificación del contenido cualitativo y cuantitativo de los componentes activos, para garantizar que el producto cumple con los contenidos declarados. Esto puede incluir pruebas de eficacia en campo y la evaluación de la persistencia y residualidad del producto por parte del propio productor.

Estos análisis son fundamentales para el desarrollo y la comercialización de bio-plaguicidas, ya que contribuyen a la confianza del consumidor y al cumplimiento de las regulaciones ambientales y de salud pública.

## **15. Referencias bibliográficas.**

<https://www.ipen.org/sites/documents>.

<https://researchgate.net>.

<https://infoagronomo.net/clasificación-de-herbicidas-y-modo-de-actuar>.

<https://ecologicosostenible.com>.

<https://industriaalimentaria.org>

<https://agroproyectos.org>.

<https://scielo.org.mx>.

<https://www.mayoclinic.org>.

<https://imss.gob.mx/maternidad2>.

<https://www.miteco.gob.es>.

D.V; Bhagad. Bio-Pesticides and Integrated Pest Management

Raoul Calvet et al. Les pesticides dans le sol.

<https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/latin-america-biopesticide-market>

<https://www.fao.org/pest-and-pesticide-management/en/>