

ANÁLISIS TOXICOLÓGICO DE PLAGUICIDAS EN EL VALLE DEL PALAJUNOJ QUETZALTENANGO, GUATEMALA

DIRECCIÓN:

Aura Magdalena Pisquiy

CONSEJO DE COORDINACIÓN:

Dra. Aura Magdalena Pisquiy

Dra. Gladis Pérez

Dra. Iris Champet

Licda. Cristina Marroquin

REALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

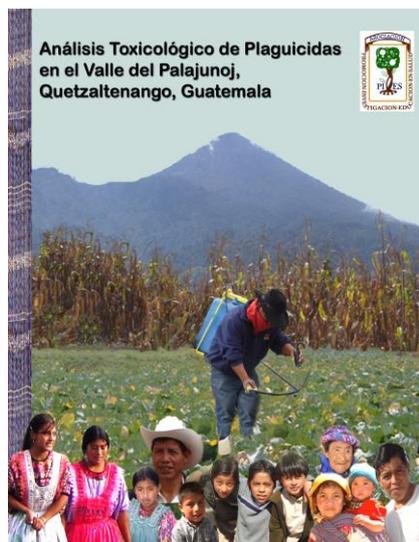
Mtra. Cecilia Morales

PORTADA:

Cristina Marroquin

Impreso en Guatemala año 2008

Proyecto:
“Protegiendo la Salud Ambiental y Humana en los Habitantes del Valle de Palajunoj,
Quetzaltenango”



Análisis Toxicológico de Plaguicidas en el Valle del Palajunoj, Quetzaltenango, Guatemala Informe Final

Elaborado por la Asociación para la Promoción, Investigación y Educación en Salud en
el Occidente de Guatemala –Asociación PIÉS de Occidente-

Septiembre, 2008

Índice

	Página
Presentación	3
Introducción	4
1. El Valle del Palajunoj	5
2. La Agricultura y los Plaguicidas	6
2.1 La agricultura moderna y su actual crisis	6
2.2 Los fertilizantes	6
2.3 Los plaguicidas	7
2.3.1 Los plaguicidas según su acción biocida	7
2.3.2 Clasificación de los herbicidas	8
2.3.3 Clasificación de los fungicidas	8
2.3.4 Efectos de los plaguicidas	9
2.3.5 Ámbitos de exposición a los plaguicidas	10
2.3.6 Medidas de precaución recomendadas al usar plaguicidas	11
2.4 Contaminación de alimentos por residuos de plaguicidas	11
2.5 Contaminación ambiental por plaguicidas	12
2.6 Los plaguicidas en Guatemala	13
2.6.1 Los plaguicidas en Quetzaltenango	14
2.6.2 Los plaguicidas en el Valle del Palajunoj	16
3. Resultados del Análisis Toxicológico de Plaguicidas en el Valle del Palajunoj	20
3.1 Análisis de Verduras	20
3.2 Análisis de Agua	21
3.3 Análisis de Leche Materna	22
3.4 Análisis de Suero Humano	22
3.5 Análisis de Suelo	23
4. Discusión	25
4.1 Verduras	25
4.2 Agua	27
4.3 Leche materna	27
4.4 Suero Humano	27
4.5 Suelo	28
5. Conclusiones	29
6. Recomendaciones	30
7. Bibliografía	32
8. Anexos	33

Análisis Toxicológico¹ de Plaguicidas² en el Valle del Palajunoj.

Presentación:

El derecho de todo ser humano por vivir en un medio ambiente sano, que le permita desarrollar su potencial y acorde con su dignidad, es parte de los derechos humanos.

Por ello, la Asociación para la Promoción, Investigación y Educación en Salud en el Occidente de Guatemala -Asociación PIES de Occidente-, conociendo que los agricultores y agricultoras en el Valle de Palajunoj emplean diversos tipos de plaguicidas químicos (insecticidas, fungicidas, herbicidas, etc) y que algunos de estos están prohibidos en otros países por su alta toxicidad consideró importante contribuir con los habitantes del Valle, determinando si el uso de plaguicidas está dañando la salud humana de sus habitantes y el ambiente que les rodea.

A pesar de no existir información de análisis toxicológico y conociendo las prácticas de producción agrícola en el Valle del Palajunoj, se considera que los agricultores y agricultoras del Valle del Palajunoj utilizan dosis moderadas de plaguicidas, sin embargo en invierno existe un aumento de la cantidad de fumigaciones, lo que puede causar mayores niveles de contaminación humana y ambiental. Según las personas del valle, los agricultores y agricultoras foráneas que alquilan o compran terrenos en el mismo, usan mayor cantidad de agroquímicos y dejan tirados los botes o envoltorios de los plaguicidas en el campo, poniendo en riesgo la salud humana y ambiental en el Valle del Palajunoj.

Por todo lo anterior, la Asociación PIES de Occidente planteó el proyecto: “Protegiendo la Salud Ambiental y Humana en los Habitantes del Valle de Palajunoj, Quetzaltenango”, que pretende la determinación toxicológica de residuos de plaguicidas en muestras de suelo, agua, hortalizas del valle, leche materna y sangre humana. El impulso de mecanismos de regulación para un uso adecuado, seguro y reducido de plaguicidas en el Valle del Palajunoj y la promoción de prácticas agrícolas favorables para la salud humana y ambiental en las y los agricultores, autoridades comunitarias, líderes y población en general del Valle de Palajunoj.

El presente documento es el informe del análisis toxicológico de residuos de plaguicidas en muestras de suelo, agua, hortalizas del valle, leche materna y sangre humana en el Valle de Palajunoj.

¹ La toxicología es parte de la medicina que estudia los efectos de las toxinas o venenos.

² Un plaguicida químico es una sustancia no natural y venenosa que sirve para matar las llamadas plagas (insectos, bacterias, hongos, virus y otros).

Introducción:

En el marco del proyecto: “Protegiendo la Salud Ambiental y Humana en los Habitantes del Valle de Palajunoj, Quetzaltenango”, el presente informe del Análisis Toxicológico de Plaguicidas en el Valle del Palajunoj consta de dos partes.

En la primera parte se explica brevemente el contexto general del lugar de estudio, el Valle del Palajunoj.

En la segunda parte se muestra información relacionada a la agricultura y los plaguicidas. También se resumen los principales hallazgos y recomendaciones de la investigación Utilización de agroquímicos en el Valle del Palajunoj: Proporción de familias agricultoras que los utilizan, diferencias de prácticas y conocimientos acerca de su uso, según los agricultores y las agricultoras. Esta fue realizada en el año 2004 por la Asociación para la Promoción, Investigación y Educación en Salud en el Occidente de Guatemala -Pies de Occidente-. Dicha información fue incluida en el presente documento por considerar que es un importante antecedente de la evaluación toxicológica.

La tercera parte la constituyen los resultados obtenidos en el análisis toxicológico³ de las muestras de suelo, agua, verduras, leche materna y sangre colectadas en el Valle del Palajunoj⁴. Se realizó este análisis para conocer si existía contaminación por plaguicidas en el Valle y motivar a los agricultores, líderes y autoridades del Valle y del municipio de Quetzaltenango a interesarse en un manejo adecuado de los plaguicidas y la elaboración de un reglamento para su uso.

Los resultados obtenidos en este estudio, en general muestran que en verduras, suelo y sangre humana ya se detectan niveles de contaminación por residuos de plaguicidas. Estos resultados son una llamada de atención pues de seguir el uso inadecuado de plaguicidas en el Valle de Palajunoj se pone en grave peligro la salud humana y ambiental de las personas que habitan y habitarán el valle en el futuro y de las personas que consumen los productos agrícolas que allí se cosechan. Por lo que se recomiendan diversas acciones para enfrentar esa situación.

Para la realización de este estudio se agradece profundamente la colaboración de los agricultores y agricultoras del Valle del Palajunoj, a la Asamblea Permanente del Valle del Palajunoj, la Cooperativa Integral del Valle del Palajunoj y los diversos grupos de miniriego, que mostraron interés por analizar los residuos de plaguicidas en la sangre, leche materna, agua, suelo y verduras del Valle del Palajunoj. En especial a Don Valeriano Chiché y su familia. También a las instituciones: Equipo de Consultores en Agricultura Orgánica –ECAO- y al proyecto Ixcanel Noj que han facilitado transporte, lugares de muestreo, espacios de socialización y consulta del proyecto y han compartido experiencias relacionadas al estudio e información del Valle del Palajunoj.

³ Los análisis fueron hechos por Soluciones Analíticas, empresa de reconocida calidad en Guatemala.

⁴ También se analizaron muestras de suelo, verdura, agua y leche materna en Zunil y una muestra de sangre de un agricultor de Almolonga que cultiva en Chuicacocj, para comparar resultados de lugares o personas con un mayor uso de plaguicidas en sus cultivos.

1. El Valle del Palajunoj

El Valle del Palajunoj ó “Lugar hacia las diez sabidurías o diez ideas”, pertenece al municipio y departamento de Quetzaltenango ubicado en el occidente de Guatemala. Es un pequeño valle limitado al norte por el área urbana de Quetzaltenango, al sur por el volcán Santa María, al este por el cerro Quemado y al oeste por el volcán Siete Orejas; su área aproximada es de 50 km², con una altura entre 2,700 y 2,250 msnm. Debido a su relieve y a su posición respecto de la bocacosta del océano Pacífico, el valle diariamente es rociado por gran cantidad de niebla (precipitación horizontal) lo que beneficia la agricultura, en especial los lugares que carecen de proyectos de miniriego.

Las comunidades ubicadas en el Valle de Palajunoj son las siguientes: Cantón Llanos del Pinal, Cantón Chuicavioc, Cantón Xecaracoj, Cantón Xepache, Tierra Colorada Baja, Tierra Colorada Alta, Aldea Las Majadas, Cantón Chuicaracoj, Cantón Candelaria y Caserío Bella Vista.

El valle es importante porque los pocos bosques de altura formados por pino y ciprés al ser bosques nubosos recargan los mantos acuíferos o aguas subterráneas del Valle del Palajunoj y abastecen a las aldeas circundantes que dependen de la agricultura y a una parte de los habitantes de la ciudad de Quetzaltenango.

El Valle de Palajunoj es el área rural del municipio de Quetzaltenango, para el año 2005 tenía una población aproximada de 16,600 habitantes, pertenecientes a la etnia maya-kiché. El 80% de las familias viven en condiciones de pobreza y tienen como principal actividad productiva la agricultura, de la cual obtienen, entre otros productos, granos básicos, hortalizas y flores. En general, el cultivo de granos básicos es utilizado por las familias para autoconsumo, mientras que las hortalizas y las flores, son comercializadas por las y los agricultores en forma directa en los mercados de la ciudad ó a través de intermediarios a otras ciudades del país. También se reporta la migración laboral de personas, especialmente los hombres a Estados Unidos.

La distribución de la tierra en el Valle de Palajunoj, presenta los problemas del Altiplano Occidental del país, en cuanto a la predominancia del minifundio, poca fertilidad de los suelos y baja productividad. Para el desarrollo de la actividad agrícola la mayoría de las familias poseen de 1 a 15 cuerdas de terreno, incidiendo la poca extensión del terreno en una baja producción. Con el fin de mejorar la rentabilidad de su inversión y mejorar el rendimiento de sus cultivos, gran parte de las y los agricultores utilizan plaguicidas y fertilizantes químicos, muchas veces sin la adecuada asesoría y acompañamiento técnico. La organización Equipo de Consultores en Agricultura Orgánica –ECAO- está trabajando con grupos de agricultores/as en todas las comunidades capacitando, asesorando y apoyando la producción orgánica. La migración de propietarios de terrenos a los Estados Unidos ha causado que muchos terrenos en el valle sean alquilados a agricultores de otros lugares como Almolonga o San Juan Ostuncalco.

2. La Agricultura y los Plaguicidas

La agricultura moderna y su actual crisis

Después de la Segunda Guerra Mundial, se desarrolla la “modernización” de la agricultura para lograr el crecimiento económico. La agricultura, se constituyó en una fuente permanente de capital para la industria de corte urbano, a la que quedó subordinada. La “modernización de la agricultura” se basó en que la producción agraria podía ser manejada aplicando conocimientos físico-químicos y que la sustitución progresiva del trabajo por capital era la mejor forma de incrementar su productividad. Por lo anterior se implantaron los monocultivos de caña de azúcar, banano y café; la utilización de suelos “limpios de malezas” y la dependencia tecnológica.

Sin embargo, el incremento de la frontera agrícola en suelos de vocación no agrícola y las prácticas agrícolas no adecuadas, han provocado entre otros, la pérdida de la fertilidad natural del suelo y la resistencia de organismos considerados “plaga”. Por ello los agricultores recurren al uso de fertilizantes y plaguicidas químicos o sintéticos. Lo anterior constituye un fuerte impacto ecológico y socioeconómico al no valorar los recursos naturales y causar el incremento de “plagas”, el mayor costo de su control, la pérdida de la biodiversidad, la presencia de plaguicidas residuales en los alimentos, los humanos y el ambiente, las intoxicaciones en humanos y animales, y el crecimiento de conflictos sociales entre el campo y la ciudad.

En Guatemala el sector productivo campesino, históricamente ha abastecido los mercados locales, aunque desde hace algunos años también exporta productos “no tradicionales”. Sin embargo, la lógica productiva campesina parte de la producción agropecuaria para el autoconsumo, implicando una alta dependencia al acceso a la tierra, como su principal medio de producción y sin contar con apoyo técnico y crediticio (Granados, 2001). Los agricultores sufren un alza en los costos de producción, por la dependencia de fertilizantes e insecticidas y la baja productividad, incidiendo en la migración laboral. Además, la contaminación de los productos deteriora su demanda en los mercados. En conclusión, el sector campesino subsidia la producción agrícola con el valor de la mano de obra familiar, la renta de la tierra y su degradación.

Los fertilizantes

Un fertilizante es el material aplicado a los vegetales y al suelo para suministrarles nutrientes tales como nitrógeno, fósforo y potasio, entre otros. Los fertilizantes orgánicos, o abonos son de materia orgánica natural, como el estiércol, que liberan nutrientes conforme se descomponen. Los fertilizantes inorgánicos o químicos son una mezcla de uno o más de los nutrientes necesarios al crecimiento.

Entre sus principales efectos al medio ambiente se puede mencionar la contaminación de los cuerpos de agua, entre ellos los manantiales. La salinización del suelo es la acumulación de sales provenientes del agua de riego y de los fertilizantes usados. Debido al exceso de sales, el suelo pierde la fertilidad.

Para ayudar a prevenir estos eventos es recomendable el control de los escurrimientos agrícolas a través de prevenir la erosión, cultivar plantas fijadoras de nitrógeno y utilizar abonos orgánicos.

Los plaguicidas

Un plaguicida es cualquier sustancia o compuesto destinada a prevenir, destruir o controlar vectores de enfermedades humanas o de los animales, las especies no deseadas de plantas o animales que interfieran en la producción, elaboración, almacenamiento, transporte o comercialización de alimentos, productos agrícolas y madera. Los insectos, las arvenses o “malas hierbas” y otras “plagas” destruyen gran parte de los cultivos y compiten por factores limitantes como espacio, humedad y nutrimentos. Este fenómeno se ha incrementado debido a las malas prácticas agrícolas, necesitándose cada vez más y diversos productos sintéticos para combatirlos.

Los plaguicidas según su acción biocida⁵

La existencia de numerosas especies parásitas de impacto sanitario y económico, ha motivado el uso de plaguicidas en el campo pecuario. El Cuadro No. 1 muestra su clasificación según el organismo que atacan.

Cuadro No. 1		
Clasificación de los plaguicidas según su acción biocida		
Acción Biocida	Organismos meta	Nombres Comerciales
Insecticidas	Insectos: larvas, hormigas, pulgas, piojos, pulgones	Tamarón, Folidol, Dipel
Acaricida, garrapaticida	Garrapatas	
Nematicida	Nematodos	Nemacur, Counter, Furadán
Molusquicida	Moluscos	Caracolex
Rodenticida	Roedores: ratas, ratones, taltuzas	Klerat, Racumín, Ratafín
Bacteriostáticos y Bactericida	Bacterias	
Fungicida	Hongos	Dithane, Bravo, Difolatán
Herbicida	Arvenses	2, 4-D Gramoxone, Round-up
Acción biocida múltiple	Insectos, hongos, roedores	Fotosxín, Bromuro de metilo

Fuente: Elaboración propia con base en Martínez, 1999

Los insecticidas pueden orgánicos e inorgánicos. Los insecticidas inorgánicos son compuestos cuyo ingrediente activo es un metal o elemento inorgánico (como el antimonio, arsénico, bario, boro, cobre, mercurio, flúor, selenio, talio, zinc, azufre y fósforo puros), su estructura es simple, no contienen carbono y son muy tóxicos.

En el siguiente cuadro puede observarse una clasificación de acuerdo a dichos elementos o grupos. Los insecticidas orgánicos sintéticos han sido sintetizados de compuestos orgánicos. En su molécula poseen átomos de carbono, hidrógeno, oxígeno y otros elementos o grupos centrales. Entre los insecticidas orgánicos, los dos grupos más utilizados son los organoclorados y organofosforados. Entre los primeros se encuentran: Aldrín, BHC, DDT, Toxafeno, Lindano, etc. Entre los organofosforados: Metil y etil parathion, Tamarón, Malatión, etc.

⁵ Sustancia activa con capacidad para matar un determinado organismo.

Cuadro No. 2	
Clasificación de los plaguicidas según el grupo químico	
Orgánicos sintéticos	
Organoclorados	Su elemento central es el radical Cloro. Por su lenta descomposición en el ambiente, biodegradación y acumulación en la cadena alimenticia muchos de sus productos han sido retirados del mercado.
Organofosforados	Se derivan del ácido fosfórico, su electo base es el fósforo. Sus productos han reemplazado a los organoclorados.
Carbamatos	Se derivan del ácido carbámico.
Formamidinas	Compuestos diferentes de los organofosforados. Causan la inhibición de la monoaminoxidasa.
Piretroides	Son compuestos sintéticos que imitan a las piretrinas naturales. Son lipofílicos, insolubles en agua, muy estables a la luz y temperatura, poca movilidad en el suelo y fácilmente degradables por microorganismos y no tóxicos a animales de sangre caliente.
Orgánicos naturales	
Insecticidas botánicos	Se derivan de los vegetales. Entre ellos se menciona la nicotina, piretrinas naturales, rotenona, etc. Son de estructura variada y generalmente complejas. Difieren en su modo de acción.
Insecticidas biológicos	Son derivados de microorganismos como bacterias, hongos, virus. El más conocido es la bacteria <i>Bacillus thuringiensis</i> .
Fuente: Elaboración propia basada en Escuela Agrícola Panamericana, 1996 en Martínez, 1999.	

Los plaguicidas presentan diferencias en su latencia o permanencia en el ambiente. Los no persistentes mantienen su acción entre 1-2 semanas, los moderadamente persistentes permanecen entre 1-18 meses, en los persistentes la actividad se pierde entre 2-5 años y los permanentes no son degradables, no se descomponen y su latencia es indeterminada, (Calderón, 1985).

Clasificación de los herbicidas

Los herbicidas son compuestos utilizados para eliminar las “malas hierbas” o arvenses que compiten con los cultivos. Se clasifican en orgánicos e inorgánicos, según los grupos que forman sus moléculas. Los herbicidas inorgánicos fueron descontinuados por su poca selectividad y alta persistencia en el suelo. Entre ellos se encuentran el ácido sulfúrico, el sulfato de hierro y cobre, y el clorato de sodio.

Los herbicidas orgánicos contienen en su molécula carbono, oxígeno e hidrógeno y los elementos que los caracterizan dentro de cada grupo toxicológico.

Clasificación de los fungicidas

Los fungicidas son aquellos compuestos utilizados para eliminar hongos. Según su composición se dividen en inorgánicos y orgánicos. Los compuestos orgánicos contienen en su molécula carbono, oxígeno e hidrógeno y los elementos que los caracterizan dentro de cada grupo.

Los fungicidas sistémicos son específicos para los organismos que controlan, el sitio de acción sobre el hongo y su capacidad de penetración en la planta. Su especificidad permite al hongo generar resistencia cuando se usan en forma deficiente y por mucho tiempo. Entre estos están los derivados de anilidas, benzimidazoles, organofosforados, pirimidinas, nitranilinas sustituidas y antibióticos.

Efectos de los plaguicidas

Los efectos tóxicos de los plaguicidas sobre la salud humana son agudos, subagudos o crónicos. Los agudos se presentan inmediatamente después una exposición única y consisten en la intoxicación sistémica y efectos locales en la piel y los ojos. Este tipo de intoxicación ha aumentado con el creciente uso de los plaguicidas organofosforados y carbámicos. Los efectos subagudos se presentan poco tiempo después de la exposición, son más leves que los agudos, tales como, mareos, dolores de cabeza, palpitaciones, sudoración excesiva, etc. Pueden ser confundidos con otras enfermedades, por lo que el paciente nunca recibe tratamiento para la intoxicación. Sin embargo, los órganos internos como hígado y corazón pueden sufrir daños. Los efectos crónicos resultan de exposición prolongada a plaguicidas y pueden producir daños en muchas partes del cuerpo.

Muchos de los posibles efectos a largo plazo tales como esterilidad, defectos congénitos, cáncer, daños al sistema nervioso y supresión del sistema inmunológico son muy graves y controversiales, ya que es muy difícil comprobar que son consecuencia de la exposición a plaguicidas, pues hay muchos factores que lo complican. Los experimentos con ratones muestran que los organoclorados son carcinogénicos, sin embargo al tratar de comprobar el aumento de cáncer en grupos humanos expuestos a los plaguicidas los resultados no han sido concluyentes, por lo que las compañías productoras de plaguicidas divulgan que los mismos no son cancerígenos. Una de las razones que complican los estudios es que se necesitan más de 20 años entre la exposición de un cancerígeno y la aparición de cáncer. Por lo tanto un resultado negativo en un estudio epidemiológico humano sobre efectos cancerígenos de los plaguicidas no es concluyente (Hansen, 1987: 31).

El comportamiento de los plaguicidas dentro del organismo es específico según su estructura fisicoquímica: los compuestos polares se excretan en la orina, en cambio, los efectos tóxicos de los compuestos apolares sobre los seres vivos ocurren principalmente a largo plazo y son crónicos. Tal es el caso del DDT y los organoclorados, que penetran en la membrana celular y se almacenan en el tejido graso, principalmente el sistema nervioso central, hígado, riñón y miocardio de los animales y en las partes ricas en lípidos en las plantas. Con el tiempo y alimentación deficiente, la grasa es metabolizada y los tóxicos son liberados provocando daños al organismo.

La dosis $Letal_{50}$ - dl_{50} – indica la posible toxicidad de un insecticida para el hombre, ya que se refiere a la dosis de una sustancia que al ser administrada a un grupo de animales, posiblemente causará la muerte del 50%. Se expresa en Mg de veneno por cada Kg de peso del animal. Puede referirse a venenos orales o dérmicos. En el siguiente cuadro se observa dicha clasificación, la cual debe aparecer en la etiqueta que acompaña al plaguicida.

Cuadro No. 3					
Clasificación de los plaguicidas según vías de ingreso y toxicidad expresada en dl_{50}					
Categoría Toxicológica		Vía de ingreso			
		Oral		Dérmica	
Peligrosidad	Símbolo pictográfico	Sólidos	Líquidos	Sólidos	Líquidos
1a. Extremada	Muy tóxico, rojo	5 ó menos	20 ó menos	10 ó menos	40 ó menos
1b. Alta	Toxico, rojo	5-50	20-200	10-100	40-400
II. Moderada	Dañino, amarillo	50-500	200-2000	100-1000	400-4000
III. Ligera	Cuidado, azul	más de 500	más de 2000	más de 1000	más de 4000
IV.	Precaución, verde	más de 2000	más de 3000		

Los insecticidas organofosforados tienen alta toxicidad para los mamíferos, por ejemplo el tetraetilpírofosfato (TEPP) y el parathion, cuyas dosis orales fatales son de 0.05 y 0.1 gr, respectivamente, para un adulto de 70 Kg de peso. La dosis fatal de malatión es de 0.6 gr/70 Kg de peso (Calderón, 1985). Los plaguicidas organofosforados son rápidamente absorbidos a partir de la piel, los pulmones y tracto gastrointestinal, aumentando la posibilidad de envenenamiento agudo durante la aplicación. Los organofosforados y los carbamatos inhiben la enzima acetilcolinesterasa⁶, y a diferencia de los primeros, su acción es reversible con el tiempo. La intoxicación presenta los siguientes síntomas: síndrome colinérgico: sudoración, sialorrea, miosis, colapso respiratorio, bronco espasmos, vómitos, tos, cólico y diarreas; Síndrome nicotínico: calambres, fasciculación muscular, dolores musculares e hipertensión arterial; Síndrome neurológico: confusión mental, ataxia, convulsiones, depresión de los centros cardiorrespiratorios.

En Colombia en 1989 se estudió el aumento desproporcionado de abortos prematuros con relación al empleo de insecticidas organofosforados, constatándose un promedio de 58.2 abortos por año y 14 partos prematuros entre 1975 y 1979 (Universidad Nacional de Colombia, 1990:61).

La intoxicación por organoclorados presenta los siguientes síntomas: Cefalea persistente, contracciones musculares, temblores, convulsiones, parestesias, trastornos de equilibrio, hepatomegalia, neumonitis química, lesiones hepáticas y renales.

La leche humana es un sustrato que concentra los más altos niveles de residuos de plaguicidas, porque el hombre es eslabón clave y final en el proceso de la magnificación biológica, proceso especialmente marcado en los insecticidas del grupo de los hidrocarburos clorados (Universidad Nacional de Colombia, 1990:67).

El herbicida paraquat, un biopiridilo, tiene efectos severos e irreversibles sobre la salud humana, en especial en los pulmones, hígado, riñones, sistema nervioso central, tejidos celulares, piel, mucosas. La intoxicación crónica con paraquat se manifiesta con daños en la piel, caída de las uñas, bronquitis y otros problemas respiratorios (Universidad Nacional de Colombia, 1990:63).

Según estudios en Centroamérica, los plaguicidas son nocivos a la salud por sus efectos crónicos, intoxicaciones en menores de edad y por sus efectos retardados y a largo plazo. Por su peligrosidad, en junio del presente año, diversas organizaciones de ambientalistas de Guatemala, tales como el Centro de Acción Legal Ambiental (CALAS) y la Red de Acción en Plaguicidas y Alternativas para América Central (REPAC) promueven la prohibición de doce plaguicidas considerados muy peligrosos. De los doce, los siguientes cuatro insecticidas son considerados como extremadamente peligrosos: Metil paration, Terbufos, Etoprofos y Aldicarb. Los restantes 8 plaguicidas considerados a ser prohibidos son: los insecticidas Metamidofos, Metomil, Monocrotofos, Carbofuran, Endosulfán, Clorpirifos, el herbicida Paraquat y el Fosfuro de Aluminio utilizado para fumigar insectos y roedores.

Ambitos de exposición a los plaguicidas

⁶ Enzima presente en el sistema nervioso central y glóbulos rojos.

En el siguiente cuadro se muestran los ámbitos de exposición a los efectos de los plaguicidas.

Cuadro No. 4 Ambitos de exposición a los efectos de los plaguicidas	
Ambito ocupacional	Población en general
<ul style="list-style-type: none"> • En la investigación, desarrollo, fabricación, formulación, transporte, almacenamiento y expendio de los plaguicidas. • En la preparación de mezclas, aplicación, mantenimiento de equipos de aplicación y de protección, y en la disposición final de envases y empaques. • Al entrar en campos recientemente fumigados. • Al limpiar productos agrícolas contaminados • Al consumir productos agrícolas contaminados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Comunidades rurales que viven cerca de donde se hacen aplicaciones. • Familiares de trabajadores agrícolas, especialmente niños y embarazadas. • Personas que lavan la ropa de trabajadores expuestos. • Comunidades urbanas y rurales donde se hacen aplicaciones domésticas o campañas de salud pública. • Toda la población que esta expuesta a los alimentos y aguas contaminadas por residuos de plaguicidas.
Fuente: Elaboración propia según datos de Martínez, 1999.	

Medidas de precaución recomendadas al usar plaguicidas

Los fabricantes de plaguicidas hacen recomendaciones generales en muchos de los empaques o etiquetas de los plaguicidas, que incluyen medidas de precaución, equipo necesario para fumigar, medidas para protección del ambiente, síntomas de intoxicación y primeros auxilios, (Véase, Cuadro No.5).

Cuadro No. 5 Recomendaciones sobre el uso y manejo de los plaguicidas	
Medidas de precaución	No comer o beber durante el manejo o aplicación del producto. Manténgase alejado de animales, niños y personas mentalmente incapaces. No almacenar este producto en casas de habitación, Conservar y transportar el plaguicida en su envase original bien etiquetado y cerrado herméticamente, separado de herbicidas, forrajes, alimentos y medicamentos. Almacene en lugar fresco y seco. Manéjese con cuidado para evitar derrames. Si ello ocurre cúbralo con aserrín y otro material orgánico absorbente y elimínelo según la legislación local vigente. Báñese luego de trabajar y póngase ropa limpia.
Equipo necesario para fumigar	Botas, mascarilla, gafas de seguridad, guantes, sombrero, overol, equipo de medición, bomba aspersora.
Síntomas de Intoxicación	Debilidad muscular, irritación de ojos, piel y membranas del tracto respiratorio. Dolor de cabeza, náusea. Alergias en personas sensibles.
Primeros auxilios	Por ingestión: No en todos los casos se recomienda inducir el vómito, revisar las indicaciones del producto. Por inhalación: Alejar al paciente del área contaminada hacia un lugar fresco y ventilado. Manténgalo en reposo. Por contacto con los ojos: Lavar de inmediato con agua limpia durante 15 minutos. Por contacto con la piel: Quitar ropa y zapatos contaminados, lavar las partes afectadas con abundante agua y jabón por 15 min.
Medidas para protección ambiental	No contamine ríos ni estanques con este producto ni sus empaques vacíos.
Fuente: EDIFARM, 2001: 333.	

Contaminación de alimentos por residuos de plaguicidas

La cantidad de plaguicidas que permanece en los vegetales cosechados depende del tipo de plaguicida, de la cantidad y frecuencia de las aplicaciones, de la recolección y de la pluviosidad local, que favorece el arrastre e hidrólisis del ingrediente activo de cada plaguicida.

En Costa Rica un estudio realizado detectó concentraciones de clorotalonil en hortalizas (en tomate = 0.8 ppm, en lechuga = 0.7 ppm, en apio = 13.8 ppm y en culantro = 0.1 ppm), lo cual indica que para el consumo de una ensalada fresca, contendrá 0.432 mg de clorotalonil, que es igual a 14.4 veces más del nivel permisible o de tolerancia por la FAO/OMS.

En el caso de la ganadería, los residuos de plaguicidas organoclorados pasan del suelo al forraje y finalmente son absorbidos por los animales, depositándose en su grasa y aumentando las concentraciones de residuos en la carne y leche (INCAP, 1992).

Además de la bioacumulación que causan algunos plaguicidas en la cadena alimenticia, otras formas de contaminación de los alimentos son el uso excesivo de plaguicidas en el sector agropecuario, la contaminación durante el almacenamiento, transporte, el expendio o la preparación de los alimentos y la recolección de los productos agrícolas sin esperar el intervalo de seguridad ó período de carencia⁷.

Contaminación ambiental por plaguicidas

El impacto ambiental se refiere al conjunto de fenómenos naturales o causados por el hombre, capaces de ocasionar modificaciones sobre el ambiente y sus ecosistemas. En general estos efectos son negativos y percibidos en la calidad de los componentes ambientales (agua, suelo y aire), sobre la salud y el bienestar de las poblaciones de seres vivos. Entre las propiedades de los plaguicidas que hacen que se les considere contaminantes ambientales esta la toxicidad, la estabilidad y la persistencia. Por ejemplo, los compuestos organoclorados, se descomponen muy lentamente en el suelo (su vida media es de aproximadamente 10 años), lo cual aumenta las posibilidades de que entren en la cadena: suelo-planta-animal-hombre. Debido a su persistencia surgen otros problemas ambientales como la dispersión, la bioacumulación⁸ y la biomagnificación⁹ de los residuos a través de las redes alimenticias, incluyendo los alimentos del ser humano. Por dichas características, la aplicación desmedida ha tenido graves consecuencias sobre las poblaciones de aves, en particular las rapaces ya que, además de causar la muerte, afectan su capacidad de reproducción.

⁷ Frecuentemente no se cumplen las recomendaciones del intervalo de espera entre la última aplicación y la cosecha. Para algunos plaguicidas los metabolitos que se forman durante los primeros días después de la aplicación, son más tóxicos que el compuesto original.

⁸ Los metales pesados y los compuestos orgánicos sintéticos tienden a acumularse en el organismo, por lo que cantidades reducidas y en apariencia inofensivas absorbidas durante un largo período llegan a alcanzar niveles tóxicos.

⁹ La bioacumulación que ocurre en el individuo, se agrava conforme avanza la cadena alimenticia, ya que cada organismo acumula la contaminación de sus alimentos, por lo que el siguiente organismo de la cadena será un alimento más contaminado, acumulando el agente a un grado mayor. A este fenómeno se le llama biomagnificación.

En cambio, los compuestos organofosforados son sustancias poco persistentes en el ambiente, sus efectos son a corto plazo y fácilmente degradables en el medio, por lo que es poco probable que se biomagnifiquen a través de las redes tróficas.

La contaminación de cursos y masas de agua por plaguicidas ocurre por la descarga de residuos industriales y sobrantes de agua del lavado de equipos por su aplicación directa al agua, por el desplazamiento de plaguicidas arrastrados por la lluvia hacia los cauces, por las aplicaciones aéreas cercanas a ríos y lagos y por el uso de estos productos como instrumentos de pesca. Además, otro problema asociado al uso de plaguicidas es el inadecuado destino final de los remanentes y envases de plaguicidas.

La aplicación de fertilizantes químicos o sintéticos introduce al ambiente nitratos y nitritos, contaminando el suelo y los cuerpos de agua.

La evaluación del grado de contaminación del suelo por plaguicidas es de particular importancia, debido a la transferencia de los contaminantes a los alimentos (INCAP, 1992).

Adicionalmente, los insecticidas cuya acción letal es dirigida en contra de insectos nocivos a los cultivos, también actúan sobre otras especies que a su vez son depredadoras de otras; consecuentemente, insectos que otrora existían en pequeña escala, actualmente tienen una población mayor. También se da la muerte de las abejas, importantes para la polinización (Hansen, 1987: 30).

Los insecticidas también pueden causar resistencia¹⁰ en algunos insectos, por lo que deben aumentarse las dosis de aplicación, incrementando la contaminación ambiental (Calderón, 1985).

Acerca de los efectos sobre otros organismos, los compuestos organofosforados, no permanecen en las cadenas tróficas, sin embargo debido a su alta toxicidad, causan mortandad de especies que no constituyen el blanco, como peces, abejas y otros insectos polinizadores. Los carbamatos tampoco tienden a persistir en el ambiente después de que han cumplido su función, sin embargo tienen efectos adversos sobre las algas y los invertebrados acuáticos.

Los plaguicidas que tienen alta presión de vapor se volatilizan con facilidad durante o después de su aplicación, contaminando el aire. La aplicación aérea no controlada puede ocasionar la contaminación del aire de poblados aledaños a zonas agrícolas y pueden causar intoxicaciones en las poblaciones expuestas (INCAP, 1992; Wesseling, 1991). De la dosis aplicada en cierta área de cultivo, se estima que solo el 50% cumple su objetivo y el resto se distribuye por la atmósfera y se precipita de nuevo a la tierra (Calderón, 1985).

Los plaguicidas en Guatemala

Las instituciones estatales involucradas en la comercialización, manejo y uso de los plaguicidas en Guatemala son: El Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación

¹⁰ La resistencia es una menor sensibilidad de una población de especies animales o vegetales ante un plaguicida, como resultado de su repetida aplicación.

(MAGA) y el Ministerio de Salud. Existen comisiones interinstitucionales de plaguicidas de los Ministerios de Salud y Agricultura, cuyas funciones comprenden los aspectos relacionados con la legislación acerca del manejo, comercialización y análisis de la problemática en torno a ciertos productos y políticas del gobierno (Martínez, 1999).

La ley que rige la venta y uso de plaguicidas es el Acuerdo Gubernativo No. 377-90 con el reglamento sobre registro, comercialización, uso y control de plaguicidas y sustancias afines. El reglamento contiene clasificación toxicológica, registro de plaguicidas y su renovación, etiquetado, desalmacenaje, fabricación, formulación, reenvasado, propaganda, comercio, decomiso, almacenamiento, transporte, condiciones generales de uso, destrucción de envases vacíos, recolección de derrames y sanciones. La legislación es bastante actualizada y completa, pero su implementación es problemática por falta de recursos humanos y financieros en las instituciones encargadas de control y supervisión.

En áreas de la costa de Guatemala, se han utilizado durante muchos años grandes cantidades de plaguicidas organoclorados en los monocultivos, actualmente el uso principal de los plaguicidas en Centroamérica está dirigido al cultivo de banano, café, caña de azúcar, hortalizas, plantas ornamentales y granos básicos.

En el año 1973 se realizaron pruebas en las estaciones del área Ocós-Champerico, y presentaron contaminación con los insecticidas “toxafeno”, “lindano”, “aldrín”, “DDT” y sus metabolitos. En dichos lugares también se encontró contaminación en el camarón y especies recolectadas de peces¹¹. Veinte años después, en el altiplano del país se han encontrado en la leche de vaca y sus derivados, cantidades hasta de 140 ppm de DDT. Según estándares de la OMS, el máximo permisible es de solamente 5 ppm.

En la mayoría de los países el control de residuos de plaguicidas, solamente se realiza con productos para exportación, ya que los países importadores tienen legislaciones estrictas. En Guatemala, el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social realiza un control de residuos de plaguicidas de consumo local en el laboratorio oficial: Laboratorio Unificado de Control de Alimentos y Medicamentos –LUCAM–. La metodología utilizada es comprar los productos de la dieta del Guatemalteco en el mercado local, para lo cual se ha seleccionado la dieta del nivel socioeconómico medio-bajo por ser de los grupos más representativos del país. Desde el inicio de estos programas de control en el año de 1981, los niveles de DDT encontrados en la dieta estaban por debajo de la IDA (ingestión diaria admisible). Esto se debe a la prohibición del DDT en los años 80. La misma disminución se ha reportado para otros plaguicidas.

En 1987 el LUCAM reportó que los residuos más frecuentes encontrados en frutas y vegetales eran metamidofos (Tamarón, demetón de la familia del metasystox). Diez años más tarde, el metamidofos es uno de los plaguicidas residuales que más aparece en vegetales. Según la OPS es necesario ampliar el control de vegetales y frutas e investigar su origen para tomar acciones correctivas en el campo. Con base en los resultados de control se pueden establecer áreas geográficas de riesgo para intensificar las actividades de control y capacitación, o fortalecer las existentes.

¹¹ Monografía Ambiental Región Sur-Occidente. ASIES.

2.6.1 Los plaguicidas en Quetzaltenango

En el valle de Almolonga, Quetzaltenango, durante 1985, Calderón determinó los insecticidas usados, según el grupo toxicológico. Se reportó que el uso de insecticidas data de más de diez años. Se investigó una muestra de 96 agricultores, de los que un 65% eran alfabetos. A pesar de ello sólo un 21% reportó guiarse por la etiqueta del producto para su uso. Acerca de la asesoría que recibe el agricultor, se reportó que en el 70% de los casos la imparte el vendedor, también son tomados en cuenta los consejos de los papás (20%), el vecino (8%) y el técnico (2%). Además, el 68%, de los entrevistados en dicho estudio han cambiado el insecticida pues los insectos han mostrado resistencia. También se identificó que existe una fuerte sobre dosificación de insecticidas y se efectúan mezclas no adecuadas con otros compuestos (Calderón, 1985).

En el siguiente cuadro se enumeran en orden de importancia los insecticidas usados.

Cuadro No. 6		
Insecticidas utilizados en Almolonga, por orden de importancia		
Año 1985		
Nombre técnico	Nombre comercial	Dosis recomendada
Endosulfán	Thiodan	1-2 lt/mz
Metamidofos	Tamarón	0.5-1.5 lt/mz
Oxidemeton	Metasystox	0.3-1 lt/mz
Parathion metílico	Folidol	1-2 lt/mz
Foxim	Volatón	3-4 lt/mz

Fuente: Elaboración propia según datos de Calderón, 1985.

Según su dl_{50} dichos insecticidas son catalogados como sumamente peligrosos, a excepción del oxidemetón catalogado como muy peligroso. Por su peligrosidad el endosulfán está prohibido en algunos países de Latinoamérica, sin embargo en Centroamérica aún no.

Solamente un 15% de los agricultores entrevistados utilizaba una protección mínima consistente en sombrero, pañuelo en la nariz y botas. Se reportó que el 58% de la población ha sufrido trastornos por el uso de insecticidas. Además se reportó que el lavado de los instrumentos de fumigación se hace en los canales de riego, sin utilizar jabón ni detergente (Calderón, 1985).

En 1996 Martínez realizó un diagnóstico de la situación de la producción de hortalizas en el cantón Xecajá, Zunil, Quetzaltenango, para lo cual se entrevistó a 45 horticultores. Según un 85% de los mismos, para la fertilización del suelo se mezclan abonos químicos, tales como el triple 15 urea y los orgánicos como la gallinaza y la cáscara de manía, sin realizar previamente el análisis del suelo. Se utilizan 40 lb/cuerda de abonos químicos y de 12 a 15 sacos/cuerda de abono orgánico.

Además, un 95% de los agricultores utilizan plaguicidas para el control de plagas y enfermedades, sin tener el equipo de aplicación, ni de protección adecuados. Las dosis aplicadas son excesivas y sus intervalos de aplicación son muy cortos. En época lluviosa, las dosis de los productos más usados como Antracol, Thiodan, Folidol y Desis se intensifican para evitar las enfermedades en los cultivos. Un 10% de los horticultores

utilizan herbicidas químicos, tales como el Afilón y el Paraquat, que también son más intensamente utilizados en la época lluviosa.

En 1999 Martínez realizó un estudio de la situación actual sobre el uso y manejo de plaguicidas agrícolas de los horticultores del municipio de Zunil, Quetzaltenango a través de encuestas a 100 agricultores. Se reportó que el 100% de los agricultores utilizaban plaguicidas agrícolas en sus cultivos, incrementándose en los últimos 15 años.

En dicho estudio se reportó que el 100% de los horticultores utilizan aspersora de mochila, aunque solo el 39% sabe darle algún mantenimiento. Además, solo el 23% lee o pide que le lean las indicaciones de las etiquetas de los plaguicidas. El 69% de los horticultores dejan tirado en el campo los envases vacíos de plaguicidas y un 22% los reenvasa¹².

En el siguiente cuadro se observan los plaguicidas y fungicidas más utilizados.

Cuadro No. 7		
Plaguicidas y fungicidas más utilizados en Zunil,		
por orden de importancia		
Año 1999		
Nombre técnico	Nombre comercial	Categoría toxicológica
Insecticidas		
Parathion metílico	Folidol	Altamente peligroso
Oxidemeton	Metasystox	Altamente peligroso
Endosulfán	Thiodan	Moderadamente peligroso
Metamidofos	Tamarón	Altamente peligroso
Tiociclan-Hidrogenoxalato	Evisect	Ligeramente peligroso
Profenofos-cipermetrina	Tambo	Moderadamente peligroso
Malatión	Malatión	Ligeramente peligroso
Deltametrina	Decis	
Permetrina	Ambush	
Terbufos	Counter	Altamente peligroso
Fenamifos	Nemacur	Altamente peligroso
Fungicidas		
Propineb	Antracol	
Mancozeb	Mancozeb	Ligeramente peligroso
Dithane	Dithane	

Fuente: Elaboración propia según datos de Martínez, 1996.

2.6.2 Los plaguicidas en el Valle del Palajunoj

En el Valle de Palajunoj, varias caracterizaciones y diagnósticos de los sistemas de producción agrícola han sido elaboradas (Juárez, 2000; Matías, 2000; Montes, 2002; Ochoa, 2000; Penagos, 2001). Según las mismas se reporta lo siguiente:

¹² Las formas correctas de desechar envases vacíos de plaguicidas son no dejarlos tirados en el campo, lavarlos, enjuagarlos, perforarlos, quemarlos y enterrarlos. Según el Artículo 133 del Acuerdo Gubernativo 377-90, se prohíbe dejar abandonados en el campo, patio y otros lugares, envases vacíos que se hallan conteniendo plaguicidas. Estos deben ser destruidos en sitios alejados de las viviendas.

En Llano del Pinal se identificaron como problemas el uso intensivo en áreas de producción y el poco conocimiento de control de plagas, enfermedades y agroquímicos. En Chuicavioc se reportó que la tierra de cultivo es propia en su mayoría, con un promedio de 10 cuerdas/familia. Se arrienda tierra a personas de Almolonga. No hay manejo seguro de plaguicidas. En Bella Vista/Majadas hay un 20% de agricultores que arriendan tierra a la Municipalidad, pagando Q15.00/cuerda para sembrar maíz.

La Asociación PIES de Occidente con apoyo financiero del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo de Canadá -IDRC- realizó en el año 2004 el estudio “Utilización de agroquímicos en el Valle de Palajunoj: Proporción de familias agricultoras que los utilizan, prácticas y conocimientos acerca de su uso”, con fin de conocer los patrones de comportamiento de agricultores y agricultoras en la utilización de agroquímicos de esta zona rural predominantemente agrícola, del municipio de Quetzaltenango.

El estudio se fundamentó en el supuesto de que el uso y manejo de insumos agroquímicos empleados para la producción agrícola en esta zona, tiene un impacto negativo en la salud de la población y en el entorno ambiental y, que las familias conocen el adecuado uso y manejo de los insumos agroquímicos, además de conocer los riesgos que conlleva a la salud ambiental y humana la aplicación de los mismos.

Para realizar el estudio se utilizaron metodologías cualitativas, entre ellas. Se encuestó a una muestra de hombres y mujeres habitantes del Valle del Palajunoj, según la fórmula del muestreo simple aleatorio cuantitativo. Las encuestas fueron distribuidas proporcionalmente al número de habitantes registrados en cada localidad.

Se realizó observación en las parcelas de los agricultores y se llevó un diario de campo para anotaciones pertinentes a la investigación.

Se entrevistó a líderes de las comunidades estudiadas, miembros de las asociaciones de parcelarios, bajo riego y cooperativas. También se entrevistó a los comerciantes de agroquímicos en el Valle del Palajunoj, para conocer los productos más vendidos, costos generales, y orientaciones dadas a los agricultores.

Los principales hallazgos del estudio fueron los siguientes.

- El 81% de las familias agricultoras en la zona utilizan agroquímicos para sus cultivos.
- Se reportó el uso de 24 plaguicidas, los mencionados con mayor frecuencia fueron TAMARON (24), ANTRACOL (20), GESAPRIM (18), THIODANE (16), GRAMOXONE (10), AFALON (8) y AMBUSH (9). De ellos los más peligrosos son TAMARON (Organofosforado), clasificación toxicológica: I b. Altamente peligroso; FOLIDOL (Organofosforado), clasificación toxicológica: I. Altamente peligroso y VYDATE (Oxamilo), clasificación toxicológica: Ib. Altamente peligroso.
- Fue reportada una diversidad de combinaciones de los plaguicidas. La frecuencia de aplicación aumenta durante la temporada lluviosa.
- Al comparar las recomendaciones técnicas con las formas de aplicación de los plaguicidas por agricultores en el campo, se observa una utilización no adecuada

del producto, pues existen prácticas tales como la utilización de dosis, frecuencias de aplicación y plagas a controlar, distintas a las recomendadas.

- Sólo el 16% de las personas encuestadas conocen las categorías toxicológicas simbolizadas por las bandas de color de los empaques de los plaguicidas.
- Al fumigar, solo el 70% de los agricultores encuestados utilizan capa o nylon para cubrirse, 16% utiliza mascarilla y 14% guantes.
- Los conocimientos sobre dosis y frecuencia de aplicación de plaguicidas son menos conocidos por las agricultoras.
- El 37% de los hogares encuestados reportó intoxicación relacionada al uso de plaguicidas.
- Solamente 24% de las personas encuestadas recibieron capacitación sobre el uso y manejo de plaguicidas.
- Acerca de la forma de eliminación de envases vacíos de plaguicidas, el 57% de los agricultores los quema y entierra, el 19% los tira en el campo, el 11% los deposita en canastas de seguridad, otras formas fueron menos mencionadas.
- 81% de los agricultores/as encuestados (31 agricultoras y 50 agricultores) conocen los efectos de los plaguicidas sobre la salud humana. Tanto los y las agricultoras mencionaron con más frecuencia el dolor de cabeza, náusea, vómito, diarrea, desmayos y muerte.
- 68% de los agricultores/as encuestados (23 agricultoras y 45 agricultores) conocen los efectos de los plaguicidas sobre el ambiente. Tanto los y las agricultoras mencionaron con más frecuencia la contaminación del ambiente, agua, aire y tierra.

En pocas palabras puede decirse que la mayoría de agricultores del Valle de Palajunoj emplean diversos tipos de agroquímicos en su producción agrícola, saben del daño que éstos pueden causar en la salud humana y ambiental pero no lo consideran un problema serio. Además, pocos son los agricultores que han recibido capacitación para usar adecuadamente los agroquímicos y también son pocos los que se protegen adecuadamente en el momento de aplicarlos en el terreno. La mayoría de las mujeres agricultoras han aprendido a usar estos productos al ver a los hombres trabajar y no por experimentación directa.

En términos generales, el estudio permitió comprobar el uso y manejo irracional e inadecuado de insumos agroquímicos por las y los agricultores, lo cual conlleva alto riesgo para la salud de las personas y la contaminación de los recursos naturales del Valle de Palajunoj, pero sin precisar los niveles de contaminación ni el verdadero impacto ambiental.

Las recomendaciones del estudio fueron las siguientes.

- Formular programas de educación permanente y extensión agrícola para los agricultores/as, así como para las y los escolares, sobre el uso y manejo seguro de

agroquímicos, los riegos que implica un mal uso y los beneficios de salud, económicos y ambientales de un uso adecuado. Es importante enfatizar en la necesidad de controlar adecuadamente el acceso a los agroquímicos por parte de los adolescentes, personas en estado de ebriedad o depresión, para evitar su ingesta voluntaria. Dichos programas deben coordinarse con las diversas empresas, instituciones y organizaciones relacionadas, con presencia en el Valle.

- Brindar asesoría técnica a los agricultores/as, tanto en métodos químicos como orgánicos, impulsando aspectos técnico – agrícolas, tales como el monitoreo de insectos y sus daños en los cultivos, momento oportuno de aplicación, plaguicidas adecuados, dosis, boquillas, calibraciones, mantenimiento de equipo, agroforestería, etc.
- Tecnificar a los propietarios de agroservicios y vendedores del Valle del Palajunoj, con el fin de que recomienden adecuadamente sobre el uso y manejo seguro de los plaguicidas a los agricultores y agricultoras del Valle del Palajunoj.
- Impulsar el manejo integrado de plagas como una alternativa que permita el uso más adecuado de los plaguicidas en el Valle del Palajunoj.
- Como una manera de evaluar los niveles de contaminación humana y ambiental debida al uso de agroquímicos, se deben realizar análisis de residuos de plaguicidas en la tierra, agua, hortalizas, suero humano y leche materna, así como de y fertilizantes en el suelo y agua.
- Evaluar los niveles de Acetilcolinesterasa en los agricultores/as, así como en la población general para conocer si la utilización de plaguicidas organofosforados tiene consecuencias en la salud de la población humana del Valle.
- Realizar monitoreo a largo plazo sobre el uso de plaguicidas y fertilizantes en el Valle del Palajunoj.

3. Resultados del Análisis Toxicológico de Plaguicidas en el Valle del Palajunoj

3.1 Análisis de Verduras

Para dicho análisis para cada muestra se preparó una libra de verdura fresca, se envolvió en papel aluminio, se envió en hielera a Guatemala para el análisis. Los resultados completos se muestran en el Cuadro No. 1. Se trató de coleccionar muestras que no habían sido recientemente fumigadas. En algunos casos se coleccionó la muestra cuando los agricultores estaban cosechando. La colecta de muestras fue realizada durante meses de lluvia, cuando hay un uso intensivo de plaguicidas.

De 15 muestras tomadas 8 mostraron residuos de organofosforados¹³ y piretroides¹⁴ y 5 de organoclorados¹⁵.

Los organofosforados detectados fueron: Clorpirifos con una frecuencia de 4, Metamidofos con una frecuencia de 2, Profenofos y Acefato se presentaron una vez cada uno. El piretroide Cipermetrin tuvo una frecuencia de 2.

Cuadro No. 8					
Informe del Análisis de Verduras					
Lugar	Vegetal	Organo fosforados	Resultado (ppm)	Organo clorados	Resultado (ppm)
Llanos del Pinal	Repollo		ND		ND
Chuicavioc	Brócoli		ND		ND
Llanos del Pinal	Cebolla	Clorpirifos	0.15		ND
		Cipermetrin (Piretroide)	0.13		
Xepache	Rábano		ND		ND
Xecaracoj	Zanahoria		ND	Endosulfán 1	0.06
Chuicaracoj	Rábano	Clorpirifos	0.36		ND
		Cipermetrin (Piretroide)	0.1		
Llanos del Pinal, parcela de persona de Almolonga	Lechuga	Clorpirifos	0.05	Endosulfán 1	0.03
				Endosulfán 2	0.03
				Endosulfán Sulfato	0.11
Tierra Colorada Baja Parcela de persona de San Juan	Cebolla	Clorpirifos	0.01		ND
		Profenofos	0.04		ND
Bella Vista	Repollo	Metamidofos	0.02		ND
Tierra Colorada Alta	Remolacha		ND		ND
Zunil	Cebolla		ND		ND
Candelaria	Coliflor		ND	Endosulfán 1	TR
Chuicavioc	Cebolla		ND		ND
Parcela ECAO	Lechuga	Metamidofos	0.1		ND
Xepache	Repollo	Acefato	0.01		ND

ND: No detectable, cantidad muy pequeña (bajo el límite de detección). Límite de detección (ppm): 0.001
 Endosulfán 1: Thiodan-1
 Endosulfán 2: Thiodan-2
 Método: Pesticide analytical Manual Vol. 1 (Transmittal No. 10/1999) PAM 302 E1 (Modified substitute acetone ether for petroleum ether and add NaCl a 1 st separator) PAM 302 E1 PAM C2 (1/94).

¹³ Compuestos no naturales que contienen carbono, hidrógeno y el radical Fósforo.

¹⁴ Compuestos no naturales que imitan a las piretrinas naturales como el veneno del crisantemo.

¹⁵ Compuestos no naturales que contienen carbono, hidrógeno y el radical Cloro

Las concentraciones registradas en partes por millón fueron las siguientes:

El Clorpirifos fue registrado en cantidades de: 0.15 ppm¹⁶, 0.36 ppm, 0.05 ppm, 0.01 ppm. El Metamidofos en cantidades de: 0.02 ppm y 0.1 ppm. El Profenofos 0.04 ppm y Acefato 0.01 ppm. El piretroide Cipermetrin en cantidades de 0.13 y 0.1.

Los organoclorados detectados fueron el Endosulfán 1 (Thiodan-1), con una frecuencia de 3, Endosulfán 2 (Thiodan-2), con una frecuencia de 1 y el Endosulfán Sulfato, con una frecuencia de 1.

El Endosulfán 1 (Thiodan-1) fue detectado en cantidades de 0.06 ppm, 0.03 y trazas no cuantificables. El Endosulfán 2 (Thiodan-2), con 0.03 ppm y el Endosulfán Sulfato, con 0.11 ppm.

3.2 Análisis de Agua

Cada muestra de agua fue de 1 litro, se colectó en frascos de vidrio los cuales fueron rotulados con sus respectivos datos, tapados con papel aluminio y luego con su tapadera, se refrigeraron y transportaron en hielera con suficiente hielo.

Como se observa en el Cuadro No. 9, al analizar las muestras de agua no se registró residuos de organofosforados ni organoclorados.

Cuadro No. 9			
Informe del Análisis de Agua			
Lugar	Tipo	Organofosforados	Organoclorados
Llanos del Pinal	Agua potable	ND	ND
Chuicavioc	Pozo de 15 metros	ND	ND
Llanos del Pinal	Pila Pública Sector VII	ND	ND
Xepache	Cisterna de lluvia	ND	ND
Xecaracoj	Pozo Coop Agrícola	ND	ND
Tierra Colorada Baja	Pila Pública	ND	ND
Bella Vista	Agua potable	ND	ND
Tierra Colorada Alta	Cisterna de lluvia	ND	ND
Zunil	Agua potable	ND	ND
Candelaria	Pozo	ND	ND
Chucaracoj	Pozo	ND	ND
Chuicavioc	Manantial	ND	ND
Chuicavioc	Pozo	ND	ND
Miniriego Xepache	Pozo	ND	ND
Chucaracoj	Tanque pozo	ND	ND
ND: No detectable, bajo el límite de detección. Método: Pesticide Laboratory Training Manual Chapter 3 (Modified Mills - Olney- Gaither (MOG) Method for Pesticide in Soil and Water			

3.3 Análisis de Leche Materna

¹⁶ Unidad empleada para valorar la presencia de elementos en pequeñas cantidades (traza) en una mezcla. Es «la cantidad de materia contenida en una parte sobre un total de un millón de partes».

Cada muestra de leche materna fue de aproximadamente 15 ml, se colocó en frascos de vidrio, cada uno fue rotulado con sus respectivos datos, tapados con papel aluminio y luego con su tapadera, se refrigeraron y transportaron en hielera con suficiente hielo. Como se observa en el Cuadro No. 10, al analizar las muestras de leche materna no se registró residuos de organofosforados ni organoclorados.

Cuadro No. 10			
Informe del Análisis de Leche Materna			
Lugar	Edad	Organoclorados	Organofosforados
Majadas	16	ND	ND
Xepache	38	ND	ND
Candelaria	22	ND	ND
Llanos del Pinal	20	ND	ND
Chuicavioc	24	ND	ND
Chucaracoj	17	ND	ND
Zunil	25	ND	ND
Xecaracoj	18	ND	ND
Xecaracoj	30	ND	ND
Chuicavioc	28	ND	ND
Chuicavioc	24	ND	ND
Tierra Colorada Alta	22	ND	ND
Tierra Colorada Baja	25	ND	ND
Tierra Colorada Baja	21	ND	ND
Llano del Pinal	31	ND	ND

ND: No detectable, bajo el límite de detección.
 Límite de detección pp^l DDE 5 µg/L (ppb)
 Método: Manual of Analytical Pesticide in Humans And Enviromental Samples EPA Section 5. A

3.4 Análisis de Suero Humano

Para la muestra de suero cada voluntario donó 2 ml de sangre, que se centrifugó y se colocó en un tubo de ensayo tapado y rotulado, se refrigeró y transportó en hielera con suficiente hielo¹⁷.

Como se observa en el Cuadro No. 11, se registró residuos de organoclorados derivados del DDT en 12 de las 15 muestras. Las concentraciones en partes por billón registradas del mismo fueron de 8.25, 8.00, 15.64, 6.26 y 5.30. En 7 casos solo se registraron trazas no cuantificables.

Además del análisis anterior se efectuó un análisis para registrar la actividad de colinesterasa eritrocitaria en sangre humana¹⁸, se tomó muestras de sangre que fueron colocadas en tubos de ensayo con heparina, y transportadas en hielera con hielo.

¹⁷ Como una forma de retribuir a los voluntarios su participación se efectuaron análisis de hematocrito, hemoglobina y VIH. Estos se realizaron en el Laboratorio y Banco de Sangre Álvarez, reconocido en Quetzaltenango y utilizado para los análisis de PIES de Occidente.

¹⁸ Este análisis fue efectuado por el Laboratorio de Toxicología de la Universidad de San Carlos de Guatemala en la ciudad de Guatemala.

Cuadro No. 11							
Informe del Análisis de Suero Humano							
Lugar	Sexo	Edad	Hematocrito	Hemoglobina	VIH	Organoclorados	Organofosforados
Chuicavioc	Hombre	46	45	15		pp-DDE*=TR	ND
Chuicavioc	Mujer	21	45	15		ND	ND
Llanos del Pinal	Hombre	50	45	15		pp-DDE=8.25	ND
Chuicavioc	Hombre	45	46	15.3		pp-DDE=8.00	ND
Majadas	Hombre	56	44	14.6		pp-DDE=15.64	ND
Xepache	Mujer	55	42	14		pp-DDE=TR	ND
Candelaria	Hombre	40	42	14		pp-DDE=TR	ND
Llanos del Pinal	Mujer	20	48	16		ND	ND
Chuicaracoj	Hombre	49	45	15		pp-DDE=6.26	ND
Almolonga	Hombre	57	52	17.3		pp-DDE=TR	ND
Xepache	Hombre	55	49	16.3		pp-DDE=5.30	ND
Xecaracoj	Mujer	50	47	15.6		pp-DDE=TR	ND
Xecaracoj	Mujer	55	45	15		pp-DDE=TR	ND
Xecaracoj	Mujer	27	44	14.6		ND	ND
Tierra Colorada Alta	Hombre	56	*	*		pp-DDE=TR	ND

*pp-DDE: 1,1-dichloro-2,2-bis (p-dichlorodiphenyl) ethylene es un metabolito producido al degradarse el DDT.
 ND: No detectable, bajo el límite de detección. TR: Trazas, no cuantificable bajo el límite de detección.
 Límite de detección pp' DDE 5 µg/L (ppb)
 * El agricultor pidió hacer estos análisis a su hija.
 Método: Manual of Analytical Pesticide in Humans And Enviromental Samples EPA Section 5. A

Como se observa en el Cuadro No. 12, al analizar las muestras de sangre se registró la actividad de la colinesterasa eritrocitaria dentro de un rango normal de unidades por hora, aunque ligeramente arriba del promedio normal. Las unidades por hora de colinesterasa registrada fueron de 0.74, 0.74, 0.77, 0.79, 0.71 y 0.71.

Cuadro No. 12			
Informe de la Actividad de Colinesterasa Eritrocitaria en sangre humana			
Lugar	Sexo	Edad	Actividad de colinesterasa eritrocitaria (U/H)*
Llanos del Pinal	Hombre	50	0.74
Chuicavioc	Hombre	45	0.74
Majadas	Hombre	56	0.77
Xepache	Mujer	55	0.79
Chuicaracoj	Hombre	49	0.71
Xepache	Hombre	55	0.71

*U/H Unidades por Hora
 Rango Normal de Actividad de Colinesterasa Eritrocitaria: .47 a 0.9 U/H con un promedio de 0.68

3.5 Análisis de Suelo

Cada muestra de suelo fue de aproximadamente 1 libra, envuelta en papel de aluminio y rotulada.

Como se muestra en el Cuadro No. 13 se registró contaminación en 4 muestras, con Endosulfán y sus derivados. En tres de las muestras se encontró Endosulfán 1 (Thiodan-1), Endosulfán 2 (Thiodan-2), y Endosulfán Sulfato.

Cuadro No. 13
Informe del Análisis de Suelos

Lugar	Organo fosforados	Resultado (ppm)	Límite de detección (ppm)	Organoclorados	Resultado (ppm)	Límite de detección (ppm)
Llanos del Pinal		ND			ND	
Chuicavioc	ND			Endosulfán 1	0.02	0.01
				Endosulfán 2	0.09	0.01
				Endosulfán Sulfato	0.21	0.01
Llanos del Pinal	Clorpirifos	0.02	0.01		ND	
Xepache	ND			ND		
Xecaracoj Coop Agrícola	ND			Endosulfán 1	0.03	0.01
				Endosulfán 2	0.08	0.01
				Endosulfán Sulfato	0.09	0.01
Chuicaracoj	Clorpirifos	0.03	0.01	ND		
Llanos del Pinal Parcela de persona de Almolonga	Clorpirifos	0.51	0.01	ND		
	Dimethoato	0.19	0.01			
Tierra Colorada Baja Parcela de persona de San Juan	Terbufos	0.27	0.05	ND		
	Clorpirifos	0.04	0.01			
Bella Vista	ND			ND		
Tierra Colorada Alta	ND			ND		
Zunil	Terbufos	2.83	0.05	ND		
	Ciflutrin	0.34				
	Clorpirifos	0.5	0.01			
Candelaria	ND			ND		
Chuicavioc	ND			Endosulfán 1	TR	0.01
				Endosulfán 2	0.03	0.01
				Endosulfán Sulfato	0.04	0.01
Parcela ECAO		ND		ND		
Xepache		ND		Endosulfán Sulfato	TR	0.01

ND: No detectable, bajo el límite de detección.

TR: Trazas, no cuantificable bajo el límite de detección.

Endosulfán 1: Thiodan-1

Endosulfán 2: Thiodan-2

Método: Pesticide Laboratory Training Manual Chapter 3 (Modified Mills - Olney- Gaither (MOG) Method for Pesticide in Soil and Water

A continuación se dan las concentraciones en partes por millón. Para Endosulfán 1 (Thiodan-1) las concentraciones registradas fueron: 0.02 , 0.03 y en una muestras solo se identificaron trazas. Para Endosulfán 2 (Thiodan-2) las concentraciones registradas fueron: 0.09 , 0.08 , 0.03 y para el Endosulfán Sulfato 0.21 , 0.09, 0.04 y en una muestras solo se identificaron trazas.

5 muestras de suelo fueron registradas con residuos de organofosforados. En las 5 muestras se encontró Clorpirifos, solo o combinado con otros productos. En una muestra se registró Clorpirifos con Dimetoato, en otra Clorpirifos con Terbufos y la ultima con Clorpirifos, Ciflutrin y Terbufos.

Las concentraciones en partes por millón halladas fueron: Clorpirifos 0.02; Clorpirifos 0.03; Clorpirifos 0.51 y Dimethoato 0.19; Terbufos 0.27 y Clorpirifos 0.04; y Terbufos 2.83, Ciflutrin 0.34 y Clorpirifos 0.5.

4. Discusión:

Debido a que en el valle no existen datos de este tipo, se determinó realizar el análisis de residuos de plaguicidas con el fin de conocer si existía esa contaminación en el Valle del Palajunoj y utilizar estos resultados como una herramienta que motivara el interés en un manejo adecuado de los plaguicidas y la elaboración de un reglamento sobre el uso de agroquímicos.

En general puede decirse que los resultados muestran que existe contaminación por residuos de plaguicidas en el Valle del Palajunoj, aunque aún no ha llegado a niveles muy altos debe considerarse que es el momento para actuar y evitar que aumente esa contaminación, lo que puede hacerse a través de la creación y utilización de un reglamento para el uso y manejo de los plaguicidas en el Valle del Palajunoj.

A continuación se discutirá brevemente los resultados obtenidos según el tipo de muestra. Con el fin de conocer las características toxicológicas de los plaguicidas reportados en las pruebas se realizó una búsqueda bibliográfica, cuyos resultados se adjuntan en los Anexos. En ella se presentan cuadros que resumen dichas características toxicológicas para ampliar la información acerca del daño que causan la salud humana y ambiental.

4.1 Verduras

De las 15 muestras solamente 27.8% no presentaron contaminación.

El resto presentó contaminación por los organofosforados: Clorpirifos, Metamidofos 2, Profenofos y Acefato. También por el piretroide Cipermetrin. Debe considerarse que aunque se buscó que las muestras no estuvieran recién fumigadas, en algunos casos en que los propietarios de los cultivos no estuvieron presentes no se pudo determinar hace cuanto tiempo habían sido fumigadas. Para cada plaguicida existe determinado tiempo de reingreso a la plantación, con el fin de que el compuesto se haya degradado y sea menos nocivo a la salud humana.

Según la bibliografía, el peligro de los organofosforados es su influencia en la inhibición de la enzima acetilcolinesterasa, por lo que deben ser usados con mucha precaución.

Acefato, Clorpirifos y Profenofos son moderadamente tóxicos a humanos. En Estados Unidos el Metamidofos es considerado altamente tóxico y su uso es restringido a fumigadores certificados.

La Cipermetrina es un material moderadamente tóxico por absorción dérmica o ingestión aunque sus efectos son severos en ecosistemas acuáticos y se almacena en la grasa. Por esta razón también es de uso restringido en los Estados Unidos.

La contaminación también fue registrada por el organoclorado Endosulfán y sus isómeros y metabolitos (Thiodan-1, Thiodan-2 y Endosulfán Sulfato). Endosulfán es una sustancia altamente tóxica que debe ser manejada con mucho cuidado.

Todos los plaguicidas, en diferente manera causan daños a los ecosistemas.

El Clorpirifos fue registrado en cantidades de: 0.15 ppm, 0.36 ppm, 0.05 ppm, 0.01 ppm. No se halló en la bibliografía el límite aceptable de tolerancia¹⁹.

En Estados Unidos se ha establecido un intervalo de 24 horas para entrar a las áreas de cultivo tratadas con formulaciones emulsificable o polvos disueltos de Clorpirifos sin trajes de protección.

El Metamidofos en cantidades de: 0.02 ppm y 0.1 ppm. Según regulaciones en Estados Unidos la tolerancia para residuos de Metamidofos en productos agrícolas no procesados varían de 0.5 ppm en o sobre melones a 1.0 ppm en o sobre brócoli y tomates. Por lo que podría decirse que las cantidades registradas en las verduras del Valle están bajo los límites permitidos. Debe recordarse que Metamidofos es un potente inhibidor de la acetilcolinesterasa.

El Profenofos se registró en 0.04 ppm. No se halló en la bibliografía el límite aceptable de tolerancia.

En el Valle del Palajunoj, el Acefato se registró en 0.01 ppm. Según regulaciones en Estados Unidos la tolerancia para residuos de Acefato en productos agrícolas no procesados varían de 1.0 mg/kg para lechuga y pepinos y 0.5 mg/kg para tomates. Por lo que podría decirse que está bajo los límites permitidos.

El piretroide Cipermetrina se encontró en cantidades de 0.13 y 0.1 no se halló en la bibliografía el límite aceptable de tolerancia. Cipermetrina es un material moderadamente tóxico por absorción dérmica o ingestión. Los piretroides pueden afectar adversamente el sistema nervioso central. En Estados Unidos algunos o todos los productos conteniendo Cipermetrina pueden ser clasificados como Pesticidas de Uso Restringido (PUR) por la Agencia de Protección Medioambiental de EUA (EPA), por la toxicidad de la Cipermetrina a los peces. Dichos pesticidas pueden ser comprados y usados solo por aplicadores certificados.

El Endosulfán 1 (Thiodan-1) fue detectado en cantidades de 0.06, 0.03 y trazas no cuantificables. El Endosulfán 2 (Thiodan-2), con 0.03 ppm el Endosulfán Sulfato, con 0.11 ppm. No se halló en la bibliografía el límite aceptable de tolerancia.

La contaminación detectada en verduras puede deberse a su presencia en o sobre los vegetales debido a los diferentes tiempos de vida media de los productos utilizados y al tiempo pasado desde la última aplicación de plaguicidas. Sin embargo esto puede variar si las concentraciones utilizadas por los agricultores o la intensidad de fumigación varían de lo recomendado por los fabricantes. Los lugares donde no se registraron residuos en las verduras fueron Chuicavioc, Zunil y Tierra Colorada Alta. En Zunil y una parcela de Chuicavioc se colectó la muestra durante su cosecha.

Es importante recalcar la importancia de evitar que las verduras producidas en el Valle del Palajunoj estén contaminadas con residuos de plaguicidas, para proteger la salud humana al consumirlas y que los productores al garantizar que no están contaminadas puedan comercializarlas mejor.

¹⁹ Cantidad máxima en que es permitido un plaguicida.

4.2 Agua

Los resultados del análisis a fuentes de agua no registraron residuos de organofosforados ni organoclorados. Esto puede deberse a que los residuos de plaguicidas pueden no haber alcanzado los mantos freáticos²⁰ por ser profundos, o estar en lugares lejanos a los sitios agrícolas, o que las cantidades aplicadas no han sido suficientes para causar dicha contaminación. Los suelos del Valle son arenosos, pudiendo causar inmovilidad para ciertos plaguicidas. Además algunos de los plaguicidas encontrados no se disuelven en el agua, o son degradados en poco tiempo.

Es importante recalcar que los habitantes del valle y las autoridades locales y municipales deben seguir monitoreando la calidad del agua y velando para que la misma no se contamine y produzca enfermedades en las personas que la consuman.

4.3 Leche materna

Según los resultados obtenidos, en las muestras de leche materna no se registró residuos de organofosforados ni organoclorados. Nos parece extraño que habiéndose detectado DDT en suero sanguíneo, no registró en la leche materna. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que las edades de las madres lactantes iban de 16 a 38 años, y solo dos de ellas tenían más de 29 años. Esto podría relacionarse a que las mujeres en edad reproductiva actualmente sufran una menor exposición al DDT, como han determinado otras investigaciones²¹.

Los habitantes del valle y las autoridades locales y municipales deben seguir velando para disminuir la contaminación por plaguicidas y que no se afecte la salud de las madres y los niños del valle del Palajunoj.

4.4 Suero Humano

En las muestras de suero humano se registró residuos de organoclorados derivados del DDT en 80% de las muestras. Las concentraciones registradas del mismo en partes por millón fueron de 8.25, 8.00, 15.64, 6.26 y 5.30. En 7 casos solo se registraron trazas no cuantificables.

En Estados Unidos, el límite de tolerancia de DDE en suero humano es de >3.5ng/ml. En países como México, Brasil, India y Pakistán la media para el p, p DDE se registró entre 8.5 y 14.5 ppb. En tanto la media para el p,p DDT era entre 0.6 y 1.18.

Debe considerarse que el DDT es muy lentamente transformado en los sistemas animales, su degradación inicial en estos es en 1,1-dicloro-2,2-bis(p-diclorodifenil)etileno (DDE) and 1,1-dicloro-2,2-bis(p-clorofenil)etano (DDD), que son rápidamente guardados en los tejidos grasos. Se observó que las 3 muestras de suero que no registraron residuos de DDE eran de mujeres entre los 20 y 27 años, esto podría

²⁰ Depósito de aguas subterráneas que se forma donde el agua de lluvia se filtra.

²¹ Residuos de plaguicidas organoclorados en leche materna, grasa abdominal y sangre en mujeres del departamento de Chinandega. CIRA-UNAN-Managua.

indicar una menor exposición al DDT, mientras que las demás muestras eran de personas mayores de 40 años.

La ausencia de organofosforados puede deberse a que son sustancias poco persistentes en el ambiente, sus efectos son a corto plazo y fácilmente degradables en el medio.

Todas las comunidades del valle registraron contaminación humana por residuos de DDT.

Por recomendaciones de expertos en toxicología se efectuó el análisis de colinesterasa eritrocitaria en sangre humana²². En el 100% de las muestras analizadas se registró la actividad de la colinesterasa eritrocitaria dentro de un rango normal de unidades por hora²³, aunque ligeramente arriba del promedio normal. Las unidades por hora de colinesterasa registrada fueron de 0.74, 0.74, 0.77, 0.79, 0.71 y 0.71.

Los habitantes del valle y las autoridades locales y municipales deben trabajar para continuar haciendo análisis de sangre para observar si existe más contaminación por plaguicidas y trabajar para evitar que el uso de plaguicidas sea controlado y no se afecte la salud de las personas que viven en el Valle del Palajunoj.

4.5 Suelo

40% de las muestras de suelo no registraron contaminación.

Se registró contaminación en 4 muestras, con Endosulfán y sus derivados. En tres de las muestras se encontró Endosulfán 1 (Thiodan-1), Endosulfán 2 (Thiodan-2), y Endosulfán sulfato. Una muestra solamente presentó Endosulfán Sulfato.

Para Endosulfán 1 (Thiodan-1) las concentraciones registradas fueron: 0.02 , 0.03 y en una muestra solo se identificaron trazas. Para Endosulfán 2 (Thiodan-2) las concentraciones registradas fueron: 0.09 , 0.08 , 0.03 y para el Endosulfán Sulfato 0.21 , 0.09, 0.04 y en una muestra solo se identificaron trazas. No se halló en la bibliografía el límite aceptable de tolerancia en el suelo.

El Endosulfán es un insecticida organoclorado, altamente tóxico

El Endosulfán comercial es elaborado por una mezcla de dos partes separadas, los isómeros alfa (1) y beta (2). El Endosulfán se pega a las partículas de suelo rápidamente, como no se disuelve fácilmente en agua no es probable que cause contaminación de las aguas subterráneas. Los dos isómeros tienen diferentes tiempos de degradación en el suelo. La vida media para el alpha isómero es 35 días y 150 días para el beta isómero bajo condiciones neutras. Los componentes son degradados en el suelo por hongos y bacterias. El producto de degradación, el endosulfan sulfato es más persistente que el compuesto original, es el 90% del residuo en 11 semanas. No se halló en la bibliografía el límite aceptable de tolerancia en el suelo.

5 muestras de suelo fueron registradas con residuos de organofosforados. En las 5 muestras se encontró Clorpirifos, solo o combinado con otros productos. En una muestra se registró Clorpirifos con Dimetoato, en otra Clorpirifos con Terbufos y la última con Clorpirifos, Ciflutrin y Terbufos.

²² Los organo-fosforados inhiben la actividad de la enzima acetilcolinesterasa, importante para la transmisión normal de los impulsos nerviosos.

²³ El Rango Normal de Actividad de Colinesterasa Eritrocitaria es 0.47 a 0.9 unidades por hora y un promedio de 0.68

Las concentraciones en partes por millón halladas fueron: Clorpirifos 0.02; Clorpirifos 0.03; Clorpirifos 0.51 y Dimetoato 0.19; Terbufos 0.27 y Clorpirifos 0.04; y Terbufos 2.83, Ciflutrin 0.34 y Clorpirifos 0.5. La mayor de las concentraciones halladas corresponde a Terbufos, en un terreno en Zunil, dicha parcela es la única que muestra contaminación por 3 organofosforados.

El Clorpirifos es un insecticida organofosfato, moderadamente tóxico a humanos. Es inmóvil en los suelos, no es fácilmente soluble en agua por lo que es poco probable que contamine aguas subterráneas. Degrada más fácilmente en suelos arenosos, como los del Valle. Sin embargo puede ser tóxico a algunas plantas como la cabeza de lechuga. Puede permanecer en las superficies vegetales de 10 a 14 días. En ciertos cultivos se acumula el insecticida o sus metabolitos que están en el suelo. No se halló en la bibliografía el límite aceptable de tolerancia en el suelo.

El Dimetoato es un insecticida organofosforado, moderadamente tóxico. Es biodegradable, altamente soluble en agua y poco persistente en el suelo. Su vida media en el suelo es 4 a 16 días. Se degrada más rápido en suelos húmedos. No se halló en la bibliografía el límite aceptable de tolerancia en el suelo. No es tóxico a las plantas.

El Terbufos es un insecticida organofosforado, altamente tóxico. Si tiene más del 15% de concentración es de uso restringido. Es moderadamente persistente en el suelo, en suelos arenosos se degrada más. Es inmóvil, por lo que es poco probable que contamine aguas subterráneas. No se halló en la bibliografía el límite aceptable de tolerancia al suelo. Se mueve del suelo a las plantas donde es degradada la mayor parte rápidamente. Pocas trazas son encontradas en los vegetales maduros.

El Ciflutrin es un piretroide sintético según su concentración puede ser o no de uso restringido.

Se degrada por la luz solar. En la superficie del suelo su vida media es 48-72 horas. En suelos turbo arenosos su vida media es de 63. Muy inmóvil en suelos. No se considera amenaza a contaminar aguas subterráneas. Poca información generada sobre su degradación en la vegetación. No se halló en la bibliografía el límite aceptable de tolerancia al suelo.

Debe seguir el monitoreo de la contaminación de suelo por plaguicidas y buscar métodos para recuperar los suelos contaminados.

5. Conclusiones

- Por el número de muestras efectuadas puede decirse que se efectuó un análisis exploratorio de la situación de contaminación por residuos de plaguicidas en el Valle del Palajunoj.
- Con la información obtenida y el nivel de análisis realizado se puede concluir que en las verduras existe contaminación aunque no ha llegado a niveles altamente tóxicos, sin embargo si los plaguicidas no se usan en forma adecuada esta contaminación puede aumentar a niveles peligrosos a la salud de los consumidores.

- Los residuos de plaguicidas en las verduras fueron: los organofosforados Profenofos y Acefato, el piretroide Cipermetrin y el organoclorado Endosulfán, sus isómeros y metabolitos.
- De los plaguicidas registrados en verduras, los más peligrosos por su alta toxicidad son el Metamidofos, Endosulfán y Clorpirifos.
- En fuentes de agua no se registró contaminación por residuos de organofosforados ni organoclorados, sin embargo las fuentes de agua pueden contaminarse si los plaguicidas no se usan en forma adecuada y segura, y causar enfermedades a quienes consuman dicha agua.
- En leche materna no se registró residuos de organofosforados ni organoclorados.
- En suero humano se registró residuos de organoclorados derivados del DDT en 80% de las muestras.
- Todas las comunidades del valle registraron contaminación humana por residuos de DDT.
- En el total de las muestras de sangre analizadas para detectar la actividad de la colinesterasa eritrocitaria, esta se registró dentro de un rango normal de unidades por hora.
- 60% de las muestras de suelo registraron contaminación, dicha contaminación puede aumentar si no se usan de manera apropiada los plaguicidas.
- Los residuos de plaguicidas en el suelo fueron los organofosforados: Clorpirifos, Metamidofos, Dimetoato y Terbufos; el organoclorado Endosulfán y sus derivados y el piretroide Ciflutrin
- Los residuos de plaguicidas mas encontrados en suelos fueron Clorpirifos y Endosulfán y sus derivados.

6. Recomendaciones:

- Los resultados obtenidos en este estudio muestran que en verduras, suelo y sangre humana se detectan niveles de contaminación por residuos de plaguicidas. Estos resultados son una llamada de atención pues de seguir el uso inadecuado de plaguicidas en el Valle de Palajunoj se pone en grave peligro la salud humana y ambiental de las personas que habitan en el valle y de las personas que consumen los productos agrícolas que allí se cosechan.
- Se recomienda que los agricultores, autoridades comunitarias y municipales, líderes y población en general del Valle de Palajunoj regulen de una forma eficaz, tal como un reglamento consensuado, el uso adecuado y seguro de plaguicidas en el municipio y realicen prácticas agrícolas favorables para la salud humana y ambiental. Esto será positivo para la salud de los agricultores y la de los consumidores pues se cosechará un producto vegetal de mejor calidad que puede ser

preferido por los consumidores. También se protegerá a la naturaleza, evitando la contaminación del suelo, el aire y el agua.

- Realizar un análisis mas completo de residuos de plaguicidas, utilizando las normativas metodológicas internacionales y un mayor número de muestras para darle una mayor representatividad.
- Analizar los metabolitos de plaguicidas (o del producto inalterado) en muestras de sangre y orina humana en adultos y niños/as para determinar se existe contaminación humana por plaguicidas.
- Determinar se existe proteinuria en los agricultores y habitantes del valle de Palajunoj, la cual podría asociarse a la contaminación por plaguicidas.
- Analizar el contenido de nitratos en el agua que se consume en el Valle del Palajunoj para verificar si hay contaminación por fertilizantes.
- Efectuar más análisis de actividad de la enzima acetil colinesterasa para determinar si hay efectos por residuos de organofosforados.
- Crear un sistema de monitoreo de residuos de plaguicidas y fertilizantes en verduras, suelo, sangre, orina, agua y leche materna en el Valle del Palajunoj para verificar el uso adecuado de plaguicidas y fertilizantes, detectar si existen contaminaciones y resolver las mismas, evitando que peligre la vida humana y la salud ambiental.
- Realizar un estudio cuantitativo de la aplicación de plaguicidas, incluyendo las prácticas efectuadas por los agricultores.
- Dar a conocer la información toxicológica y las formas apropiadas de uso y manejo de los plaguicidas utilizados en el Valle.
- Fomentar el uso de practicas orgánicas en la agricultura del Valle.
- Que los agricultores y agricultoras del Valle del Palajunoj tengan acceso a asistencia técnica agrícola para una agricultura que utilice en forma segura y eficaz los plaguicidas y fertilizantes.

7. Bibliografía

Asociación de Investigación y Estudios Sociales. 1993. Monografía Ambiental Región Sur-Occidente. Guatemala. Pp: 277.

Asociación para la Promoción, Investigación y Educación en Salud en el Occidente de Guatemala -Pies de Occidente-.2004. Utilización de agroquímicos en el Valle del Palajunoj: Proporción de familias agricultoras que los utilizan, diferencias de prácticas y conocimientos acerca de su uso, según los agricultores y las agricultoras.

Calderón, Francisco. 1985. Determinación de insecticidas usados, según grupo toxicológico en el valle de Almolonga, Quetzaltenango. Investigación inferencial. Programa de EPS. Facultad de Agronomía. Universidad de San Carlos de Guatemala. Pp. 42.

Granados, Erick. 2001. Propuesta de un nuevo enfoque para el análisis de la problemática agraria y aportes para una nueva propuesta de desarrollo sostenible, con el enfoque de la agricultura ecológica. ECAO. Pp. 7

Hansen, Michael. 1987. Escape del círculo vicioso de los plaguicidas: El reemplazo de los plaguicidas en los países en vías de desarrollo. Consumer Policy Institute-Consumers Union. Pp. 258.

Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP/OPS), Proyecto Plaga salud (MASICA-OPS), Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud (ECO/OPS), Universidad Estatal a Distancia (UNED), (1999). Diagnóstico, tratamiento y prevención de intoxicaciones agudas causadas por plaguicidas. Tercera edición. Costa Rica.

Martínez, Leonel. 1999 Diagnóstico de la situación actual de la producción de hortalizas del cantón Xecajá, Municipio de Zunil, Quetzaltenango. Investigación inferencial. Area Integrada, programa de EPS. Facultad de Agronomía. Universidad de San Carlos de Guatemala.

Universidad Nacional de Colombia, Red de Acción contra plaguicidas de América Latina, SENA Regional Valle. 1990. Memorias del I Simposio Internacional y II Nacional: Plaguicidas, ambiente y salud humana. Colombia. Pp. 324.

8. Anexos

Caracterización toxicológica de plaguicidas registrados en los análisis a muestras de verdura, suelo, agua, leche materna y suero en el Valle del Palajunoj.

A continuación se muestra una serie de cuadros que muestran algunas de las características toxicológicas de los plaguicidas. Al final puede verse el glosario de siglas utilizadas.

Cuadro No. 1 Compuestos y Características Toxicológicas		
	Acefato	Clorpirifos
Actividad	Insecticida organofosforado, depresor de acetilcolinesterasa	Insecticida organofosforado, depresor de acetilcolinesterasa. Moderadamente toxico a humanos.
Estatus Regulatorio	En Canada, el Límite Máximo Residual (LMR) (< 0.1 mg/kg), EUA 1.0 mg/kg en lechuga y pepinos y 0.5 mg/kg para tomates. Etiquetarse con palabra "PRECAUCION"	Agencia de Protección Medioambiental de EUA, EPA ha establecido intervalo de 24 horas para entrar a las áreas de cultivo tratadas sin trajes de protección. Etiquetarse con palabra "ADVERTENCIA" o "PRECAUCIÓN"
Sintomas de Exposición	Ligera irritación de los ojos y la piel.	Ligera irritación de los ojos y la piel.
Toxicidad Aguda	Mamíferos: LD50 oral = 500-5,000 mg/kg LC50 inhalación = 2-20 mg/l). Conejos: LD50 dérmica >2,000 mg/kg	Ratas: LD50 oral 82 a 270 mg/kg. Ratones: LD50 60 mg/kg, Conejos: 1000 mg/kg, Pollos: 32 mg/kg, Cerdos: 500 a 504 mg/kg, Ovejas: 800 mg/kg. Ratas: LD50 dérmico >2000 mg/kg, Conejos: 1000 a 2000 mg/kg.
Efectos Reproductivos	Es fetotoxina. Evidencia de efectos hormonales.	No
Efectos Teratogénicos	No	No
Efectos Mutagénicos	No	No
Efectos Carcinogénicos	No	No
Toxicidad en Organos	Afecta el sistema nervioso a través de la inhibición de acetil colinesterasa. Respuestas cardíacas (bradicardia/taquicardia, obstrucción cardíaca), daño del sistema nervioso central. problemas oculares (miosis/midriasis, pérdida de acomodación, dolor ocular, sensación de presión retrobulbar, lagrimeo, vision oscura o borrosa, hiperemia conjuntiva, cataratas), problemas gastrointestinales (calambres abdominales, sensación de ardor del corazón, hiperperistaltismo), efectos respiratorios (apnea, dispnea, hipopnea, atelectasis, bronco constricción, secreción broncofaringeal, estrechez del pecho, tos productiva, resuello, edema pulmonar, espasmos laringeos, rinorrea, espuma oronasal) y muerte por fallo respiratorio o paro cardíaco.	
Degradación del Químico en el Suelo y Manantiales	Se disipa rápido. Vida media de <3 y 6 días en suelos aerobios y anaerobios respectivamente. El metabolito principal es CO. Es móvil en muchos suelos pero los residuos más viejos (excluyendo acefato y su degradado Metamidofos) son inmóviles en suelo arenoso y limo. Mucho del acefato aplicado y degradado methamidofos, degradan a componentes inmóviles en 20 días. Metamidofos y dióxido de carbono fueron identificados como los	Adsorbe fuertemente a las partículas de suelo y no es fácilmente soluble en agua. Es inmóvil en los suelos e improbable que se conduzca o contamine las aguas subterráneas. No es móvil en suelos limo arenosos. En suelos aeróbicos, la vida media fué de 11 a 141 días en siete suelos que variaban en textura de limosa arenosa a arcillosa y con suelos pHs de 5.4 a 7.4. es sujeto a degradación por la luz ultravioleta, hidrólisis química y por microbios del

	principales metabolitos en suelo.	suelo.
Degradación del Químico en la Vegetación	En cítricos, tomate, apio y lechuga, la vida media de desaparición de residuos fluctuó de 1 a 15 días. Residuos de acefato y methamidofos en zanahorias y papas aunque no se haya fumigado directo en la porción subterránea cultivada. Hay absorción y translocación del follaje a la raíz, tubérculos o frutos. Fue identificado en los ocho cultivos estudiados, en altos niveles en chiles, pero en muy bajos en lechuga y apio.	Puede ser tóxico a algunas plantas, tales como la cabeza de lechuga. Los residuos quedan en superficies de las plantas por aproximadamente 10-14 días. Los datos indican que este insecticida y/o sus metabolitos del suelo, pueden acumularse en ciertos cultivos.
Pautas de Exposición	Ingesta diaria temporal aceptable ADI: para hombres 0.005 mg/kg. NoEL (2y) en perros muestran depresión de la acetilcolinesterasa en 100 mg/kg de dieta (máxima dosis leve).	ADI: 0.003 mg/kg/día basados en estudio de acetilcolinesterasa humana con un NOEL de 0.03 g/kg/día y un factor de seguridad de 10 Valor umbral límite de exposición TLV/Media ponderada respecto al tiempo TWA: 0.2 mg/m ³ . Consumo ocupacional en 0.028 mg/kg/día es considerado seguro Nivel sin efecto observable NOEL: 100 ug/kg/día (humano)

Cuadro No. 2 Compuestos y Características Toxicológicas		
	Cipermetrina	Ciflutrin
Actividad	Piretroide sintético	Piretroide sintético insecticida de contacto y veneno estomacal.
Estatus Regulatorio	Pesticidas de Uso Restringido (PUR) por la EPA por la toxicidad a los peces. Dichos pesticidas pueden ser comprados y usados solo por aplicadores certificados. Etiquetarse con palabra "Peligro o Precaución".	Según EPA, es de uso restringido y de uso general. Contiene productos que la EPA clasifica en la Categoría II de Toxicidad. Etiquetar con la palabra "Advertencia" y Categoría I (etiquetar con la palabra "Peligro") por su potencial peligro a los ojos. La tolerancia para residuos en productos va de 0.05 (carne de cerdo) to 4.0 ppm.
Sintomas de Exposición	Moderadamente tóxico por absorción dérmica o ingestión.	Ciflutrin es moderadamente tóxico a mamíferos.
Toxicidad Aguda	Causa irritación de piel y ojos. Los piretroides pueden afectar adversamente el sistema nervioso central. Ratas: LD50 oral 250 mg/kg (en aceite) o 4,123 mg/kg (en agua). Rata macho: LD50 oral 187 a 326 mg/kg y 150 a 500 mg/kg en ratas hembra. Conejos LD50 oral 3,000 mg/kg. Ratas: LD50 dérmica 1,600 mg/kg y Conejos: > 2,000 mg/kg o > 4,800 mg/kg.	LD50 oral: ratas, 869 - 1271 mg/kg, 291 - 609 mg/kg ratones, >1000 mg/kg ovejas, > 100 mg/kg perros y > 1000 mg/kg conejos. LC50 inhalación: ratas >1,089 ug/l en 1 hora de prueba, y de 469 - 592 ug/l en 4 horas. Aunque es irritante a la piel humana, especialmente el rostro, no es considerado con alta toxicidad dérmica. LD50 dérmica: ratas > 5,000 mg/kg. No afectó a cerdos de guinea y conejos. En humanos el envenenamiento por piretroides es raro, puede causar

		quemaduras o picazón si está en contacto con la piel.
Efectos Reproductivos	No	En un Nivel de Bajo Efecto Observable (LOEL) of 150 ppm (7.5 mg/kg/día) hubo disminucion de peso corporal en crías de rata.
Efectos Teratogenicos	No	Se ha observado efecto teratogénico.
Efectos Mutagenicos	No	No
Efectos Carcinogenicos	Debil carcinogeno humano	No hay evidencia de carcinogenicidad en ratas o ratones.
Toxicidad en Organos	Los Piretroides pueden dañar el sistema nervioso central. Pruebas de alimentacion de largo plazo causaron aumento de pesos de riñón e hígado y cambios adversos a tejidos del hígado.	En hembras de mamíferos ha causado bolsillos o inflamacion en riñones y daño reversible al nervio ciatico.
Efectos en Aves	No toxica a aves	Baja toxicidad a aves de caza de praderas altas y acuáticas.
Efectos en Abejas	Altamente tóxica	Es altamente toxico a abejas LD50 of 0.037 mg/abeja
Degradación del Químico en el Suelo y Manantiales	No es soluble en agua. Fuerte tendencia a adsorber las particulas de suelo. Por ello es improbable que cause contaminación al agua subterránea. En suelos, fotodegrada rapidamente con una vida media de 8 a 16 días. Mayor producto de fotodegradación es DCVA, 3-fenoxibenzaldehido, y acido 3-fenoxibenzoico. Es degradada por microbios bajo condiciones aeróbicas. La vida media en suelo es 63 días y en condiciones de campo, 4 a 12 días	Se degrada por la luz solar. En la superficie del suelo su vida media es 48-72 horas. De 56-63 días de vida media en turba y suelos turba arenosos respectivamente. Similar persistencia en suelos anaerobicos. Muy inmovil en suelos. No se considera amenaza a contaminar aguas subterráneas. Los principales productos de degradación son dióxido de carbono y 4-fluoro-3- fenil-benzaldehido (de menor toxicidad que el Ciflutrin)
Degradación del Químico en la Vegetacion	Bajos patrones de residuo han sido observados en cultivos de lechuga y apio tratados	Poca información generada. Muy pocas cantidades de residuo quedaron en fresas 7 días después de la ultima de 3 aplicaciones semanales. Una proteina del tomate puede degradarlo. Es estable y resistente a degradación en trigo almacenado por mas de 52 semanas.
Pautas de Exposición	ADI: 0.01 mg/kg/día basadas en un estudio con perros con un NOEL de 1.0 mg/kg/día y un margen de seguridad de 100. MPI: 0.60 mg/kg/día para 60 kg persona.	NOEL: 50 ppm (2.5 mg/kg/día) LOEL: 150 ppm (7.5 mg/kg/día) RfD: 0.025 mg/kg/día

Cuadro No. 3 Compuestos y Características Toxicológicas		
	DDT	Endosulfan
Actividad	Insecticida organoclorado	Insecticida hidrocarbonado clorado del subgrupo ciclodieno el cual ataca como veneno de contacto.
Estatus Regulatorio	No está registrada para usarse en los EUA desde 1972. Es usado en otros países. En 1979 se prohibió por completo el uso agrícola del DDT en Guatemala. Tiene Toxicidad Clase II en el EPA, es moderadamente toxico. Aunque los niveles actuales en la dieta son bajos, las exposiciones pasadas y actuales pueden resultar en residuos cuantificables por su persistencia en el cuerpo.	Sustancia altamente tóxica. Etiquetarse con palabra PELIGRO.
Sintomas de Exposición	Efectos agudos en humanos por baja o moderada exposición: náusea, diarrea, actividad enzimática del hígado aumentada, irritación (de ojos, nariz y garganta), trastornos del caminar, malestar y excitabilidad.	La estimulación del Sistema Nervioso Central es la principal característica del envenenamiento.
Toxicidad Aguda	Es moderada a ligeramente tóxica en especies de mamíferos estudiados vía oral. LD50 oral: 113 a 800 mg/kg en ratas; 150-300 mg/kg en ratones; 300 mg/kg en cerdos de guinea; 400 mg/kg en conejos; 500-750 mg/kg en perros y mayor que 1,000 mg/kg en ovejas y cabras. Es ligeramente a no tóxica en animales evaluados por vía dérmica. En humanos, dosis menores que 10 mg/kg de peso son toleradas sin signos de intoxicación 16 mg/kg ya producen convulsiones. Se describen dosis letales a partir de 40 mg/kg de peso. Efectos agudos en humanos por dosis mayores: temblores y convulsiones. Los adultos parecen tolerar moderadas a altas dosis ingeridas, sobre los 280 mg/kg.	LD50 oral en ratas: 18 - 220 mg/kg. otros valores de LD50 oral: ratones 7.36 mg/kg, hamsters 118 mg/kg, gatos 2 mg/kg, y perros 76.7 mg/kg. La LD50 dérmica para ratas: 74 mg/kg; conejos: de 200 a 359 mg/kg. Las LC50 por inhalación de ratas: 8.0 mg/m ³ para cuatro horas. Síntomas de exposición aguda: falta de coordinación, incluso pérdida de la habilidad de pararse, vómito, diarrea, agitación, convulsiones y pérdida de la conciencia.
Efectos Reproductivos	Potencialmente efectos genotóxicos en humanos	Dosis de 5.0 mg/kg/día causaron resorción de fetos y deformidades esqueléticas en fetos de ratas. Ratones hembras alimentados por el compuesto por 78 semanas (0.1mg/kg/día) tuvieron daño en sus órganos reproductivos. Es posible que la exposición crónica puede resultar en dificultades reproductivas o del desarrollo en humanos.
Efectos Teratogénicos	Causa efectos teratogénicos en animales evaluados. Parece improbable que efectos teratogénicos pueden ocurrir en humanos debido a DDT en los niveles de exposición actual.	
Efectos Mutagénicos	No parece ser fuertemente mutagénico.	Es mutagénico a células bacteriales y de levadura, Los metabolitos han mostrado

		causar cambios celulares. Ha causado efectos mutagénicos en dos diferentes especies de mamíferos. Es posible que pudiera inducir estos cambios en humanos.
Efectos Carcinogenicos	Causa aumentos de producción de tumor (hígado y pulmones) en ratas, ratones y hamster. Probablemente carcinogénicos en seres humanos.	La EPA lo llama “no clasificable” debido a la falta de datos sobre su carcinogenicidad.
Toxicidad en Organos	Ha causado efectos crónicos en el sistema nervioso, hígado, riñones y el sistema nervioso de animales experimentales. Los efectos adversos en el hígado, riñones y sistema inmunológico no han sido demostrados en humanos. Muy lentamente transformado en sistemas animales. Degradación inicial en sistemas mamíferos es 1,1-dicloro-2,2-bis(p-diclorodifeni) ethileno (DDE) y 1,1-dicloro-2,2-bis(p-clorofenil)etano (DDD), los que son rapidamente almacenado en tejido graso. Estos compuestos son transformados en bis(diclorodifenil) acido acético (DDA) via otros metabolitos en una muy lenta tasa. DDA, o conjugados de DDA, son rapidamente excretados por la orina. DDT o sus metabolitos pueden ser eliminados via leche materna.	Probablemente afecta riñones, hígado, la quimica sanguínea y la glandula paratiroide.
Efectos en Aves	Ligeramente toxico a practicamente no toxico a aves.	Las aves son bastante sensibles al envenenamiento.
Efectos en Abejas	No toxico a abejas. LD50 topico para abejas es 27 ug/abeja.	Es moderadamente tóxico a abejas
Degradación del Químico en el Suelo y Manantiales	Altamente persistente en el ambiente, con una vida media de 2-15 años. Inmovil en la mayoría de suelos. Rutas de pérdida y degradación: escape, volatilización, fotolisis y biodegradación (aerobica y anaerobica). Procesos muy lentos. Los productos de degradación en el suelo son DDE y DDD, muy persistentes y similares propiedades fisicoquímicas. El DDE es un metabolito producido en los suelos por degradación microbiana, e indica una anterior contaminación con DDT. Por su muy baja solubilidad en agua, DDT será retenido por suelos y fracciones de suelos con mayores proporciones de materia organica. Puede acumularse en la capa de suelo superior en situaciones donde fuertes aplicaciones son hechas anualmente. Aunque es inmovil o ligeramente movil por largos periodos de tiempo puede eventualmente filtrarse en el agua subterranea, especialmente en	No se disuelve facilmente en el agua. No se espera que llegue a amenazar aguas subterráneas. Los dos isómeros tienen diferentes tiempos de degradación en el suelo. La vida media bajo condiciones neutras para el alpha isomero es 35 días y 150 días para el beta isomero. Son degradados en el suelo por hongos y bacterias. El producto de degradación, el endosulfan sulfato, ha sido observado en varios estudios de campo en plantas. El sulfato es mas persistente que el compuesto padre, es el 90% del residuo en 11 semanas. La degradación del sulfato incrementa con el aumento de temperatura. En muchas frutas y vegetales, 50% del residuo padre es perdido entre 3 a 7 días.

	suelos con poca materia orgánica.	
Degradación del Químico en la Vegetación	Parece no ser tomado y almacenado por plantas en grandes cantidades. No fue translocado en plantas de soya y alfalfa y solo trazas de el o sus metabolitos se vieron en zanahorias, rábanos y nabos creciendo en suelos tratados con DDT.	Endosulfan y sus residuos han sido encontrados en muchos productos alimenticios en concentraciones muy bajas: vegetales (0.0005 - 0.013 ppm), en tabaco, varios alimentos de mar (0.2 ppt - 1.7 ppb), y en leche.
Pautas de Exposición	ADI: 0.02 mg/kg/día RfD: 0.0005 mg/kg/día PEL: 1 mg/metros cúbicos (8-horas) En Estados Unidos, el límite de tolerancia de DDE en suero humano es de >3.5ng/ml	NOEL (ratas): 0.15 mg/kg/día TLV-TWA: 0.1 mg/m ³ TLV STEL: 0.3 mg/m ³ ADI: 0.006 mg/kg/día (ppm) (WHO) RfD: 0.00005 mg/kg/día (EPA); 0.0015 mg/kg/día (OPP) LEL: 0.75 mg/kg/día (rata)

Cuadro No. 4 Compuestos y Características Toxicológicas		
	Profenofos	Metamidofos
Actividad	Insecticida, acaricida, organofosforado, altamente activo, sistémico y residual con acción de contacto y estomacal. Potente inhibidor de la acetilcolinesterasa.	Insecticida, acaricida, avicida organofosforado, altamente activo, sistémico y residual con acción de contacto y estomacal. Es un potente inhibidor de la acetilcolinesterasa.
Estatus Regulatorio	Clasificado por la EPA como componente Clase II. Etiquetarse con palabra "Precaución".	Clasificado por la EPA como un componente Clase I: Uso restringido. Etiquetarse con palabra "Peligro-Veneno" en los productos comerciales. Tolerancia para residuos en productos agrícolas no procesados: 0.5 ppm en o sobre melones a 1.0 ppm en o sobre brocoli y tomates.
Sintomas de Exposición	Causa irritación de piel y ojos.	Ligera irritación de los ojos y la piel.
Toxicidad Aguda	Es moderadamente tóxico por exposiciones vía oral, dermal y rutas de inhalación. La LD50 aguda oral para ratas 358 mg/kg, conejos 700 mg/kg. LD50 aguda dérmica incluye valores para ratas 3300 mg/kg, conejos 472 mg/kg. Moderado irritante para los ojos, mediano irritante de la piel (conejos). Valores de LD50 de inhalación incluyen (4 h) para ratas c. 3 mg/l aerosol.	Altamente tóxico por exposiciones vía oral, dermal y rutas de inhalación. Rata macho LD50 oral: 21 y 16 mg/kg peso corporal para hembras. Cerdo de guinea LD50 oral: 30-50 mg/kg peso corporal. Conejos LD50 oral 10-30 mg/kg peso corporal. Ratas LD50 dérmica: 50 mg/kg peso corporal y LD50 ratones: 18 mg/kg peso corporal. Ratas LD50 de inhalación: 9 mg/kg en ratas. Ratones LD50 inhalación: 19 mg/kg.
Efectos Reproductivos	No determinado.	En hombres expuestos a Taramon en China se vió reducido conteo de espermias y de viabilidad de espermia
Efectos Teratogénicos	No determinado.	Posiblemente
Efectos Mutagénicos	No determinado.	Debilmente mutagénico
Efectos Carcinogénicos	No determinado.	
Toxicidad en Organos	No determinado.	Daños al sistema nervioso. Algun daño del hígado ha sido visto en conejos. Conteo reducido de espermia y reducida viabilidad del mismo ha sido observada en humanos

Efectos en Aves	Moderadamente tóxico	Muy toxico a aves.
Efectos en Abejas	Es toxico a abejas.	Toxico a abejas
Degradación del Químico en el Suelo y Manantiales	En suelos su movilidad es baja y es eliminado rapidamente por hidrólisis química en condiciones alcalinas y por biodegradación. En suelos aerobicos, la vida media es 2 días En suelos anaerobicos, la vida media es 3 días La solubilidad media en agua es 28 mg/L. El coeficiente de adsorción es 2,011. Es potencialmente contaminante de aguas subterráneas. Es estable a la fotólisis directa en el ambiente.	En suelos aerobicos, la vida media es: 1.9 días en sedimento, 4.8 días en turba, 6.1 días en arena y 10-12 días en turba arenosa.
Degradación del Químico en la Vegetación		Es absorbido por las hojas y raíces. En plantas de tomate, la vida media en el fruto y hojas fue medida en 4.8-5.1 días y 5.5-5.9 días, respectivamente.
Pautas de Exposición	NOEL: (usando EC formulación 380 g a.i./i) para ratas (2y) 0.3 mg a.i./kg dieta, raton 0.08 mg/kg dieta. ADI (JMPR) 0.01 mg/kg. b. w. 1990. Clase de Toxicidad WHO (a.1). II b; EPA (formulación) II.	RfD: OPP: 0.00100 mg/kg/día; EPA: 0.00005 mg/kg/día; WHO: 0.00400 mg/kg/día NOEL: 0.03 mg/kg/día (estudio de alimentación de ratas) LEL: 0.05 mg/kg/día

Cuadro No. 5 Compuestos y Características Toxicológicas		
	Dimetoato	Terbufos
Actividad	Insecticida organofosforado	Insecticida organofosforado.
Estatus Regulatorio	Usar la palabra "advertencia" en la etiqueta.	Los productos que contienen 15% o más terbufos son clasificados como de uso restringido y solo puede ser comprado y usado por aplicadores certificados. Los productos etiquetados con la palabra "peligro" son extremadamente toxicos.
Sintomas de Exposición	Moderadamente toxico por ingestión, inhalación absorción dérmica.	Altamente Tóxico
Toxicidad Aguda	Rapidamente absorbido por la piel. Salpicaduras en el ojo pueden causar hincazón severa de párpados y daño corneal. LD50 oral para el grado técnico: ratas 60 a 387 mg/kg, 60 mg/kg ratones, 400 mg/kg perros, 200 mg/kg hamsters, 300 mg/kg conejos, 350 mg/kg cerdos de guinea y 100 mg/kg gatos. LD50 dermica: conejos 1,000 mg/kg y ratas 353 mg/kg. LC50 inhalación: ratas 1.2 mg/l 4 horas	LD50 oral es de 1.3 a 1.57 mg/kg en ratas hembras, y de 1.6 a 1.74 mg/kg en ratas macho. LD50 oral para el grado técnico en ratones machos es 3.5 mg/kg, 9.2 mg/kg en ratones hembra, 4.5 mg/kg en perros machos, y 6.3 mg/kg en perros hembra. Conejos a los que se dio una sola dosis de 0.1 mg en los ojos murieron dentro de las 2 a 24 horas siguientes. LD50 dermal conejos: 1.1 mg/kg por 24 horas.
Efectos Reproductivos	No determinado. Es capaz de cruzar la placenta.	Improbable que tenga efectos reproductivos en humanos.
Efectos Teratogenicos	Posiblemente es teratógeno a humanos.	No causa defectos de nacimiento en animales, excepto en situaciones extremas. Efectos similares no son anticipados en humanos.
Efectos Mutagenicos	Posiblemente es mutagenico	No es mutagenico.

Efectos Carcinogenicos	Posiblemente es cancerígeno	Según la EPA no incrementa el riesgo de cancer en humanos.
Toxicidad en Organos	Causó disminución de tamaño testicular en ratas y problemas crónicos de riñón.	Por inhibir la acetilcolinesterasa puede afectar ojos, pulmones, piel y sistema nervioso central dependiendo de la ruta de exposición y concentración.
Efectos en Aves	Muy tóxico a aves.	Es extremadamente toxico a aves.
Efectos en Abejas	Altamente tóxico	No es toxico a abejas cuando se usa apropiadamente.
Degradación del Químico en el Suelo y Manantiales	Es biodegradable. Es altamente soluble en agua y es adsorbido debilmente a las partículas del suelo. puede sufrir mucha absorción. Puede hidrolizarse en suelos alcalinos y evaporarse del suelo superficial. Altamente biodegradable. No persiste, su vida media en el suelo es 4 to 16 días y en condiciones de sequía y lluvia moderada es 2.5 y 4. Se degrada mas rápido en suelos humedos. Rapidamente degradado por microorganismos del suelo.	Es moderadamente persistente en el suelo. Rapidamente es convertido a sus metabolitos, que tienden a persistir en el suelo y pueden ser detectados en el tiempo de la cosecha. Terbufos y sus metabolitos rapidamente degradan durante los primeros 15-30 días después de aplicados, y generalmente se estabilizan. Solamente el 3% de la aplicación original permaneció en los suelos estudiados después de un mes, con 1.5% del químico presente después de 60 días. La vida media de su metabolito, terboxon sulfone, fué de dos a tres veces mayor que el compuesto original. Su disipación es mas rápida en suelos con bajo carbono orgánico, su permanencia se incrementa con el aumento del contenido de dicho carbón. Suelos arenosos pierden mas del compuesto que los suelos arcillosos, en el mismo período. Es inmóvil por lo que probablemente alcance a contaminar las aguas subterráneas. Mucho del químico puede ser recuperado cerca del sitio de aplicación. Suelos húmedos no parecen afectar la degradación de terbufos. El aumento de temperatura aumenta la degradación.
Degradación del Químico en la Vegetacion	No toxico a las plantas.	Se mueve del suelo a las plantas donde es degradado rapidamente. Poco del componente original es encontrado en plantas. 57 después de la siembra y aplicación, el residuo total en brócoli fue muy bajo, en la cosecha del brócoli a los 90 dias de sembrado solo se hallaron trazas (menos que 0.01 ppm, peso fresco) de residuos. En iguales condiciones, repollo y coliflor maduros tuvieron trazas no detectables de residuos.
Pautas de Exposición	No se han estableciso limites de exposición ocupacional por OSHA, NIOSH or ACGIH ADI: 0.02 mg/kg/día	NOEL (rata): 0.00125 mg/kg/día ADI: 0.000125 mg/kg/día LHA: 0.001 mg/l RfD: 0.000125 mg/kg/día

Siglas:

Ingesta diaria temporal aceptable: ADI

Límite de exposición admisible: PEL

Límite Máximo Residual: LMR
Nivel sin efecto adverso observable: NoEL
Dosis de referencia: RfD
Agencia de Protección Medioambiental de EUA: EPA
Nivel de efecto mínimo observado: LOEL
Límite de exposición a corto plazo: STEL
Valor umbral límite de exposición: TLV
Nivel de efecto mínimo: LEL

LD50: Cantidad de plaguicida letal al 50% de los animales experimentales alimentados con el material.
LC50: Cantidad de plaguicida letal al 50% de los animales experimentales al inhalarlo
LD50: Cantidad de plaguicida letal al 50% de los animales experimentales por contacto dérmico

Fuente:

Toxicología: A world compendium the pesticide manual. 11 ed. CDS Tomlin. ed. Pp 1,280.

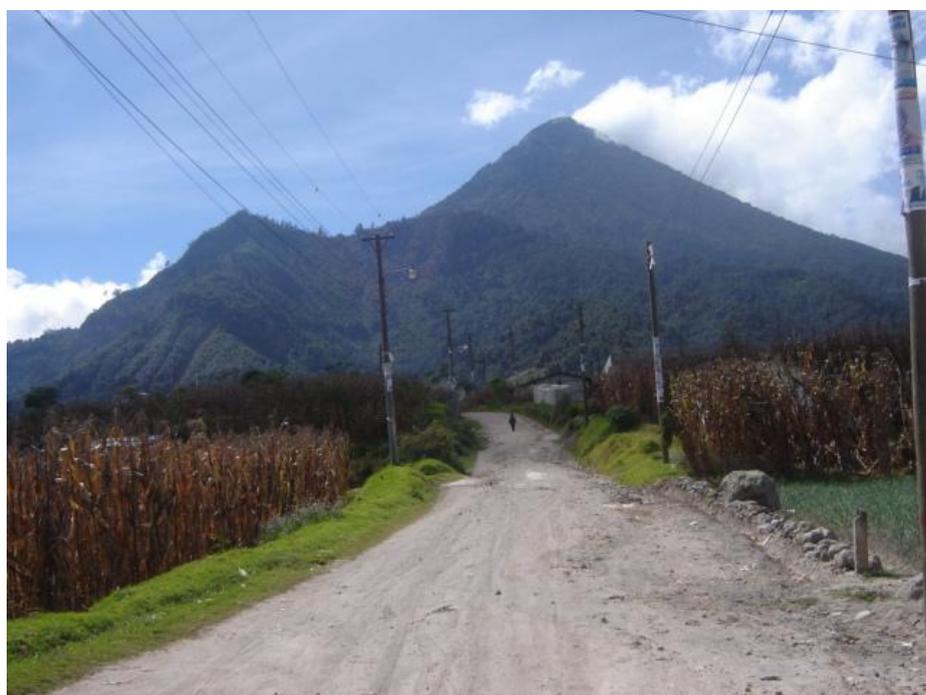
<http://www.alanwood.net/pesticides>

<http://pmep.cce.cornell.edu/profiles/extoxnet/24d-captan/acephate-ext.html>

http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC34257

<http://www.uv.es/aetoxweb/info/glosater/glosater.anexo1.html>

Paisajes del Valle del Palajunoj, al fondo el volcán Santa María



Cultivos del hortaliza y maíz



Empaques de plaguicidas vertidos en la canasta de seguridad



Manejo inadecuado de plaguicidas en el Valle del Palajunoj



Expendio de agroinsumos en el Valle del Palajunoj



Extracción de muestras de sangre



Colecta de muestra de suelo

