

5 Resultados del monitoreo de residuos de plaguicidas en frutas y hortalizas

El uso de plaguicidas es realizado bajo el concepto de considerarse como complemento necesario en las actividades agrícolas. Sin embargo, existe preocupación con relación a su uso, debido a la toxicidad de sus componentes que pueden tener efecto en la salud y los cultivos, lo que significa que representan riesgo para el trabajador agrícola, sus familias, las comunidades adyacentes a las áreas de siembra y los consumidores.

Su mal uso en los cultivos de frutas y hortalizas, puede generar un residuo en los frutos cosechados, e incluso desplazarse del lugar en que se aplicó y permanecer durante algún tiempo en cualquier parte del ambiente.

La evaluación de los riesgos que para el hombre se derivan de la presencia de cantidades ínfimas de un plaguicida en frutas u hortalizas o en cualquier tipo de alimento, ha llegado a ser una parte importante de la evaluación general riesgo-beneficio de su uso, y es fundamental en la toma de decisiones referente al control de plagas. La selección del producto a utilizar según su acción, dosis, frecuencia de aplicación y tiempo de carencia, son parámetros que al no ser considerados técnicamente, dejan residuos en planta y en el ambiente que al entrar en la cadena alimentaria se acumulan progresivamente y conducen a obtener niveles altos en los eslabones finales de la cadena. Estos niveles deben ser regulados y vigilados para que no sobrepasen los Límites Máximos de Residuos (LMR) permitidos.

La experiencia y la recopilación de investigaciones sobre plaguicidas en El Salvador, realizados a través de organismos como la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación y la Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS y FAO/OMS, 2001, 2008), como ejemplos, refieren al caso del desconocimiento por parte de los agricultores sobre el tiempo de levantamiento de cosecha o tiempo de carencia, como una de las principales causas de encontrar residuos de plaguicidas en hortalizas y frutas en niveles que no deberían existir, observándose casos de aplicaciones realizadas por la mañana y levantamiento de cosecha por la tarde. Otro ejemplo es el uso de plaguicidas como endosulfán (Mangandi K., Calderón G.R. 2005), prohibido en varios países y considerado por el Foro Internacional de Seguridad Química y el Grupo AD Hoc sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (PNUMA/IFCS/COPS, 2002) dentro de la lista de prohibiciones por sus efectos dañinos a la salud.

En este contexto y como parte de esta consultoría, se realizó un monitoreo en frutas y hortalizas para determinar la presencia de residuos de plaguicidas y metales pesados, que ayude a implementar un plan de monitoreo y vigilancia en el país. Este monitoreo se realizó en dos fases, la primera fue el establecimiento de la "Línea Base de residuos de plaguicidas", a partir de un muestreo en dos de las principales fronteras nacionales de ingreso de frutas y hortalizas (La

Hachadura y el Amatillo); y ocho zonas de producción donde se ubican las asociaciones de productores que fueron atendidas a través de la consultoría.

La segunda fase consistió en un muestreo de control, que serviría para comparar con los resultados de la línea base. Este muestreo fue planificado para los meses de agosto y septiembre 2011, extendiéndose hasta octubre debido a la irregularidad en el ingreso de los productos deseados en las fronteras.

Con los resultados de este trabajo se sientan las bases para considerar la necesidad del establecimiento de un plan de monitoreo y vigilancia, para garantizar al consumidor que no ingerirá productos con residuos de plaguicidas fuera de los límites máximos permitidos por los Códigos Internacionales.

5.1 Objetivo general

Determinar la presencia de residuos de plaguicidas y metales pesados en frutas y hortalizas, para establecer el manejo adecuado de los plaguicidas e implementar posteriormente un plan de monitoreo y vigilancia de Residuos.

5.2 Objetivos Específicos

1. Programar y realizar un muestreo de frutas y hortalizas en dos puntos fronterizos de entrada al país (La Hachadura y El Amatillo), y en las ocho zonas de producción donde se ubican las asociaciones de productores que son atendidas a través del Proyecto para determinar la presencia de residuos de plaguicidas y metales pesados en dichos productos.
2. Identificar y cuantificar la presencia de residuos de plaguicidas órgano-clorinados, órgano-fosforados, carbamatos y piretroides que pudieran estar presentes en frutas y hortalizas de los muestreos realizados.
3. Determinar la presencia de metales pesados (plomo, cadmio, arsénico) como posibles contaminantes de frutas y hortalizas provenientes de los lugares seleccionados.
4. Elaborar una propuesta de "Plan de Monitoreo de Residuos de Plaguicidas" y una propuesta de "Reglamento sobre Establecimiento y Cumplimiento de Límites Máximos de Residuos de Plaguicidas".

5.3 Situación actual del monitoreo de residuos

La inocuidad y la calidad de las frutas y hortalizas, son elementos básicos dentro de la seguridad alimentaria, la salud pública y el desarrollo económico, para ello el sistema de vigilancia y control debe ser una herramienta para proteger la salud y seguridad de los consumidores, garantizar la inocuidad y calidad de los productos, incluyendo no solamente los de exportación, sino también los importados y los que se producen nacionalmente de tal manera que cumplan con los requisitos legales.

Es de especial interés considerar la forma en que se producen, elaboran y comercializan los vegetales, por lo que las autoridades a cargo tienen que tener una mayor responsabilidad en la *vigilancia de sus estándares de inocuidad como una mejor protección al consumidor.*

La vigilancia del control e inocuidad de frutas y hortalizas, muchas veces se ve obstaculizada por la fragmentación de la legislación, las responsabilidades institucionales, la infraestructura y los mecanismos de aplicación que actúan como obstáculo al seguimiento y cumplimiento de la vigilancia y control, por esta razón se requiere de una norma o reglamento sobre el establecimiento y cumplimiento de LMR.

Por otra parte, la vigilancia y control de frutas y hortalizas ha estado limitado al aspecto fitosanitario en cuanto diagnóstico de plagas y enfermedades y análisis de residuos de plaguicidas y otros contaminantes químicos cuando han sido solicitados para productos de exportación, la implementación de un sistema nacional de vigilancia y control relacionada con el tema es de vital importancia implementarlo que es lo que se pretende al sentar las bases con el desarrollo de este proyecto.

5.3.1 Investigaciones relacionadas con residuos de plaguicidas en vegetales

Si bien se han realizado algunos estudios que han puesto de manifiesto la presencia de residuos de plaguicidas en frutas y hortalizas, estos han sido a nivel de investigaciones que fueron realizadas en el CENTA, trabajos de graduación o cuando se ha tomado como un requisito de exportación, generalmente, estos datos no han sido publicados.

Sin embargo, la investigación de residuos de plaguicidas en El Salvador data de los años 1980 a 1999. Durante estos años, se realizaron análisis a través de toda la cadena alimentaria desde suelo, agua, vegetales, hasta el organismo humano incluyendo determinación de residuos de plaguicidas en sangre, tejido adiposo y leche materna. En su mayoría fueron financiados por el Proyecto Medio Ambiente y Salud en el Istmo Centroamericano: Plaguicidas y Salud (OPS/OMS/MASICA/PLAGSALUD).

Los plaguicidas que se encontraron en los diversos trabajos con mayor frecuencia se exponen en el siguiente cuadro.

Cuadro 14. Resumen de residuos de plaguicidas encontrados en hortalizas

Organoclorinados	Organofosforados	Carbamatos	Otros
DDT y metabolitos en especial DDE Aldrín Dieldrín Heptacloro Epóxido Beta Endosulfán	Dipterex Diazinon Metamidofos Folidol Volaton	Metomil	Deltametrina Paraquat

Algunos de estos plaguicidas, sobrepasaron los LMR, lo que provocó el rechazo de embarques hacia EEUU.

En la base de datos USA/FDA: Operational and Administrative System for Import Support (OASIS) y más específica: U.S. Food and Drug Administration Import Refusal Reports for OASIS: http://www.fda.gov/ora/oasis/ora_oasis_ref.html se encuentran productos salvadoreños que en años anteriores han sido rechazados por la presencia de residuos de plaguicidas prohibidos, en especial en los denominados Nostálgicos o Productos no Tradicionales de Exportación. Esto se considera como un antecedente y más bien como una justificación para realizar un primer estudio a nivel exploratorio que de lineamientos para poder elaborar un Plan de Monitoreo y Vigilancia de Residuos de Plaguicidas.

5.4 Metodología de monitoreo

5.4.1 Procedencia de las muestras y productos muestreados

Los lugares de toma de las muestras fueron previamente definidos en los Términos de Referencia de la consultoría, en la cual se incluyeron dos fronteras por donde ingresan frutas y hortalizas al país, además de las zonas de producción donde se ubican las asociaciones de productores que son atendidas a través de la consultoría.

Los lugares de muestreos en la primera fase fueron:

- Fronteras La Hachadura y El Amatillo.
- Distritos de riego de Lempa Acahuapa, Atiocoyo Sur y Atiocoyo Norte.
- Asociaciones de Regantes de Las Monjas y Las Tablas en Sonsonate, San Lorenzo, Ahuachapán, cantones El Centro y Las Pilas, del municipio de San Ignacio, Chalatenango.

Cuadro 15. Procedencia de las muestras y productos muestreados para determinar Residuos de plaguicidas y metales pesados. Primera Fase

Nº	Procedencia de las muestras	Productos muestreados
1	La Hachadura	Plátano Cebolla Roja Papa Soloma Tomate de cocina Var. XP Chile pimiento
2	El Amatillo	Tomate de cocina Chile fresco
3	ARLA	Papaya fresca Fruto de maracuyá Plátano verde
4	ARAS	Loroco fresco
5	ARAN	Papaya fresca Guayaba fresca Pipián

N°	Procedencia de las muestras	Productos muestreados
		Pepino fresco
6	ARESAL	Pepino fresco Loroco fresco Tomate fresco
7	LAS PILAS	Papa fresca Repollo fresco
8	LAS TABLAS	Pepino fresco
9	LAS MONJAS	Repollo fresco Tomate fresco
10	EL CENTRO	Papa Repollo

En la segunda fase del proyecto se hicieron modificaciones tanto en los lugares originales de muestreo como en los productos a muestrear, debido a pérdidas de cultivos por lluvias y cambio de personas atendidas. En el siguiente cuadro se detalla los lugares del segundo muestreo.

Cuadro 16. Procedencia de las muestras y productos muestreados para determinar Residuos de plaguicidas y metales pesados.

N°	Procedencia de las muestras	Productos muestreados
1	Frontera: La Hachadura	Coliflor Zanahoria
2	Frontera: El Amatillo	Naranja Tomate de cocina Banano Pepino Chile dulce
3	ARLA	Fruto de maracuyá Fruto de plátano
4	ARAS	Loroco fresco
5	ARAN	Papaya fresca
6	ADIZAL	Chile verde Tomate fresco
7	ARESAL	Loroco Pepino
8	AREZ	Pepino fresco
9	LAS MONJAS	Tomate fresco
10	ACAMSERTA	Tomate Chile dulce

5.4.2 Instrumentos y materiales utilizados en la toma de muestras

Los materiales y equipo utilizado para la toma de muestra fueron:

- Bascula
- Bolsas para recolección de muestras
- Guantes
- Tijera de podar
- Marcadores
- Cinta
- Etiquetas
- Hieleras de durapax
- Refrigerante como conservador de muestras a baja temperatura.

5.4.3 Muestreo y tamaño de muestra

Para el muestreo y toma de muestra se aplicó la metodología presentada en el curso de capacitación dirigido a técnicos de la Dirección General de Sanidad Vegetal, basada en la "Propuesta de normativa para toma de muestras para análisis de residuos de plaguicidas en los cultivos vegetales", elaborada por dicha Dirección y que tiene como principio las recomendaciones del Comité del Codex Alimentarius sobre residuos de plaguicidas.

En términos generales los requisitos para la representatividad de la muestra se basaron en:

1. Definir el número total de unidades o cantidad de material que conformó la muestra considerada como representativa de la población o universo (parcelas o furgón)
2. La muestra o muestras se seleccionaron en forma tal que, que todas las partes de la parcela, o las cajas contenidas en el furgón o camión, tuvieran igual oportunidad de estar presentes. Esto se logró haciendo una selección al azar.
3. Se tomó más de una muestra en cada parcela o furgón en investigación o estudio seleccionándose una cantidad de muestra suficiente para conseguir un nivel de representatividad adecuada.

Para la toma de muestras en frontera fue aplicado el método aleatorio, para darle a cada uno de los productos que integran la población una probabilidad conocida de ser incluida en la muestra. Las muestras se tomaron de diferentes unidades (cajas, sacos, etc.), ubicadas en varios puntos del furgón o camión. En el caso de los productos transportados a granel, la muestra se colectó en cantidades de acuerdo a lo especificado en la Tabla de tamaño y/o peso de la muestra a tomar por producto, según establecida en el procedimiento de toma de muestra. Las muestras debidamente identificadas, fueron colocadas en hieleras para ser transportadas al laboratorio, donde fueron refrigeradas hasta su análisis.

- Plomo
- Cadmio
- Arsénico

Métodos Analíticos Utilizados:

- Official Method of Analysis of AOAC International. 18ª Ed. 2005.
- Absorción Atómica. Horno de Grafito.

5.5 Resultado del muestreo de residuos

5.5.1 Residuos de Plaguicidas

Para mejor interpretación de los resultados, hay que partir de las siguientes definiciones:

Residuo de Plaguicida, entendiéndose como tal “toda sustancia o sustancias que se encuentren en los alimentos para consumo humano o de animales, como consecuencia del empleo de un plaguicida. Abarca así mismo, derivados especificados como por ejemplo, los productos de degradación y transformación, los metabolitos y los productos de sus reacciones que se consideren de importancia toxicológica”.

Límite Máximo para Residuos de Plaguicidas (LMR): “Es la concentración máxima de residuos de un plaguicida (expresado en mg/kg), para que se permita legalmente su uso en la superficie o la parte interna de productos alimenticios para consumo humano y de piensos. Los LMR se basan en datos de BPA Y tienen como objeto lograr que los alimentos derivados de productos básicos que se ajustan a los respectivos LMR sean toxicológicamente aceptables”.

Límite de Determinación: “Se entiende la concentración más baja de un residuo de plaguicidas o contaminante que puede identificarse y medirse cuantitativamente en un determinado alimento producto agrícola o alimento para animales, con un grado aceptable de certeza mediante un método de análisis regulatorio”.

En la interpretación de resultados, cuando han sido utilizados métodos espectrofotométricos, cromatográficos o se han aplicado técnicas de alto poder resolutivo, caso de la determinación de residuos de plaguicidas u otros contaminantes como metales pesados, los datos se expresan en cantidades que van desde miligramos por kilogramo de peso corporal (mg/kg = partes por millón), hasta cantidades de partes por billón o por trillón o incluso menores, difícilmente cuantificables pero que son mayores que el límite de detección del método utilizado pero menores del límite de cuantificación o determinación, a esto es a lo que se le denomina TRAZA, que significa huella o vestigio. No puede expresarse como residuos no encontrados (0.00) porque existen cambios en la tecnología y pueden desarrollarse metodologías más avanzadas que puedan llegar a cuantificarlos, causa por la cual se expresa como “Residuos no detectados”.

En el primer muestreo de línea base, los resultados obtenidos del análisis para determinar la presencia de residuo de plaguicidas organoclorinados, organofosforados, carbamatos y piretroides en frutas y hortalizas, provenientes de las ocho zonas determinadas en el proyecto, se detectaron residuos de estos plaguicidas en tres muestras. Los productos a los que se les detectó la presencia de residuos de plaguicidas fueron repollo, pepino y papaya, sus resultados se expresan en el cuadro 19.

En el segundo muestreo, sin excepción, en todas las muestras analizadas no fueron detectados ningún residuo de plaguicida de los investigados.

Cuadro 19. Resultado de muestras de hortalizas y frutales contaminadas con residuos de plaguicidas colectadas a nivel de campo.

Producto / procedencia	Plaguicida detectado	Cantidad encontrada (mg/kg)	LMR Codex Alimentario /EPA (mg/kg)
Repollo/ Las Pilas	Endosulfán sulfato	0.0044	2 (EPA)
Pepino y Papaya / ARAN	Clorpirifos	0.029	0.05 (EPA)
	Endosulfán sulfato	0.0127	0.5 (CODEX)

Es de hacer notar que según estos datos, las cantidades de plaguicidas organoclorinados, organofosforados, carbamatos y piretroides investigados, están por debajo de los LMR, por lo que no representan un problema en los lugares muestreados. Sin embargo, no debe menospreciarse la detección de endosulfán, clorpirifos y ciflutrina. Si bien, las cantidades encontradas no representan riesgo, es una alerta que debe considerarse en relación a su uso y manejo, aunque sólo presentan trazas de alguno de sus metabolitos. En el caso de endosulfán y clorpirifos, a nivel internacional están de uso restringido o prohibidos por sus graves efectos en la salud manifestados a largo plazo (Se anexa información).

Los factores que podrían relacionarse con el hecho de no encontrar residuos de plaguicidas, pueden atribuirse a su localización geográfica, principalmente aquellos donde las temperaturas tienden a ser mayores a los 30°C, temperaturas que ayudan a la degradación de los plaguicidas, sobre todo si estos no son estables a condiciones de luz y temperatura, caso de compuestos organofosforados, carbamatos y piretroides.

Al hablar de residuos de plaguicidas, debe considerarse los mecanismos involucrados que determinan su presencia que pueden ser biológicos como las características estructurales y químicas, anatomía de las hojas, tallo y raíz, cambios en su madurez y físicas, como el metabolismo interno, fotólisis de la radiación solar, volatilización, influenciados por lo que sería una acción climática, así como la última aplicación en relación a la toma de muestra, factor que

Los metales pesados, no son eliminados de los ecosistemas por procesos de transformación biológica o química y por lo tanto permanecen en el suelo, posibilitando su entrada y acumulación en la red alimentaria. Su biodisponibilidad en el suelo se define como la presencia en forma de especies iónicas libres que pueden ser absorbidas por las raíces de las plantas, y que una vez en las raíces, puede afectar de alguna manera el ciclo de vida de las mismas. La capacidad de absorción de las plantas depende de las características intrínsecas de la misma y de la proporción de metal que se encuentre en forma disponible.

5.6 Conclusiones sobre el monitoreo de residuos

- Comparando los resultados obtenidos de las muestras con los parámetros de LMR del Codex Alimentario y la EPA, todos se encuentran dentro de los límites establecidos, sin embargo, se siguen utilizando plaguicidas organoclorinados (endosulfán) prohibidos para alimentos de consumo fresco como hortalizas.
- Chile, repollo, pepino y papaya presentaron niveles cuantificables de plaguicidas. Endosulfán sulfato en repollo; endosulfán con sus dos metabolitos beta y sulfato) en Chile; clorpirifos en pepino; y ciflutrina en Chile.
- Entre las muestras provenientes de frontera y las tomadas a nivel campo, su diferencia radica en el tipo de plaguicida encontrado, caso de ciflutrin en muestra de Chile procedente de la frontera El Amatillo, siendo de preocupación la presencia de metabolitos de endosulfán (beta y sulfato) en el Chile muestreado en La Hachadura, plaguicida cuyo uso está siendo prohibido a nivel internacional por sus efectos agudos sobre el sistema nervioso central humano y crónicos (puede afectar riñones, hígado, paratiroides y la química sanguínea).
- Aunque la contaminación producida por los plaguicidas investigados no fue perceptible en la mayoría de las muestras, la presencia en cantidades trazas aunque sea en una muestra, debe considerarse como señal de alerta y no pasar desapercibida.
- La contaminación por metales pesados es debida a contaminación ambiental, por encontrarse en el suelo, o provenir del agua de riego, ya que no se utilizan plaguicidas que contengan arsénico. La presencia de cadmio puede encontrarse como elemento contaminante de formulaciones de fertilizantes a base de superfosfatos o cúpricos que tienen como contaminante la presencia de plomo.
- La tormenta tropical 12E ocurrida durante el segundo de los muestreos, pudo haber influido en el no haber detectado ningún tipo de residuo de plaguicida de los investigados, por efecto de dilución.
- Las normas en relación a metales pesados utilizadas, no son específicas para las hortalizas y frutos investigados por lo cual se relacionaron con parámetros generales sugeridos por reglamentos internacionales, caso de Panamá, encontrándose en todas las muestras niveles inferiores a los límites tanto de detección como de los sugeridos.
- La no presencia de niveles altos de residuos de plaguicidas también se debe a que los productores aplican BPA en el manejo de sus cultivos.

5.7 Recomendaciones sobre el monitoreo de residuos

- Concertar entre las entidades competentes, para brindar apoyo y asistencia técnica a los pequeños agricultores, basada en su realidad socioeconómica y las posibilidades de buscar alternativas para evitar o disminuir la contaminación de sus cultivos y por ende evitar la presencia de residuos de plaguicidas
- Implementar un programa de manejo integrado de plagas como estrategia básica para realizar controles sanitarios y fitosanitarios desde el campo y mantener estándares de calidad en la producción que tenga como finalidad garantizar la inocuidad de las frutas y hortalizas que se consumen
- El agricultor como aplicador de plaguicidas está expuesto diariamente a plaguicidas de alta o baja peligrosidad por lo tanto debe considerarse y dar a conocer el efecto sobre ellos y tener en cuenta los efectos colaterales a su salud, al ambiente y económicos derivados del manejo inadecuado
- Los programas de capacitación deben incluir contenidos no solamente sobre uso y manejo eficiente de plaguicidas sino también conocimiento de productos prohibidos o restringidos, medidas de prevención, interpretación del etiquetado, tiempo de levantamiento de cosecha, selección de productos según peligrosidad entre otros
- Promoción de técnicas de control enfatizando en la prevención, tales como planes de diagnóstico de plagas, implementación de programas no necesariamente relacionadas con el control químico (control cultural, agricultura orgánica)
- Desarrollo y definición de programas de monitoreo y control de plagas de manera sistemática y metódica, diseñados por entidades y técnicos competentes que incluyan cronogramas de actividades y definan las responsabilidades y funciones respectivas
- Los datos generados pueden ser el punto de partida para la planificación y elaboración de un sistema de vigilancia en frutas y hortalizas que involucre en primer instancia su gestión, un análisis de la legislación relacionada con aspectos fitosanitarios (incluye la normativa de muestreo, establecimiento de LMR); fortalecimiento del sistema de inspección y de laboratorios e incorporación de la información dentro del sistema SISA para contar con una base de datos sobre aspectos de inocuidad.
- Aspecto que debe tomarse en cuenta para planificar el monitoreo es la programación de los muestreos para los cuales deben considerarse las variables estacionarias climatológicas, o diseñar muestreos comparativos debidamente controlados en época seca y en época lluviosa.
- Se recomienda continuar promoviendo el uso de Buenas Prácticas Agrícolas, ya que estas contribuyen a producir hortalizas y frutas libres de residuos de plaguicidas.

6 Referencias bibliográficas

EPA/FDA Límites Máximos de Residuos de Plaguicidas y contaminantes ambientales

FAO (1985) Guía de recomendaciones del CODEX sobre residuos d plaguicidas, Programa conjunto FAO/OMS SOBRE Normas Alimentarias. Comisión del Codex Alimentarius. CAC/PR 9.1985. FAO, Roma

FAO/OMS Guía de límites Máximos del Codex para Residuos de plaguicidas vol 2B

Gomero Osorio, Rosenthal Erika (1997) Plaguicidas en América Latina-ED. Grafica STTEFANY S. R. Lda. Jr Callao 645-Lima, Perú

Mangandi K., Calderón G.R. (2008) Determinación de las etapas del ciclo de vida del manejo del endosulfán, plaguicida sujeto a restricciones de uso en agricultura. Trabajo presentado en Reunión Internacional CIPAC/ IUPAC- FAO/ OIRSA. EL Salvador. C.A

OPS/OMS (2001) Recopilación de las investigaciones de plaguicidas realizadas en El Salvador. Proyecto; Aspectos ocupacionales y ambientales de la exposición a los plaguicidas en el Itsmo Centroamericano (PLAGSALUD). Publicación Técnica. San Salvador

OPS/OMS (2003) plaguicidas y Salud en El Salvador. Aproximación a la problemática. Ed. Jorge J. Jenkins MolierI. OPS/OMS. Publicación Técnica San Salvador El Salvador

PNUMA/UNEP (2002) Evaluación regional sobre sustancias toxicas persistentes. América Central y El Caribe. Informe Regional-UNEP. PRODUCTOS QUÍMICOS. Suiza.

República de Panamá. Ministerio de Salud. Decreto Ejecutivo 467. Reglamento sanitario que establece los límites máximos de residuos de plaguicidas y otros contaminantes en frutas y vegetales de consumo nacional y de exportación.

Sharma, P, Dubey. R.S. (2006). Lead toxicity in plants. Brazilian Journal of Plant Physiology 1735-52

http://www.fda.gov/ora/oasis/ora_oasis:ref.html

<http://www.codexalimentarius.net/pestres/data/pesticides/index.html#M>

<http://www.access.gpo.gov/nara/efe/waisidex.05/40cfr180.05html>

7 Anexos

7.1 Anexo 1. Modelo de carta compromiso de participación como productor beneficiario.

CARTA COMPROMISO

Entre

La Escuela Agrícola Panamericana "Zamorano", ejecutora de la consultoría "Capacitación y Asistencia Técnica a Productores y Productoras para el Establecimiento de Parcelas Demostrativas, Implementación de Buenas Prácticas Agrícolas y Rastreabilidad en la Producción de Frutas y Hortalizas, incluyendo la toma de muestras para el Monitoreo de Residuos", en adelante Zamorano

Y

La Asociación Regantes El Zapote - AREZ, en adelante La Asociación

Presentes el Ingeniero Orlando Cáceres Coordinador Nacional de Proyectos del Zamorano para El Salvador y Jesús Retana Presidente de La **Asociación Regantes El Zapote**

CONVIENEN:

Celebrar la presente carta compromiso en el marco de ejecución de la consultoría, para el desarrollo de acciones coordinadas de apoyo técnico y metodológico en la aplicación de Buenas Prácticas Agrícolas en la producción de frutas y hortalizas e implementación de parcelas demostrativas; Capacitación y asistencia técnica a productores y productoras de la Asociación, para la implementación de sistemas de rastreabilidad interna en la producción de frutas y hortalizas; así como la participación en un plan de monitoreo y vigilancia de residuos.

APORTES Y COMPROMISOS DE ZAMORANO:

- Facilitar un proceso de fortalecimiento a productores y productoras de la Asociación involucrados en el presente compromiso, en la implementación de Buenas Prácticas Agrícolas y sistemas de rastreabilidad interna en la producción de frutas y hortalizas.
- Realizar visitas técnicas a las parcelas demostrativas establecidas en el marco de ejecución de la consultoría, para brindar asesoría técnica y seguimiento a las actividades planificadas.
- Capacitar y brindar asistencia técnica a productores y productoras en la implementación de Buenas Prácticas Agrícolas y sistemas de rastreabilidad interna en la producción de frutas y hortalizas, proveyendo además información y material de apoyo actualizado, cuando haya disponibilidad.

- Cuando hubiese disponibilidad de Apoyo en Especies para los productores y productoras que establezcan parcelas demostrativas, estos serán canalizados para el eficiente desarrollo de las mismas y sus actividades relacionadas a la implementación de Buenas Prácticas Agrícolas.

APORTES Y COMPROMISOS DE LA ASOCIACIÓN:

- Facilitar los espacios de coordinación para que los consultores de Zamorano desarrollen sus actividades de apoyo de manera efectiva.
- Apoyar y brindar los espacios para que los consultores de Zamorano puedan recabar la información necesaria de interés para la consultoría y que esté relacionada a las actividades desarrolladas de manera conjunta.
- Proveer y facilitar el acceso a Zamorano a la información generada en las actividades desarrolladas de manera conjunta.
- La asociación se compromete a velar por la ejecución de las recomendaciones que Zamorano a través de sus consultores dejen por escrito y que estén directamente vinculadas con el cumplimiento de los objetivos de la consultoría.

DURACION Y SUSCRIPCION DE LA CARTA COMPROMISO.

Esta Carta Compromiso rige las relaciones entre ZAMORANO y la **Asociación Regantes El Zapote**, y en reconocimiento de las obligaciones de ambas partes firman en dos originales al mismo tenor que tendrán validez a partir de la fecha de suscripción.

La vigencia de ésta carta compromiso será de acuerdo al período que dure la ejecución de la consultoría.

Las relaciones acordadas en la presente Carta Compromiso, podrán ser modificadas por cualquiera de las partes, mediante un aviso previo por escrito de por lo menos 30 días.

Estando las partes de acuerdo a lo pactado ***firmamos y damos fe***, en Cantón El Zapote, Municipio de Caluco, departamento de Sonsonate.

Por AREZ

Por ZAMORANO

Sr. Jesús Retana

Ing. Orlando Cáceres

7.2 Anexo 2. Infraestructuras BPA establecidas en las parcelas demostrativas.

Tipo de infraestructura BPA	Situación encontrada	Infraestructura mejorada
<p>Cercado de parcela: En muchas de las parcelas demostrativas fue necesario adecuar este tipo de infraestructura para poder mejorar las condiciones de seguridad y evitar la entrada de animales al cultivo, así como de personas ajenas y tener así un mayor control de lo que entra a la parcela y al cultivo.</p>		
<p>Bodega de Agroquímicos: La mayoría de los productores beneficiarios no tenían un lugar adecuado para almacenar los agroquímicos, muchos los almacenaban en la cocina o en lugares no apropiados por lo que se construyó un área destinada únicamente para el almacenamiento de fertilizantes y agroquímicos, es un espacio de 2 x 2 Mts² con piso de cemento, paredes de lámina debidamente techada, rotulada y con llave</p>		 
<p>Área de mezcla de agroquímicos: Se adecuó un área de 1 m², dentro de la parcela en la cual se construyó un filtro de 1 m de profundidad con arena y grava, los cuales ayudan a filtrar cualquier derrame de químicos que se dé al momento de preparar las mezclas</p>		

CROQUIS DE PARCELA	
Hacer un croquis de la parcela detallando la distribución por lotes de producción.	

INFORMACIÓN GENERAL DEL PRODUCTOR Y LA FINCA	
Nombre del productor:	Teléfono:
Código del productor:	
Nombre de la Asociación:	
Ubicación de la finca:	
Área de producción hortofrutícola (Mz):	
Coordenadas de ubicación:	
Área total de la finca (Mz):	
Principales cultivos que produce:	

1 - REGISTRO DE RECEPCIÓN DE INSUMOS

Nombre de la finca /Agricultor:								Responsable del registro:	
Ubicación:									
No.	Producto	Cantidad	Marca	Fecha de ingreso a la bodega	Fecha de caducidad	Persona responsable del Recibo	Comentarios		
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									

1. Registro de Recepción de Insumos

El registro de recepción e insumos tiene como finalidad documentar detalladamente todos los insumos que ingresan a la bodega de la parcela. Debe llenarse al momento que se adquieren los insumos y se almacenan. Este registro debe mantenerse en un lugar seguro y limpio.

Instrucciones de llenado del Registro:

- 1 Nombre de la finca / Agricultor: Debe anotarse el nombre de la finca o el nombre completo del agricultor.
- 2 Ubicación: lugar donde se encuentra la finca o parcela donde esta ubicada la bodega.
- 3 Responsable del Registro: nombre de la persona en cargada de hacer los apuntes en el registro.
- 4 Producto: nombre del producto que se recibe como plaguicidas, fertilizante, semillas, etc.
- 5 Cantidad: cantidad total del producto que se recibe, ya sean litros, libras, etc.
- 6 Marca: Debe registrarse la marca, nombre del fabricante, casa distribuidora o del productor que provee el insumo
- 7 Fecha de Ingreso a la bodega: Fecha en la que se adquirió el producto y entró a la finca.
- 8 Fecha de caducidad: Debe anotarse la fecha de vencimiento detallada en el envase.
- 9 Persona responsable del recibo: Nombre de la persona a la que se le entregó el producto
- 10 Comentarios: Son aquellas observaciones relacionadas con el recibo de los productos.

4. Registro de Aplicación de Agroquímicos y Fertilizantes

Este registro sirve para dejar evidencia de todas las aplicaciones de productos fitosanitarios realizadas al cultivo en un lote o parcela determinada., debe llenarse al momento de la aplicación y conservarse en un lugar seguro y limpio.

Instrucciones de llenado del Registro:

- 1 Nombre de la finca / Agricultor: Debe anotarse el nombre de la finca o el nombre completo del agricultor.
- 2 Ubicación: lugar donde se encuentra la finca o parcela donde esta ubicada la bodega.
- 3 Responsable del Registro: nombre de la persona encargada de hacer los apuntes en el registro.
- 4 Fecha: Se anota el día mes y año en el que se realizó la aplicación.
- 5 Justificación de la aplicación: Detallar si la aplicación se hace de manera preventiva o para control, indicar el nombre común de las plagas, enfermedades o malezas controladas.
- 6 Ingrediente Activo: Nombre del compuesto activo del producto que se aplicó. Se encuentra escrito en la etiqueta, en letras pequeñas debajo del nombre comercial.
- 7 Nombre Comercial: Nombre que aparece en el envase del producto que se aplicó.
- 8 Dosis Aplicada: Es la cantidad del producto que se aplicó en la mezcla, ya sea en centímetros cúbicos, gramos, etc. o por volumen de agua en litros, galones, etc.
- 9 Método de aplicación: Describir el método de aplicación del plaguicida ya sea nebulización, asperjado, fumigación, etc.
- 10 Número del equipo: Se detalla el número del equipo que se asignó para la aplicación.
- 11 Responsable de la aplicación: Nombre de la persona o personas que realizan la mezcla y aplica el producto.
- 12 DAC: Plazo de seguridad del producto que se indica en la etiqueta del plaguicida en días entre la última aplicación y la cosecha

4 - REGISTRO DE APLICACIONES DE AGROQUÍMICOS Y FERTILIZANTES

Nombre de la finca /Agricultor:									
Ubicación:					Responsable del registro:				

No.	Fecha	Justificación de la aplicación	Insumos Utilizados			Equipo de aplicación		Responsable de la aplicación	Días a cosecha (DAC)
			Ingrediente Activo	Nombre Comercial	Dosis aplicada	Equipo utilizado	Método de aplicación		
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

5. Registro de cosecha

Este registro sirve para documentar los detalles de la cosecha y a quien le fue entregado el producto, debe llenarse al momento de la cosecha y entrega del producto y conservarse en un lugar seguro y limpio.

Instrucciones de llenado del Registro:

- 1 Nombre de la finca / Agricultor: Debe anotarse el nombre de la finca o el nombre completo del agricultor.
- 2 Ubicación: lugar donde se encuentra la finca o parcela donde esta ubicada la bodega.
- 3 Responsable del Registro: nombre de la persona encargada de hacer los apuntes en el registro.
- 4 Fecha: Se anota el día mes y año en el que se realizó la cosecha.
- 5 Lote: Se anota el número o el nombre de referencia del lote donde se hizo la cosecha.
- 6 Producto: Se anota el nombre del cultivo que se cosechó.
- 7 Variedad: Identificación de la variedad que se sembró en la parcela.
- 8 Entregado por: Nombre de la persona encargada de entregar el producto al cliente.
- 9 Cliente o receptor: Debe detallar el nombre del cliente o la persona que recibe el producto.
- 10 Comentarios: Son aquellas observaciones relacionadas con el recibo de los productos.

5 - REGISTRO DE ENTREGA DE COSECHA							
Nombre de la finca /Agricultor:							
Ubicación:				Responsable del registro:			
No.	Fecha de cosecha	Lote	Producto	Variedad	Entregado por	Cliente o Receptor	Comentarios
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							

6. Registro de contacto de clientes

El registro de contacto de clientes tiene como finalidad documentar detalladamente toda la información de contacto de los clientes. Debe llenarse al momento que se adquieren un cliente nuevo.

Instrucciones de llenado del Registro:

- 1 Nombre de la finca / Agricultor: Debe anotarse el nombre de la finca o el nombre completo del agricultor.
- 2 Ubicación: lugar donde se encuentra la finca o parcela.
- 3 Responsable del Registro: nombre de la persona encargada de hacer los apuntes en el registro.
- 4 Cliente: nombre del cliente que compra los productos.
- 5 Productos que compra: Detallar los productos que el cliente demanda.
- 6 Contacto: Nombre del cliente o de la persona con la que se realizan las negociaciones.
- 7 Teléfono: Número de teléfono del cliente.
- 8 Dirección: Ubicación del cliente.
- 9 Correo Electrónico: Dirección de correo electrónico al que también puede ponerse en contacto con el cliente.
- 10 Comentarios: Son aquellas observaciones relacionadas con el cliente.

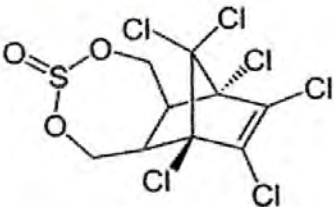
6 - REGISTRO DE CONTACTOS DE CLIENTES

Nombre de la finca /Agricultor:							
Ubicación:				Responsable del registro:			

No.	Cliente	Productos que compra	Contacto	Teléfono	Dirección	correo electrónico	Comentarios
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							

7.4 Anexo 4. Descripción de plaguicidas encontrados en el monitoreo de residuos

7.4.1 Endosulfán

Endosulfán	
	
Nombre (IUPAC) sistemático	
6,7,8,9,10,10-hexacloro-1,5,5a,6,9,9a-hexahidro-6,9-metano-2,4,3-benzodioxatiepina-3-óxido	
General	
Otros nombres	Benzoepin, Endocel, Parrysulfan, Phaser, Thiodan, Thionex
Fórmula semidesarrollada	C ₉ H ₆ Cl ₆ O ₃ S
Fórmula molecular	n/d
Identificadores	
Número CAS	115-29-7
Propiedades físicas	
Densidad	1.745 $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$; 0,001745 $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$
Masa molar	406.95 $\frac{\text{g}}{\text{mol}}$
Punto de ebullición	de 344-373 K (-302,15 °C)
Propiedades químicas	

Solubilidad en 0.33
agua

Riesgos

T, Xi, N

Valores en el SI y en condiciones normales
(0 °C y 1 atm), salvo que se indique lo
contrario.

Exenciones y referencias

El **endosulfán** es un insecticida y acaricida organoclorado. Es un disruptor endocrino y es altamente tóxico en forma aguda. Ha sido prohibido en más de 50 países, que incluyen la Unión Europea y varias naciones de Asia y África occidental,¹ aún se usa extensamente en muchos otros países como India, Brasil, y Australia. Es producido por Bayer CropScience, Makhteshim Agan, y por Hindustan Insecticides Limited de propiedad del gobierno de la India, entre otros, y vendido bajo los nombres comerciales de **Thionex**, **Endocil**, **Phaser**, y **Benzoepin**. A causa de su alta toxicidad y su alto potencial de bioacumulación y contaminación ambiental, una prohibición global sobre el uso y fabricación de endosulfán está siendo considerada bajo el Convenio de Estocolmo.² En Agosto del 2009, Bayer CropScience, la rama agroquímica de Bayer, informó que planifica terminar las ventas de endosulfán para fines de 2010 en todos los países donde todavía la misma se encuentra legalmente disponible

Efectos sobre la salud

El endosulfán es uno de los pesticidas más tóxicos en el mercado en la actualidad, responsable de muchos incidentes fatales por pesticidas en todo el mundo.²³ El endosulfán es también una sustancia sintética xenoestrogénica que imita —o aumenta los efectos de los estrógenos— y puede actuar como un disruptor endocrino, causando daños reproductivos y en el desarrollo en animales y humanos. Si el endosulfán puede producir cáncer está en debate aún.

Toxicidad

El endosulfán es un neurotóxico agudo para insectos y mamíferos, incluyendo a los humanos. La clasificación de la EPA es de Categoría I: "Alta toxicidad aguda" basada en un valor de DL₅₀ media de 30 mg/kg para ratas hembras,⁸ Mientras que la Organización Mundial de la Salud lo clasifica como Clase II "Moderadamente riesgoso" basado en un valor de DL₅₀ de 80 mg/kg de ratas.²⁴ Es un antagonista de los receptores GABA abiertos por canales de cloro, y un inhibidor de Ca²⁺, Mg²⁺ ATPasa. Ambas enzimas están involucradas en la transferencia de impulsos nerviosos. Síntomas de envenenamiento agudo incluyen hiperactividad, temblores, convulsiones, falta de coordinación, dificultad respiratoria, náusea y vómito, diarrea, y en casos severos, inconsciencia.³ Hay

documentación de que dosis tan bajas como 35 mg/kg causan la muerte en humanos,²⁵ y muchos casos de envenenamiento subletales dan como resultado daños cerebrales permanentes.⁹ Los trabajadores de granjas con exposición crónica al endosulfán están en riesgo de erupciones e irritación de piel.⁸

La dosis de referencia aguda de la EPA para exposición de la dieta al endosulfán es 0.015 mg/kg para adultos y 0.0015 mg/kg para niños. Para exposición crónica de la dieta, las dosis de referencia de la EPA son 0.006 mg/(kg·día) y 0.0006 mg/(kg·día) para adultos y niños, respectivamente.⁸

Disruptor Endócrino

Theo Colborn, un experto en disrupción (interrupción) endócrina, lista al endosulfán como un conocido disruptor endócrino,²⁶ y ambas la EPA y la Agency for Toxic Substances and Disease Registry consideran que el endosulfán es un potencial disruptor endócrino. Numerosos estudios *in vitro* han documentado su potencial para interrumpir hormonas y estudios animales han demostrado su toxicidad reproductiva y en el desarrollo, especialmente entre machos.^{8 9} Un número de estudios han documentado que actúa como un anti-andrógeno en animales.²⁷

Se ha encontrado que, dosis de endosulfán ambientalmente relevantes iguales a las dosis de seguridad de la EPA de 0.006 mg/kg/día, afectan la expresión génica en ratas hembras en forma similar a los efectos del estrógeno.²⁸

No se sabe si el endosulfán es un teratógeno humano (un agente que causa defectos de nacimiento), aunque tiene efectos teratogénicos significativos en ratas de laboratorio.²⁹ Un gravamen de 2009 concluyó que la disrupción endócrina ocurre sólo con dosis de endosulfán que causan neurotoxicidad.³⁰

Efectos sobre la reproducción y el desarrollo

Varios estudios han documentado que el endosulfán también puede afectar el desarrollo humano. Investigadores que estudiaron niños de una villa aislada en Kerala, India han establecido un vínculo entre la exposición al endosulfán con demora en la madurez sexual entre chicos. El endosulfán fue el único pesticida aplicado a plantaciones de castaña de cajú en las colinas sobre la villa durante 20 años y había contaminado el ambiente de la misma. Los investigadores compararon los muchachos de la villa con un grupo control de muchachos de una villa similar demográficamente que carecía de historia de contaminación con endosulfán. Con respecto al grupo control, los muchachos expuestos tenían altos niveles de endosulfán en sus cuerpos, niveles más bajos de testosterona, y retardo en alcanzar la madurez sexual. Los defectos de nacimiento de los sistemas reproductivos de los machos que incluyen Criptorquidia fueron además más prevalentes en el grupo de estudio. Los investigadores concluyeron que "los resultados de nuestro estudio sugiere que la exposición al endosulfán en niños varones puede retardar la madurez sexual e interferir con la síntesis de hormonas sexuales."³¹ El aumento de la incidencia de criptorquidia se ha observado en otros estudios de poblaciones expuestas al endosulfán.³²

Un estudio de 2007 realizado por el Departamento de Salud Pública de California descubrió que las mujeres que vivían cerca de campos de granjas fumigadas con endosulfán y los pesticidas organoclorados relacionados dicofo durante las primeras ocho semanas de embarazo son varias veces más propensas a dar a luz a niños con autismo. Este es el primer estudio para buscar una asociación entre endosulfán y autismo, y se requieren estudios adicionales para confirmar la conexión.³³

Un gravamen de 2009 concluyó que epidemiología y estudios de roedores que sugieren machos reproductivos y efectos de autismo están abiertos a otras interpretaciones, y que la toxicidad para el desarrollo o para la reproducción ocurre sólo con dosis de endosulfán que causan neurotoxicidad.³⁰

Endosulfán y cáncer

El Endosulfán no está listado como carcinógeno conocido, probable, o posible por la EPA, IARC, u otras agencias. No hay estudios epidemiológicos que asocien la exposición al endosulfán específicamente con el cáncer en humanos, pero *in vitro* los ensayos han mostrado que el endosulfán puede promover proliferación de células humanas de cáncer de mama.³⁴ La evidencia de cancinogenicidad en animales está mezclada.⁹

Endosulfán en el ambiente

El endosulfán se descompone en **endosulfán sulfato** y **endosulfán diol**, ambos, según la EPA, tienen "estructuras similares al compuesto parental y también tienen interés toxicológico. La vida media estimada para los residuos tóxicos combinados (endosulfán más endosulfán sulfato) [varía] desde 9 meses a 6 años." La EPA concluyó que, "[b]asado en estudios ambientales en laboratorio, estudios de disipación de campos terrestres, modelos disponibles, estudios de monitoreo, y literatura publicada, puede concluirse que el endosulfán es un químico muy persistente el cual puede permanecer en al ambiente por largos períodos de tiempo, particularmente en medios ácidos." La EPA además concluyó que el endosulfán tiene potencial relativamente alto para bioacumularse en peces.⁸ Es además tóxico para anfibios: se ha encontrado que bajos niveles matan renacuajos.³⁵ El endosulfán está sujeto a transporte atmosférico de largo alcance, *i.e.* puede ser transportado a largas distancias desde donde fue usado. Por ejemplo, un reporte de 2008 por el Servicio Nacional de Parques encontró que el endosulfán comúnmente contamina aire, agua, plantas y peces de Parques Nacionales en los EE. UU. La mayoría de estos parques están lejos de las áreas donde se usa el endosulfán.³⁶ El endosulfán ha sido además detectado en el polvo del desierto del Sahara recogido en el Caribe después de ser soplado a través del Océano Atlántico

Usos

El endosulfán se ha usado en agricultura alrededor del mundo para controlar plagas de insectos incluyendo las siguientes; moscas blancas, áfidos, langostas, escarabajo de la papa, gusano de la col. También se ha usado en la preservación de maderas, jardinería, y control de la mosca tse-tse, aunque no es corrientemente usado con propósitos para salud pública. La Organización Mundial de la Salud estimó que la producción mundial anual era de cerca de 9.000 t a comienzos de los

'80.⁴ Desde 1980–89, el consumo mundial promedió 10.500 t por año, y durante la década del '90 su uso se incrementó a 12.800 t por año. La India es el mayor consumidor mundial de endosulfán.⁵ A causa de su único modo de acción, es útil en manejo de resistencia; sin embargo, debido a que no es específico, puede impactar negativamente en las poblaciones de insectos benéficos.⁶ Es considerado, sin embargo, sólo moderadamente tóxico para las abejas,⁷ y es menos tóxico para las abejas que los insecticidas organofosforados.⁸

Química

El nombre IUPAC para el endosulfán es 6,7,8,9,10,10-hexachloro-1,5,5a,6,9,9a-hexahidro-6,9-metano-2,4,3-benzodioxatiepina-3-óxido. Es un insecticida ciclodieno, químicamente similar a aldrina, clordano, y heptacloro. Como estos "primos" es sintetizado desde hexaclorociclopentadieno. Específicamente, es producido por la reacción de Diels-Alder de hexaclorociclopentadieno con *cis*-buteno-1,4-diol y reacción subsiguiente con tionil cloruro. Técnicamente el endosulfán es una mezcla de estereoisómeros, designados " α " y " β ," en una relación 7:3. El material técnico puede además contener pequeñas cantidades de endosulfán sulfato y químicos relacionados.^{4,9} α - y β -endosulfán son isómeros conformacionales, y pueden ser interconvertidos sin romper los enlaces. α -Endosulfán es el más termodinámicamente estable de los dos, y β -endosulfán se convierte lenta e irreversiblemente a la forma α a lo largo del tiempo.¹⁰

Historia

- **Principios de la década del '50** Se desarrolló el endosulfán.
- **1954** Hoechst AG (ahora Bayer CropScience) gana USDA's aprobación de endosulfán en los EE.UU.⁹
- **2000** el uso en hogares y jardines son terminados por acuerdo con la EPA.⁸
- **2002** El U.S. Fish and Wildlife Service recomienda que el endosulfán debería ser prohibido,¹¹ y la EPA determina que los residuos de endosulfán en los alimentos y el agua poseen riesgos inaceptables. La agencia permite que el endosulfán siga en el mercado, pero impone restricciones en sus usos en agricultura.⁸
- **2007** La comunidad internacional toma medidas para restringir el uso y comercialización del endosulfán. Se recomienda su inclusión en el Convenio de Róterdam en Prior Informed Consent, y la Unión Europea propone agregarlo a la lista de sustancias prohibidas bajo el Convenio de Estocolmo en Contaminantes orgánicos persistentes. Si es aprobada, todo uso y fabricación de endosulfán serían prohibidos globalmente.² Mientras tanto, Canadá anuncia que el endosulfán está bajo consideración para eliminarlo en ese país,¹² y Bayer CropScience voluntariamente retira sus productos de endosulfán del mercado de EE.UU.¹³ pero continua vendiéndolos abroad.¹⁴
- **2008** En Febrero, grupos ambientalistas, consumidores, y de trabajadores de granjas incluyendo el Natural Resources Defense Council,¹⁵ Organic Consumers Association, y el United Farm Workers¹⁶ reclaman en los EE.UU. EPA prohíba el endosulfán. En mayo, coaliciones de científicos,¹⁷ grupos ambientalistas, y tribus árticas piden a la EPA que prohíba el endosulfán,¹⁸ y en julio una coalición de grupos ambientalistas y de trabajadores archivan un pleito contra a EPA por su decisión de 2002 para no prohibirlo.¹⁹ En Octubre, El Review Committee del Convenio de Estocolmo trasladó el endosulfán al

procedimiento para listarlo bajo el tratado,²⁰ mientras que India bloqueó su adición al Convenio de Róterdam.²¹

- **2009** Nueva Zelandia prohíbe el endosulfán.²²

7.4.2 Clorpirifós

Clorpirifós	
Chlorpyrifos.png	
Nombre (IUPAC) sistemático	
O, O-dietil O-3 ,5,6-trichloropyridin-2-il fosforotioato	
General	
Otros nombres	Brodan, Detmol UA, Dowco 179, Dursban, Empire, Eradex, Lorsban, Paqeant, Piridane, Scout, & Stipend.
<u>Fórmula semidesarrollada</u>	C ₉ H ₁₁ Cl ₃ NO ₃ PS
Fórmula molecular	n/d
Identificadores	
<u>Número CAS</u>	<u>2921-88-2</u>
<u>PubChem</u>	<u>2730</u>
<u>ChemSpider</u>	<u>2629</u>
Propiedades físicas	
<u>Masa molar</u>	n/d

Propiedades químicas

Solubilidad en 2 mg/L (25 °C)
agua

Riesgos

LD₅₀ 82 - 270

Valores en el SI y en condiciones normales
(0 °C y 1 atm), salvo que se indique lo
contrario.

Exenciones y referencias

BIBLIOTECA WILSON PÖPPEL
ESUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 88
TEHUACALPA HONDURAS

Clorpirifós (nombre de la IUPAC: O, O-dietil O-3 ,5,6-trichloropyridin-2-il fosforotioato) es un insecticida organofosforado cristalino que inhibe la acetilcolinesterasa y se utiliza para controlar las plagas de insectos. Se le conoce por muchos nombres comerciales (ver tabla). El clorpirifos es moderadamente tóxico y la exposición crónica se ha relacionado con efectos neurológicos, trastornos del desarrollo y trastornos autoinmunes.

No es muy soluble en agua, de manera que generalmente se mezcla con líquidos aceitosos antes de aplicarse a cosechas o a animales. También se puede aplicar a cosechas en forma de cápsulas.

El clorpirifós se ha usado ampliamente en viviendas y en agricultura. En el hogar, se usa para controlar cucarachas, pulgas, y termitas; también se usa en ciertos collares de animales domésticos para controlar pulgas y garrapatas. En agricultura, se usa para controlar garrapatas en ganado y en forma de rocío para el control de plagas de cosechas.

Fabricación y uso

El clorpirifós se produce por reacción del 3,5,6-tricloro-2-piridinol con cloruro de diethylthiophosphoryl¹. Se produce a través de una síntesis de varios pasos de 3-metilpiridina.

En los EE.UU., el clorpirifós se ha registrado sólo para uso agrícola, donde es "uno de los insecticidas organofosforados más utilizados", según la Agencia de Protección Ambiental (EPA)². Los cultivos con el uso de clorpirifos más intensas son algodón, maíz, almendras y frutas como las naranjas y las manzanas³.

Clorpirifos se suministra normalmente en forma de concentrado líquido de 23,5% o 50%. La concentración recomendada en EE.UU. para la aplicación por pulverización directa de alfiler es de 0,5% y para la aplicación de una amplia zona 0,03 – 0,12%^{4 5}.

Historia

Registrado por primera vez en 1965 y comercializado por Dow Chemical Company bajo el nombre comercial Dursban y Lorsban, clorpirifós, una casa bien conocida de insecticidas de jardín, llegó un momento en que fue uno de los plaguicidas domésticos más utilizados en los EE.UU. Ante la inminente regulación de la EPA, Dow acordó retirar el registro de clorpirifos para su uso en hogares y otros lugares donde los niños pueden estar expuestos, y quedó severamente restringido su uso en los cultivos. Estos cambios entraron en vigor el 31 de diciembre de 2001⁶. Sigue siendo ampliamente utilizado en la agricultura, y el Dursban sigue en el mercado para uso doméstico en los países en desarrollo. En Irán, Dow afirma que Dursban es seguro para las personas⁷, y su literatura de ventas afirmó que Dursban tiene "un historial comprobado de seguridad en relación con los seres humanos y animales domésticos"⁸.

En 1995, Dow fue multado en EE.UU. con 732.000 dólares por no enviar los informes de la EPA que había recibido 249 casos de intoxicación por Dursban, y en 2003, Dow acordó pagar a EE.UU. \$ 2 millones - la mayor multa en hasta la fecha un caso sobre pesticidas - en el estado de Nueva York, en respuesta a una demanda presentada por el Fiscal General para poner fin a la publicidad ilegal de Dow de Dursban como "seguro"⁹.

El 31 de julio de 2007, una coalición de trabajadores agrícolas y grupos de defensa presentó una demanda contra la EPA, con el objetivo de acabar con el uso agrícola del clorpirifos. La demanda alegó que el uso continuado de clorpirifos poseía un riesgo innecesario para los trabajadores agrícolas y sus familias¹⁰.

En agosto de 2007, las oficinas de la India de Dow fueron intervenidas por las autoridades indias por supuesto soborno a funcionarios para que el clorpirifos pudiera ser vendido en el país¹¹.

En 2008, el National Marine Fisheries Service (NMFS) impuso una zona de amortiguamiento alrededor hábitat del salmón de 1000 pies para proteger el salmón en peligro de extinción y las especies de trucha arco iris. Las aplicaciones aéreas de clorpirifos se prohíben dentro de estas zonas¹².

Efectos sobre la salud

Clorpirifos es un organofosforado, con potencial para toxicidad aguda en mayores cantidades y los efectos neurológicos en el feto y los niños, incluso en cantidades muy pequeñas. Para los efectos agudos, la EPA clasifica el clorpirifos como Clase II: Moderadamente tóxico. Investigaciones recientes indican que los niños expuestos al clorpirifos en el útero tienen un mayor riesgo de retrasos en el desarrollo mental y motor a los 3 años y una mayor incidencia de trastornos generalizados del desarrollo como el TDAH.¹³ Un estudio anterior demostró una correlación entre la exposición prenatal al clorpirifos y el menor peso y menor perímetro craneal al nacer¹⁴.

Un estudio de 2010 encontró que cada aumento de 10 veces en la concentración urinaria de metabolitos organofosforados se asoció con un aumento del 55% al 72% en las probabilidades de padecer el TDAH en los niños¹⁵.

Los estudios han mostrado evidencia de "déficit de trabajo, Índice de memoria y el coeficiente intelectual a plena escala en función de la exposición prenatal a la ACB medido cuando los niños alcanzan 7 años de edad."¹⁶

La DL50 oral para el clorpirifos en animales de experimentación es de 32 a 1000 mg / kg. La DL50 por vía cutánea en ratas es superior a 2000 mg / kg y de 1000 a 2000 mg / kg en conejos. La CL50 por inhalación de 4 horas para el clorpirifos en ratas es superior a 200 mg/m³¹⁷.

La intoxicación por clorpirifos ha sido descrita por los científicos de Nueva Zelanda como la causa probable de la muerte de varios turistas en Tailandia que desarrollaron miocarditis en 2011.^{18 19 20} Los investigadores tailandeses no han llegado a ninguna conclusión sobre la causa de la muerte²¹, pero mantienen que el clorpirifos no era responsable, y que las muertes no estaban relacionadas²².

Un estudio de 2011 sobre los efectos neurotóxicos de clorpirifos mostró que el clorpirifos y su metabolito más tóxico oxon-clorpirifos, altera las tasas de disparo en el locus coeruleus. Estos resultados indican que los pesticidas pueden estar implicados en Síndrome de la Guerra del Golfo y otras enfermedades neurodegenerativas²³.

Efectos sobre la vida marina y las abejas

El clorpirifos es altamente tóxico para los anfibios, y un estudio reciente de la Encuesta Geológica de Estados Unidos encontró que su principal producto de degradación en el medio ambiente, clorpirifos Oxon, es aún más tóxico para los animales²⁴.

La sustancia es muy tóxica para la acuicultura (peces) y para las abejas [cita requerida].

Exposición

Un estudio de la carga corporal realizado por los Centros para el Control y Prevención de Enfermedades encontró TCPY, un metabolito específico del clorpirifos en la orina del 91% de las personas examinadas.²⁵ Un análisis independiente de las reclamaciones CDC muestra como Dow ha contribuido al 80% de la carga corporal de clorpirifos de personas que viven en los EE.UU.²⁶. Un estudio de 2008 encontró dramáticas caídas en los niveles urinarios de los metabolitos de clorpirifos cuando los niños cambiaron de convencional a dietas orgánicas²⁷.

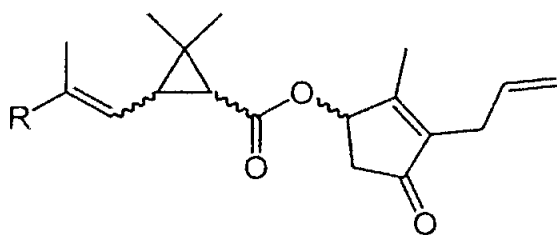
Estudios de monitoreo de aire realizado por el California Air Resources Board (CARB) han documentado el clorpirifos en el aire de las comunidades de California.²⁸ El análisis de los datos de CARB indican que los niños que viven en zonas de alta frecuencia de uso del clorpirifos están expuestos a niveles de insecticidas que superan los niveles considerados aceptables por la EPA.^{29 30} Recientes estudios de monitoreo del aire en Washington y Lindsay, CA han arrojado resultados similares.^{31 32} Productores y grupos de plaguicidas de la industria han argumentado que los niveles de aire documentado en estos estudios no son lo suficientemente altos como para causar una exposición significativa o efectos adversos³³, pero un estudio de biomonitorio de seguimiento en

Lindsay, CA ha demostrado que las personas tienen niveles más altos de clorpirifos normal en sus cuerpos.^{34 35}

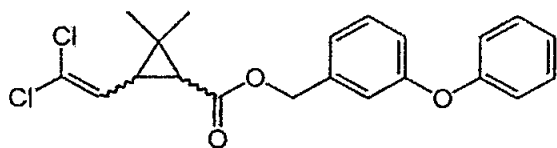
Un estudio de los efectos de clorpirifos en seres humanos expuestos a través del tiempo demostró que las personas expuestas a altos niveles tienen anticuerpos autoinmunes que son comunes en personas con trastornos autoinmunes. Hay una fuerte correlación con las enfermedades crónicas asociadas con trastornos autoinmunes después de la exposición al clorpirifos³⁶.

Antes de que se prohibiera el uso residencial en los EE.UU., el clorpirifos se detectó en el 100% de las muestras personales de aire interior y en el 70% de muestras de sangre de cordón umbilical obtenidas de mujeres embarazadas 18-35 años de edad que se auto-identifican como afroamericano o dominicano y que viven en Nueva York en viviendas públicas.³⁷

7.4.3 Piretroide



Aletrina



Permetrina

Los piretroides son moléculas con actividad insecticida que se aplican a cosechas, plantas de jardines, animales domésticos y también directamente a seres humanos. Los piretroides son sustancias químicas que se obtienen por síntesis y poseen una estructura muy parecida a las piretrinas. Generalmente son compuesto más tóxicos para los insectos y también para los peces. Permanecen durante más tiempo en el medio ambiente que las piretrinas ya que la modificación química en su fórmula los hace más estables a la luz solar y el calor. Se hidrolizan por álcalis (en las formulaciones se utilizan derivados de petróleo como disolventes). Son relativamente

biodegradables y no causan resistencia entre los insectos. Representan ambos lo más antiguo y, a la vez, lo más novedoso de los insecticidas. Se han desarrollado más de 1.000 piretroides, pero menos de una docena se usan actualmente en los EE. UU. La permetrina es el piretroide más usado actualmente en ese país.

En años recientes se han producido ampliamente como insecticidas los piretroides. El primero de estos fue el **aletrina** y otro ejemplo común es el **fenvalerato**. Es conveniente mencionar que casi todos los nombres asignados a los plaguicidas sintéticos son palabras que no existen en ninguna lengua y que fueron acuñados por las empresas que los producen. Entre ellos: Fluvalinato, Ciflutrina, Bifentrina, Fenpropatrina, Resmetrina, Sumitrina, Permetrina, Esfenvalerato, Cipermetrina, Lambda-cihalotrina, Deltametrina, Teflutrina, Tetrametrina y Tralometrina.

Los piretroides son un grupo de pesticidas artificiales desarrollados para controlar preponderantemente las poblaciones de insectos plaga. Este grupo surgió como un intento por parte del hombre de emular los efectos insecticidas de las piretrinas naturales obtenidas del crisantemo, que se venían usando desde 1850.

La obtención de piretrinas sintéticas (denominadas piretroides, es decir, “semejantes a piretrinas”), se remonta a la fabricación de la Aletrina en 1949. Desde ese entonces su uso se ha ido ampliando en la medida en que los demás pesticidas eran acusados de alta residualidad, bioacumulación y carcinogénesis (organoclorados) y por otra parte el alto efecto tóxico en organismos no plaga y en mamíferos (carbamatos y organofosforados). Los piretroides, en cambio, no poseen estas desventajas y debido a las bajas cantidades de producto necesarias para combatir las plagas su costo operativo es más que conveniente.

Los piretroides entran al ambiente principalmente debido a su uso como insecticidas. En el aire son degradados rápidamente en 1-2 días por la luz o por otros compuestos que se encuentran en la atmósfera. También pueden adherirse firmemente al suelo y ser degradados por microorganismos en el suelo y en el agua. Normalmente no pasan al agua subterránea.

Debido a las ventajas antes señaladas, los piretroides son actualmente una de las principales armas elegidas por los productores agropecuarios y la más importante herramienta en el combate hogareño de los mosquitos. Sus cualidades en este último campo, son su alto poder de volteo y su baja acción en el hombre. En este punto cabe mencionar que interfieren con el funcionamiento normal de los nervios y el cerebro. La exposición breve a niveles muy altos de estos compuestos en el aire, los alimentos o el agua puede causar mareo, dolor de cabeza, náusea, espasmos musculares, falta de energía, alteraciones de la conciencia, convulsiones y pérdida del conocimiento. Hay exámenes que pueden detectar piretrinas y piretroides en la sangre y la orina. Debido a que estos compuestos se degradan rápidamente en el cuerpo, también hay pruebas para medir los productos de degradación de estas sustancias en la sangre y la orina. Estos exámenes sólo son de utilidad si se realizan dentro de unos días después de la exposición. El examen sólo puede indicar si usted ha estado expuesto a piretrinas o piretroides, pero no puede predecir si ocurrirán efectos adversos.

La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) ha determinado que la carcinogenicidad de los piretroides deltametrín, fenvalerato y permetrina no es clasificable.

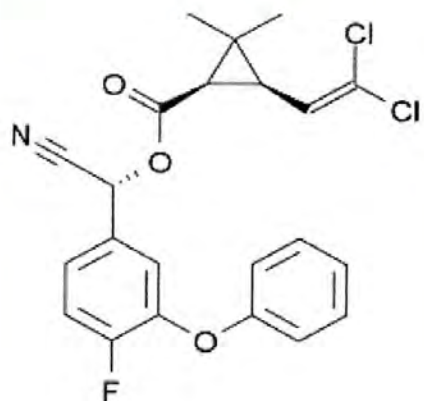
Su acción, como casi todos los insecticidas, es a nivel sistema nervioso, generando una alteración de la transmisión del impulso nervioso. Su efecto fundamental debe a una modificación en el canal del sodio de la membrana nerviosa. Para explicar el mecanismo de los piretroides distinguimos entre piretroides de tipo I: carentes de grupo alfa ciano en su molécula (aletrina, permetrina, tetrametrina, cismetrina,..) y piretroides de tipo II: poseen el grupo alfa ciano en su molécula (Cipermetrina, Deltametrina, fenvalerato, fenpropanato).

Los compuestos de tipo I inducen picos múltiples de descargas en los nervios sensoriales y en los nervios motores y en las interneuronas dentro del sistema nervioso central. Los compuestos de tipo II despolarizan el potencial de las membranas de los axones, esto reduce la amplitud del potencial de acción y lleva a la pérdida de excitabilidad eléctrica. Estos efectos ocurren porque los piretroides prolongan la corriente que fluye por los canales de sodio al hacer más lento o al impedir el cierre de los canales. La duración de las corrientes de sodio modificadas para los compuestos de tipo I dura décimas o centésimas de milisegundos, mientras que las de tipo II duran algunos minutos o aún más.

Al contrario de los organoclorados, los carbamatos y los organofosforados, no existen muchos casos de resistencia de insectos a piretroides. Sin embargo, como con todos los insecticidas, es recomendable un uso moderado de los mismos alternando los distintos tipos de insecticidas y usando las cantidades mínimas necesarias

7.4.4 Ciflutrina

Ciflutrina



Estructura química de la ciflutrina.

Nombre (IUPAC) sistemático

[(R)-ciano-[4-fluoro-3-(fenoxi)fenil]metil] (1R,3R)-3-(2,2-dicloroetenil)-2,2-dimetilciclopropano-1-carboxilato

General

Fórmula molecular n/d

Identificadores

Número CAS 68359-37-5

PubChem 50153

ChemSpider 45482

Propiedades físicas

Masa molar n/d

Propiedades químicas

Valores en el SI y en condiciones normales
(0 °C y 1 atm), salvo que se indique lo
contrario.

Exenciones y referencias

Ciflutrina es un piretroide de síntesis que es usado como insecticida