



# Actualización de las normativas sobre el uso de plaguicidas agrícolas

**Roberto H. González, MSc. , Ph.D.**

Facultad de Ciencias Agronómicas

Universidad de Chile

Diciembre, 2016.

## Antecedentes históricos

- S. XVI.- En China ya se empleaban arsenicales, nicotina (cocción de hojas de tabaco) para el control de plagas domésticas y agrícolas.
- Europa: desde incios S. XIX,se empleaban compuestos de ceniza,azufre,tabaco molido y más tarde caldo bordelés, mercurio,plomo.
- Piretrinas extraídas de hojas de crisantemo, (primer neuro-tóxico empleado), rotenona (de hojas de *Derris* sp.)
- DDT.-Primer clorado sintético descubierto en Alemania a inicios de la 2ª guerra mundial (1939), empleado especialmente en el sector militar para el control de polillas, mosca doméstica,mosquitos,piojos,etc.
- Chile.- Desde 1930 se empleaba arseniato de plomo; poco después aceites de petróleo,nicotina,piretro, azufre y criolita.

# DESARROLLO DE LOS PRIMEROS PLAGUICIDAS

1. Nicotina: Desarrollado desde 1828 como extracto crudo de tabaco. **Sintetizado** en 1904.
2. Rotenoides: Rotenona aislado de varias especies de plantas (*Derris*).
3. Piretrinas: Polvo de piretro extraído del crisantemo. (ác.crisantémico).Actualmente este grupo es de productos sintéticos (piretroides), primeros neurotóxicos.
4. DDT: Descubierta en Alemania en 1939 para control de plagas domésticas ya que no afectaba a animales superiores: producto importante durante la 2ª Guerra Mundial. Aún no se conocía su efecto residual sobre materias grasas (leches, carnes).Empleado en Chile hasta 1985.
- 5.- Polisulfuro de calcio, fungicida con propiedades insecticidas de contacto especialmente para tratamientos invernales , desarrollado desde fines del 1900. Todavía en uso.



6. Hexacloruro de benceno: Largo período de uso para plagas agrícolas y en salud humana (Lindano).
7. Ciclodienos: Grupo aldrin – diedrin – endrin, Toxafeno. Insecticidas agrícolas de largo efecto residual
8. Fosforados: Neurotóxicos más importantes durante las décadas 1950-2010, inhibidores de la enzima acetil colinesterasa en el área sináptica del sistema nervioso de artrópodos y animales superiores, interrupción del flujo nervioso. Paration y otros tiofosfatos; malation. Clorpirifos, metidation, etc., Primeros insecticidas sistémicos (Metasystox). Alta toxicidad a mamíferos.
9. Carbamatos. Otros neurotóxicos derivados del ácido carbámico (carbarilo, metomilo, etc.). Actualmente en cancelación de usos igual que los organofosforados.



Período 1950 – 1980, uso inicial de los insecticidas sintéticos orgánicos fosforados, (azinfos metil, clorpirifos, diazinon, dimetoato, metidation), tiofosfatos, (malation, paration), carbamatos, (carbofuran y carbosulfan, aldicarb, metomilo y carbarilo, etc.), clorados, (DDT, BHC), ciclodieno derivados (aldrin, dieldrin y endrin), aceites minerales, arsenicales (arseniato de plomo) y otros productos de origen vegetal (nicotina, piretrinas, rotenona). El polisulfuro de calcio, antiguo fungicida también empleado en el control de algunas plagas en períodos invernales de plantas de hojas caduca, ( control de escamas, arañas rojas, pulgones y otros en el proceso de invernación) ; uso mezclado con aceites minerales (aceites reforzados).





Hembra *Pseudococcus viburni* de 4 mm, fecundada

Día 1



Saco ovígero de 7x2mm

Día 15



MANZANA  
10 DIC. 01





Cronocontrol de Cydia pomonella

Codex Alimentarius (FAO/OMS) regula los niveles máximos de residuos que deben contener los cultivos y alimentos para no superar las tolerancias fijadas en cada combinación cultivo o producto alimentario/plaguicida. Los Límites Máximos de Residuos se expresan en mg de ingrediente activo /kg de productos vegetal, alimentario (leche, carnes de aves, peces, mamíferos), jugos o licores (vino) que pueden ser considerados de riesgos agudo o crónico para el sector consumidor.

Estas normativas también la ejecutan ciertos países (EE.UU., Unión Europea) para fijar los LMRs que deben ser aceptados, respecto a su producción local y, especialmente en la importación de alimentos. Por lo tanto, los países exportadores a esos mercados de destino deben atenerse a los LMRs autorizados por cada país importador para ser aceptados en el proceso de comercializado.



Algunos fungicidas están actualmente también cuestionados por problemas de alta persistencia residual y algunos por aspectos toxicológicos, lo que ha conducido a reducción o supresión de varios Límites Máximos de Residuos (casos captan, iprodione y otros).

Descripción de las modernas moléculas participantes de pesticidas autorizados por FAO/OMS hacia 1990, y evaluadas en 1997 en “Pesticide profile-toxicity, environmental impact and fate” (M.A. Kamrin), que trata los pesticidas clásicos y los nuevos integrantes activos descubiertos en las décadas 1980 y 1990.

Cuocientes de Impactos Ambientales. Modelo desarrollado por la Universidad de Cornell para determinar los impactos de riesgo sobre trabajadores, consumidores y medio ambiente (Stevenson, 2001).



Todas estas acciones han conducido a la supresión de numerosos plaguicidas, tales como el arseniato de plomo, clorado, carbamatos y la mayor parte de los fosforados (con excepción del Diazinon, Fosmet y otros pocos aún vigentes). Estas medidas preventivas han también afectado algunos herbicidas como el paraquat, acaricidas clorados (dicofol)) y compuestos estañados, (cyhexatin, azociclotin) y varios fungicidas.

El insecticida clorpirifos, de gran uso en el control de escamas y chanchitos blancos ha sido recientemente cancelados en la Unión Europea, y, desde marzo 2017 también sufrirá cancelaciones de usos o importantes reducciones de LMRs en EE.UU.



# PRIMERAS NORMATIVAS NACIONALES RESTRINGIENDO USOS DE PLAGUICIDAS

**1984.-** Resolución N° 639 (se prohibió el uso del insecticida DDT.

**1987.-** Se canceló el uso de los insecticidas Dieldrin, Endrin, Heptacloro y Clordano. En 1988 se prohibió la importación de Aldrin.

**1993.-** Restricciones de fungicidas conteniendo mercurio.

**1998.-** Restricciones de uso del herbicida 2, 4, 5-T; y del insecticida Toxafeno.

**1999.-** prohibición del uso del Paration (etilo y metilo).

Otras prohibiciones posteriores afectaron el herbicida Paraquat, el insecticida clorado Hexaclorobenceno, pentaclorofenol, etc., etc.



Desde 1982 existe una Comisión Mixta del Min. de Salud Pública y Min. de Agricultura, la cual se ha preocupado de restricciones de uso, etiquetados de plaguicidas comerciales, clasificación toxicológicas, establecimiento de protocolo para realizar ensayos para propósitos de registro de nuevos productos, y otras normativas de participación nacional en Convenios Internacionales sobre estas materias.



# CLASIFICACIÓN QUÍMICA DE INSECTICIDAS Y ACARICIDAS

Debido al gran número de plaguicidas existentes, la mayoría pertenecientes a pequeños grupos químicos se da a conocer además su acción biológica sobre los artrópodos, destacando que la anterior acción neurotóxica de los antiguos insecticidas, afectaban por igual el sistema nervioso de los invertebrados y de animales superiores, obviamente con la debida consideración de las dosis empleadas (en mg/kg de peso corporal).



Los antiguos neurotóxicos convencionales eran inhibidores de la enzima Acetil Colinesterasa, una esterasa que degrada la acetilcolina en el punto de unión de dos axones de la cadena nerviosa (Área Sináptica) impidiendo el paso del flujo nervioso de un axón a otro, tanto en invertebrados como en animales superiores. Los actuales neurotóxicos (ej. Neonicotinoides como el acetamiprid, imidacloprid, clotianidina, tiametoxam y tiacloprid), actúan en el “área postsináptica”, afectando solamente la acción del ác. nicotínico de insectos, ácaros y otros artrópodos, no en animales superiores.

Los índices de toxicidad en animales superiores, son evaluados según Toxicidad Crónica que se manifiesta en un largo plazo (efectos reproductivos, teratogénicos, mutagénicos, carcinogénico y ecológicos).



**CLASIFICACION DE INSECTICIDAS Y ACARICIDAS  
SEGÚN MODO DE ACCION TÓXICA**

Modo de Acción		Efectos sobre Artrópodos	Grupos Químicos	Ejemplos insecticidas Ingrediente activo
Función toxicológica	Función bioquímica			
<p><b>AGENTES NEUROTÓXICOS:</b></p> <p>Neurotóxicos y perturbadores endocrinos que bloquean la transmisión nerviosa en el área sináptica de insectos y otros animales. Su función es inhibir la enzima colinesterasa afectando la acetilcolina la cual transmite el impulso nervioso de una célula a un receptor específico tal como los músculos. Si la acetilcolina está inhibida el impulso nervioso queda discontinuado.</p>	<p>Afectan permeabilidad iónica (Na, K) de la membrana nerviosa. Fosforados y carbamatos inhiben la enzima colinesterasa</p>	<p>Causan hiperactividad y bloquean la fibra nerviosa.</p>	<p><b>Piretroides:</b> Relacionados con el piretro natural que proviene del crisantemo.</p> <p>Bifentrin es de larga persistencia, actúa por contacto e ingestión.</p> <p>Acrinatrina acaricida- insecticida del grupo nor-pirétrico (derivado del ácido pirétrico)</p>	<p>L-cihalotrina G-cihalotrina Cipermetrina ciflutrina Deltametrina Fenpropatrina Fenvalerato Esfenvalerato  Bifentrin  Acrinatrina</p>

**CLASIFICACION DE INSECTICIDAS Y ACARICIDAS  
SEGÚN MODO DE ACCION TÓXICA**

Modo de Acción		Efectos sobre Artrópodos	Grupos Químicos	Ejemplos insecticidas Ingrediente activo
Función toxicológica	Función bioquímica			
<p><b>AGENTES NEUROTÓXICOS:</b></p> <p>Neurotóxicos y perturbadores endocrinos que bloquean la transmisión nerviosa en el área sináptica de insectos y otros animales. Su función es inhibir la enzima colinesterasa afectando la acetilcolina la cual transmite el impulso nervioso de una célula a un receptor específico tal como los músculos. Si la acetilcolina está inhibida el impulso nervioso queda discontinuado.</p>	<p>Actúan en el área sináptica donde confluyen los axones nerviosos, discontinuando la acción de la acetil colina.</p>	<p>Inhibidores de la enzima acetilcolinesterasa <b>en el área sináptica.</b> causando parálisis y muerte. También afecta mamíferos por toxicidad aguda y crónica.</p>	<p><b>Fosforados:</b> Derivados del ácido fosfórico y/o tiofosfórico</p> <p>Profenofos (Selecron), grupo thiadiazoles, empleado para tratamientos de postcosecha contra escamas, chanchitos blancos, arañita)</p>	<p>Clorpirifos * Diazinon Fosmet Metidation *</p> <p>*En cancelación de uso</p> <p>Acefato Profenofos</p>
		<p>Antagonistas de receptores ionotrópicos</p>	<p>Antagonistas del ácido <b>Nicotínico en el área post-sináptica.</b> Acetamiprid, afecta insectos picadores –chupadores (ej. escamas y chanchitos blancos) y larvas de polillas de frutales.</p>	<p><b>Neonicotinoides:</b> (Cloronicotinilos)</p> <p>Imidacloprid actúa ingestión controla chanchitos blancos y otros hemípteros.</p>

**CLASIFICACION DE INSECTICIDAS Y ACARICIDAS  
SEGÚN MODO DE ACCION TÓXICA**

Modo de Acción		Efectos sobre Artrópodos	Grupos Químicos	Ejemplos insecticidas Ingrediente activo
Función toxicológica	Función bioquímica			
<b>AGENTES NEUROTÓXICOS:</b>	Inhiben moduladores de receptores ionotrópicos (ác. glutámico) neurotransmisores en el sistema GABA (ác.gamma amino butírico)	Activadores de los canales de cloro que actúan sobre el sistema muscular causando muerte por parálisis.	<b>Abamectinas/ Avermectinas:</b> <b>Acción contra larvas de polillas,minadores de hojas y arañas rojas.</b> <b>Acción translaminar se acelera con aplicación de coadyuvantes.</b> Benzoato de emamectina actúa contra lepidópteros por ingestión y contacto, con acción translaminar. <b>Sulfoxamida controla varios grupos de plagas</b>	Abamebtinas  Emamectinas (Benzoato de emamectina)  Sulfoxaflor
	SULFOXAMIDA			
	Moduladores de receptores ionotrópicos	Activadores de los canales de sodio de las células nerviosas.	<b>Espinosinas:</b> Actúan por contacto e ingestión sobre larvas de Lepidópteros	Espinosad  Espinoteram
CARBAMATOS Actúan en área sináptica inhibiendo la enzima acetil colinesterasa, causando principalmente toxicidad aguda. VARIOS PRODUCTOS EN PROCESO DE CANCELACION		<b>Carbamatos:</b> Productos derivados del ácido carbámico	Carbarilo* Metomilo* *En cancelación.	

**CLASIFICACION DE INSECTICIDAS Y ACARICIDAS  
SEGÚN MODO DE ACCION TÓXICA**

Modo de Acción		Efectos sobre Artrópodos	Grupos Químicos	Ejemplos insecticidas Ingrediente activo
Función toxicológica	Función bioquímica			
Bloqueo de los canales de sodio en la membrana nerviosa acción lo que provoca parálisis y muerte	Interrumpe el proceso de transmisión de impulso de las células nerviosas por disrupción de la respiración celular.	Actúa principalmente contra larvas de Lepidópteros y Coleópteros .	<b>Oxadiazinas:</b> Molécula lipofílica que disuelve las membranas lípidas del huevo causando la muerte de larvas neonatas.	Indoxacarb
	Inhibidores de la síntesis de lípidos en los receptores de rianodina	Control de larvas Lepidópteros por acción sobre los receptores de rianodina, lo que afecta al sistema muscular al causar hiperactividad y bloqueo nervioso: muerte por parálisis corporal.	<b>Antranilamida (diamida antranilica) :</b> Actúa por ingestión afectando al sistema muscular.	Clorantraniliprole
		Muerte por parálisis de larvas de polillas; liberación del Calcio en neuronas	<b>Diamida ( ácido Phtalico):</b> <b>Control de larvas de Lepidópteros</b>	Flubendiamida
		Inhibidores de la carboxilasa de la acetilcolina	<b>Derivados del ácido Tetrónico y Tetrámico.-:</b> <b>Espirotetramato:</b> sistémico de acción <b>ambimóvil</b> ( circula por floema y xilema). Espirodiclofen: <b>Acaricida</b> de larga persistencia residual.	Espirotetramato  Espirodiclofen

**Nota:** También existen formulaciones comerciales de mezclas de ingredientes activos de diferente origen químico. Ejs.: thiametoxam + clorantraniliprole; clorantraliniprole + lambda cihalotrina para control conjunto de escamas y polillas de frutales.



Modo de Acción		Efectos sobre Artrópodos	Grupos Químicos	Ejemplos de Ingredientes activos
Función toxicológica	Función bioquímica			
<b>II. REGULADORES DE CRECIMIENTO:</b> <b>Plaguicidas de actual uso:</b>  <b>Interfieren con el mecanismo hormonal que regula el crecimiento de los estados ninfales y larvarios de insectos.</b>  <b>Existen 3 grupos:</b> <b>1)Aceleradores de muda; 2) Análogos de la hormona juvenil y 3) Inhibidores de la síntesis de quitina</b>	Según el grupo químico: 1).antagonistas de receptores de hormonas de crecimiento; 2) juvenoides que mimetizan la hormona juvenil impidiendo la formación de adultos; 3) afectan la ecdisona en el proceso de muda no permitiendo formación del exo esqueleto	<b>Aceleradores de muda</b> ,. Uso ovicidas- larvicidas, al acelerare el proceso de muda, se producen efectos metabólicos,letales.	<b>Benzoil Hidracina:</b> <b>Controlan huevos y larvas de Lepidópteros.-</b> <b>Metoxifenozone : mayor efecto ovicida:</b> <b>Tebufenozide: mayor efecto larvicida.</b>	Metoxifenozone  Tebufenozide
		<b>Análogo de la hormona juvenil</b> afectando el balance hormonal y desarrollo del insecto.	<b>Piridina : piriproxifen control de estados juveniles de polillas , escamas, mosquitas blancas. Afecta la embriogénesis de las hembras . No recomendado para Pseudococcidos.</b> <b>Fenilmetilcarbamato (:fenoxicarb), ovicida contra Lepidópteros. Afecta la hormona juvenil</b>	Piriproxifen  Fenoxycarb
		<b>Inhibidores de la síntesis de quitina:</b> Interfieren con la formación de quitina en la cutícula del exoesqueleto de estados ninfales o larvarios.	<b>Benzoil ureas:</b> ovicidas o larvicidas de polillas (Ej. de <i>Lobesia</i> ).  Triflumuron: actúa por ingestión y por contacto.	Diflubenzuron Flufenoxuron Hexaflumuron Lufenuron Novaluron Teflubenzuron  Triflumuron
		Inhiben formación de quitina de los estados <b>ninfales de insectos Hemimetábolos (no controlan larvas de Holometábolos)</b> . La <b>cyromazina</b> inhibe muda de larvas de	<b>Thiadazina: Buprofezin usado solamente contra estados ninfales más juveniles . Ej. Pseudococcidos y mosquitas blancas. No controlan estados adultos ni preadultos.</b>	Buprofezin  Cyromazina

Modo de Acción		Efectos sobre Artrópodos	Grupos Químicos	Ejemplos de Ingredientes activos
Función toxicológica	Función bioquímica			
<b>III. DISRUPTORES DE LA RESPIRACIÓN CELULAR</b>	Inhibidores del transporte electrónico mitocondrial (METI)	Interrumpen el transporte de electrones en el complejo mitocondrial bloqueando la respiración celular	<b>Quinazolininas</b> <b>Acaricidas tradicionales (fenpiroximato), y nuevo grupo METI fenazaquin , acequinocil.</b> <b>Pyridaben : nuevo grupo de pyridazinonas.</b>	Acequinocil, Fenazaquin Fenpiroximato Pyridaben
<b>IV. INSECTICIDAS BIOLÓGICOS:</b>  Producen toxinas que causan lesiones en el tubo digestivo de estados larvarios.		<b>Disruptor esofágico:</b> Actúan por ingestión afectando el tubo digestivo de larvas de insectos. Efecto de protección no mayor a 1 semana.		<i>Bacillus thuringiensis</i> var. kurstaki
		Extracto vegetal que actúa como inhibidor de muda y antialimentario	<b>Azaridactina</b>	Neem- X