

SB951
R5

PROCESO METODOLÓGICO PARA LA EVALUACIÓN PARTICIPATIVA DEL USO DE
PLAGUICIDAS AGRÍCOLAS. CASO: COMUNIDAD DE GAVIDIA, MUNICIPIO RANGEL,
ESTADO MÉRIDA, VENEZUELA.

Por
Wilder José Rivas Dávila

Trabajo de grado para optar al título de Magister Scientiae en Gestión de Recursos Naturales
Renovables y Medio Ambiente

SERBIULA - BIACI



SB951 R5

DONACION

CENTRO INTERAMERICANO DE DESARROLLO
E INVESTIGACIÓN AMBIENTAL Y TERRITORIAL
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
Mérida, Venezuela
2007

SERBIULA
Ingeniería

AGRADECIMIENTOS

A Dios todo poderoso y mis Santos.

A mis padres y hermano.

A la profesora Yolanda Molina y los profesores Miguel Cabeza y Pedro Misle, por su valiosa colaboración y apoyo.

A todas aquellas bellas personas de la comunidad Gavidia por su valiosa participación y colaboración.

A la Asociación Civil de Extensión del Municipio Rangel.

A la ilustre Universidad de Los Andes y al Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial.

INDICE

	Página
RESUMEN.....	xi
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	3
1.3. OBJETIVOS.....	4
1.3.1. Objetivo general.....	4
1.3.2. Objetivos específicos.....	4
1.4. METODOLOGÍA.....	4
2.1. BASES CONCEPTUALES.....	7
2.1.1. Participación.....	7
2.1.2. Dimensiones del proceso de participación.....	7
2.1.3. Evaluación participativa.....	10
2.1.4. Plaguicidas.....	10
2.1.5. Clasificación de los plaguicidas.....	11
2.1.6. Tipos de intoxicaciones causadas por plaguicidas.....	13
2.1.7. Movimiento de los plaguicidas en el ambiente.....	14
2.1.8. Ventajas y desventajas del uso de plaguicidas.....	16
2.1.9. Normativa que rige el uso de plaguicidas.....	17
2.2. PROBLEMÁTICA GENERADA POR EL USO DE PLAGUICIDAS.....	19
2.2.1. Descripción de plaguicidas.....	19
2.2.2. Mortalidad y morbilidad.....	41
2.2.3. Contaminación ambiental por el uso de plaguicidas en el estado Mérida.....	43
2.3. MÉTODOS Y HERRAMIENTAS PARTICIPATIVAS.....	46
2.3.1. Métodos participativos.....	46
2.3.2. Herramientas participativas.....	56
2.3.4. El proceso participativo.....	61
3. ANALISIS CAUSA-EFECTO DE LOS PRINCIPALES PROBLEMAS GENERADOS POR EL USO DE PLAGUICIDAS.....	63
4. PROPUESTA METODOLÓGICA A SEGUIR PARA LA EVALUACIÓN PARTICIPATIVA DEL USO DE PLAGUICIDAS AGRÍCOLAS.....	67
4.1. Etapa I. Iniciación.....	67
4.1.1. Identificación de la necesidad de realizar la evaluación participativa del uso	67

de plaguicidas agrícolas.....	
4.1.2. Definición de los objetivos.....	69
4.1.3. Definición del área de estudio y el grupo participante.....	69
4.1.4. Organización.....	70
4.2. Etapa II. Preparación.....	70
4.2.1. Búsqueda de información.....	70
4.2.2. Definición de las variables e indicadores a evaluar.....	71
4.2.3. Definición del tipo de método participativo a utilizar.....	71
4.2.4. Selección, adecuación o diseño de las herramientas participativas a utilizar...	71
4.2.5. Descripción de los recursos necesarios para la aplicación de las herramientas.	77
4.3. Etapa III. Inserción en la comunidad y aplicación de la evaluación.....	77
 5. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA. CASO POBLACIÓN DE GAVIDIA, MUNICIPIO RANGEL ESTADO MÉRIDA.....	79
5.1. Etapa I. Iniciación.....	79
5.1.1. Identificación de la necesidad de realizar la evaluación participativa del uso de plaguicidas agrícolas.....	79
5.1.2. Definición de los objetivos de la evaluación.....	79
5.1.3. Definición del área de estudio y el grupo participante.....	79
5.1.4. Organización.....	80
5.2. Etapa II. Preparación.....	80
5.2.1. Búsqueda de información.....	80
5.2.2. Definición de las variables e indicadores a evaluar.....	80
5.2.3. Definición del tipo de método participativo a utilizar.....	80
5.2.4. Selección, adecuación o diseño de las herramientas participativas a utilizar...	81
5.2.5. Descripción de los recursos necesarios para la aplicación de las herramientas	84
5.3. Etapa III. Inserción en la comunidad y aplicación de la evaluación.....	84
5.3.1. Inserción en la comunidad.....	84
5.3.2. Desarrollo de las herramientas.....	85
5.3.3. Situación actual del uso de plaguicidas en la comunidad de Gavidia.....	113
5.3.4. Aplicabilidad del método.....	118
 6. ESTRATEGIAS DE ACCIÓN DIRIGIDAS A SOLVENTAR LA PROBLEMÁTICA.....	121
 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	125
7.1. CONCLUSIONES.....	125
7.2. RECOMENDACIONES.....	127
BIBLIOGRAFÍA CITADA.....	129
APÉNDICE.....	133
Apéndice A: Ingredientes activos, grupos químicos y toxicidad de algunos de los plaguicidas registrados en Venezuela.....	135
Apéndice B: Informe fotográfico del proceso de elaboración de las herramientas participativas en la comunidad de Gavidia.....	151

LISTA DE TABLAS

Tabla	Página
2.1 Clasificación de los plaguicidas según su finalidad o actividad biológica	12
2.2 Clasificación de los plaguicidas según las vías de ingreso y toxicidad aguda expresada en dosis letal media (DL ₅₀) y concentración letal media (CL ₅₀).....	12
2.3 Clasificación de los plaguicidas según su naturaleza química.....	13
2.4 Muertes causadas por plaguicidas en Venezuela entre los años 2003 y 2005.....	42
2.5 Intoxicaciones causadas por plaguicidas en el estado Mérida para el año 2006.....	43
2.6 Fuentes hídricas contaminadas por plaguicidas organoclorados y organofosforados en diferentes municipios del estado Mérida para el año 2001.....	45
2.7 Resumen. Metodologías participativas descritas y su propósito.....	55
2.8 Herramientas participativas comúnmente utilizadas.....	57
4.1 Variables e indicadores a evaluar.....	72
4.2 Temas, subtemas y preguntas propuestas para el dialogo semi-estructurado con el grupo familiar.....	75
4.3 Descripción de los recursos necesarios para la aplicación de las herramientas.....	77
5.1 Talleres realizados para la evaluación participativa del uso de plaguicidas agrícolas en la comunidad de Gavidia.....	85
5.2 Manejo de plaguicidas y fertilizantes por rubro.....	94
5.3 Listado de productos utilizados en el manejo de los rubros agrícolas entre el 2000 y 2007.....	100

5.4	Problemas identificados en la comunidad de Gavidia.....	101
5.5	Problemas prioritarios.....	102
5.6	Matriz de análisis de problemas prioritarios.....	103
5.7	Estadísticas descriptivas obtenidas en las entrevistas.....	110
5.8	Plaguicidas utilizados en la comunidad de Gavidia.....	115
6.1	Objetivos o condiciones positivas de los problemas identificados.....	123

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
2.1 Las tres dimensiones del proceso de participación.....	8
2.2 Posibles mecanismos de transporte de plaguicidas en el ambiente.....	14
3.1 Árbol de problemas. Intoxicaciones agudas y crónicas causadas por plaguicidas agrícolas sobre seres humanos.....	65
3.2 Árbol de problemas. Contaminación ambiental por plaguicidas agrícolas.....	66
4.1 Propuesta metodológica a seguir para la evaluación participativa del uso de plaguicidas agrícolas.....	68
4.2 Árbol de problemas con su relación causa-efecto.....	74
5.1 Mapa de la comunidad de Gavidia.....	87
5.2 Calendario de Clima y Actividades Agropecuarias.....	90
5.3 Unidad Productiva tipo y Flujo Gavidia.....	92
5.4 Transecto de la Comunidad.....	97
5.5 Análisis de tendencia del uso de productos en el manejo agrícola.....	99
5.6 Árbol causa – efecto. Contaminación de la quebrada por venenos.....	106
5.7 Mapa de la comunidad de Gavidia mostrando las cuatro zonas divididas por las quebradas Gavidia, La Pata, Las Piñuelas y Micarache.....	108
6.1 Árbol de objetivos.....	122

RESUMEN

Se formuló un proceso metodológico que permite la evaluación participativa de la problemática generada por el uso de plaguicidas agrícolas. Para ello se realizó una revisión documental de los tópicos relacionados con participación, plaguicidas, métodos y herramientas participativas y los problemas generados por el uso de plaguicidas agrícolas, además de un análisis causa-efecto teorizando los principales problemas identificados en la revisión documental. Todo esto con la finalidad de presentar los elementos necesarios para la formulación del proceso metodológico.

El proceso metodológico propuesto se aplicó en la comunidad de Gavidia, Municipio Rangel del Estado Mérida, en la cual se cumplieron todas las etapas y acciones propuestas en el método. Durante la evaluación se aplicaron cinco talleres y once herramientas participativas, teniendo como sitio de reunión la Casa Comunal de Gavidia. Cada taller contó con la participación de habitantes de la comunidad, todos miembros del Consejo Comunal, integrados por hombres, mujeres y niños de diferentes edades, los cuales desarrollaron cada una de las herramientas con la ayuda previa de facilitadores.

Las herramientas participativas desarrolladas con el método fueron: mapa de la comunidad, calendario agropecuario, unidad productiva tipo y flujo, matriz de manejo de fertilizantes y plaguicidas por rubro, transecto de la comunidad, línea de tendencia, identificación de problemas, priorización de problemas, árbol de problemas y matriz de análisis de problemas.

Dichos resultados permitieron identificar los problemas relacionados con el uso de los plaguicidas así como las causas y efectos de los mismos, entre ellos: contaminación de las quebradas por venenos, aplicación de plaguicidas cerca de viviendas, escuela y ambulatorio, aplicación de plaguicidas sin medidas de protección personal, incremento del uso de plaguicidas en los últimos años, manejo inadecuado de desechos de plaguicidas, uso de productos extremadamente tóxicos y aplicación de dosificaciones por encima de lo recomendado. Problemas que colocan a la comunidad Gavidia dentro de las zonas o áreas rurales que no escapa de dicha problemática.

Se comenta sobre la aplicabilidad del método en base a los resultados obtenidos y las experiencias adquiridas durante el proceso de evaluación.

Finalmente se proponen estrategias de acción a seguir para solventar los problemas identificados en la comunidad de Gavidia.

Palabras clave: Proceso metodológico, evaluación participativa, plaguicidas agrícolas, herramientas participativas, métodos participativos.

CAPITULO 1

1.1. INTRODUCCIÓN

EL uso de productos químicos utilizados para controlar o eliminar las plagas, que comúnmente se conocen como plaguicidas, se remonta posiblemente a los tiempos de la Grecia y la Roma Clásicas, el azufre quemado como fumigante fue recomendado por Homero, mientras que el arsénico como insecticida y el aceite de oliva para tratar semillas de leguminosas eran recomendados por Plinio el Viejo. Los chinos en el siglo XVI empleaban pequeñas cantidades arsenicales como agentes insecticidas, y poco después empezó a utilizarse la nicotina en forma de extracto de tabaco (OMS, 1992, citado por Sandia *et al.* 2000).

Las primeras décadas del siglo XX, fueron testigo de un creciente aumento de las investigaciones orientadas a la elaboración y uso de productos químicos para proteger las plantas y animales. Quizás el aporte más importante en cuanto a la intensificación y difusión del uso de plaguicidas en la agricultura, lo constituyeron los descubrimientos de la capacidad insecticida del DDT en Suiza, y de diversos compuestos insecticidas organofosforados en Alemania.

En la década de los setenta se intensificó el uso de plaguicidas en la agricultura con la llamada Revolución Verde. Luego aparecieron innumerables productos como consecuencia de un conocimiento cada vez más amplio de los mecanismos biológicos y bioquímicos, lo cual generó una mayor eficacia de los mismos.

Desde su aparición los plaguicidas empezaron a ser un problema. Su excesivo e inadecuado uso en el desarrollo de las actividades agrícolas se encuentra en un lugar predominante entre las grandes preocupaciones ambientales de la sociedad actual. Desde hace algunos años, organizaciones internacionales como la Oficina Internacional del Trabajo (OIT), la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización Panamericana de la Salud (OPS), entre otras, alertan de las graves implicaciones que sobre el ambiente y la salud humana tiene esta práctica en las áreas de desarrollo (Sandia *et al.* 2000).

Actualmente no es posible una agricultura con altos rendimientos sin la utilización de medidas de protección de plantas, entre las cuales los plaguicidas siguen teniendo una participación considerable. Si bien los plaguicidas ayudan a producir alimentos de manera más fácil y abundante, su uso intensivo y desmedido ha traído como consecuencia resultados bastante contradictorios para el ambiente y la salud humana.

En el mercado se pueden encontrar productos extremadamente tóxicos de uso restringido, que requieren un manejo muy cuidadoso para no afectar la salud humana y el ambiente. Los efectos negativos de los plaguicidas como contaminación del medio físico y seres vivos, son más notorios en países en desarrollo que en el mundo industrializado. De acuerdo con diversos estudios, se estima que en las naciones en desarrollo, aunque se utiliza sólo 20% de todos los

agroquímicos disponibles en el mundo, ocurre el 99% de todas las muertes ocasionadas por su uso inadecuado. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) señala que la invasión de malezas, las enfermedades de las plantas y los insectos, provocan la pérdida de entre 30 y 35% de las cosechas. Sin el uso de plaguicidas las pérdidas serían mayores. Sin embargo, debido a su uso todos los años resultan intoxicados alrededor de 25 millones de trabajadores agrícolas, de los cuáles mueren unos 20.000. Esto, sin considerar los errores de diagnóstico, especialmente cuando los casos de envenenamiento, no se comunican a las autoridades o no se registran (Farrera, 2004).

En Venezuela el uso de plaguicidas esta normado entre otros, por el reglamento general de plaguicidas que tiene por objeto la regulación, el control y vigilancia en la fabricación, formulación, comercialización y utilización de los mismos. La falta de aplicación del reglamento y el simple hecho de utilizar los plaguicidas ya es un problema, el cual se puede atribuir resumidamente a los siguientes factores: la falta de investigación, información y capacitación; el incumplimiento de la legislación y, los conflictos de competencia entre las instituciones encargadas de hacer cumplir las leyes. La situación se complica por la existencia legal de competencias repartidas entre entes gubernamentales, los cuales usualmente tratan de ignorarse mutuamente pretendiendo cada uno tener que ocuparse de lo más fundamental y olvidando que el tratamiento en conjunto de los diversos aspectos es el único que puede acarrear soluciones estables.

En el caso del estado Mérida, los Municipios rurales no se escapan de dicha problemática. Trabajos realizados por Terán (1982); López (1996), Salazar (1998); Sandia *et al.* (2000); Neira y Useche (2003), hacen referencia a los efectos que sobre la salud y el ambiente han generado el uso intensivo de plaguicidas en el estado Mérida, destacándose la utilización de productos extremadamente tóxicos, contaminación ambiental, altos niveles de morbilidad y mortalidad, y el incumplimiento de la normativa y las recomendaciones técnicas para el uso de los mismos.

Además de lo expresado anteriormente, existen debilidades a la hora de realizar investigación acerca del tema. Los estudios por lo general se enfocan en obtener datos específicos de una forma tradicional que producen grandes cantidades de información, que sin restarle importancia, muchas veces hacen o tratan de hacer a un lado los procesos de participación, creando una brecha entre lo que percibe el investigador y lo que perciben los usuarios y afectados por el problema, generando en ocasiones que la misma pierda relevancia o no este accesible para los mismos.

En este trabajo se pretende formular y aplicar un proceso metodológico que permita evaluar de forma participativa la problemática generada por el uso de plaguicidas agrícolas, mediante la identificación, selección, adecuación o diseño si fuese necesario, de herramientas participativas para tal fin.

Atendiendo al planteamiento anterior se pretende el despeje de las siguientes interrogantes:

- ¿De qué manera se puede realizar una evaluación participativa de la problemática generada por el uso de plaguicidas agrícolas?

- ¿Qué herramientas participativas pueden ser adecuadas para evaluar dicha problemática?
- ¿Cuáles son los problemas, causas y efectos generados por el uso de plaguicidas agrícolas?
- ¿Qué estrategias de acción deben seguirse para tratar de dar solución a la problemática?

1.2. JUSTIFICACIÓN

El uso de plaguicidas se ha convertido en un problema que ha perdurado desde el pasado siglo. Además de haber representado durante más de 60 años la base fundamental del combate de plagas y enfermedades, ha contaminado el ambiente y causado perjuicios sobre los seres humanos a través de las intoxicaciones agudas y crónicas, ya sea por contacto directo o a través de los alimentos.

Para resolver los problemas relacionados, se requiere de la búsqueda de la verdad a través de la investigación, pero no solo usando los métodos convencionales que se han aplicado de forma tradicional, que se enfocan en obtener datos y generar grandes cantidades de información ó a “fotografiar” la realidad solo desde punto de vista del investigador; sino también involucrando a los usuarios y comunidad que no son más que los beneficiarios y afectados directos del uso de plaguicidas agrícolas.

A través de procesos participativos las personas logran el protagonismo mediante el acto voluntario motivado por el interés y deseo de hacer presencia, comentar, opinar, sugerir y tomar decisiones en procesos o acciones que buscan favorecer sus condiciones de vida, tal y como se plantea en la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela.

La evaluación del uso de plaguicidas agrícolas bajo una metodología participativa, permitirá con la ayuda del conocimiento profundo que tienen las personas de su realidad, obtener información legítima acerca una situación problemática, y lograr propuestas de acción conjuntas que respondan a los problemas sentidos y reales de la comunidad involucrada en el proceso.

La aplicación del método participativo propuesto contribuirá indirectamente con la solución de problemas, ya que a los participantes, que no son más que los protagonistas de su propia realidad pero también agentes de cambio, se les presenta las herramientas necesarias para identificar y analizar los problemas desde el punto de vista práctico, creando así una actitud activa sobre la realidad del problema y la toma de dediciones, facilitando finalmente la concientización y difusión del conocimiento acerca del problema, que a su vez les ayuda a comprender mejor su papel como grupo de apoyo y presión para lograr los cambios necesarios al convertir los problemas identificados en positivo.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Contribuir con la solución de problemas al generar un proceso metodológico que permita la evaluación participativa de la problemática generada por el uso de plaguicidas agrícolas.

1.3.2. Objetivos específicos

- Realizar una revisión documental acerca de las bases conceptuales relacionadas con el tema, la problemática del uso de plaguicidas y, los métodos y herramientas participativas comúnmente utilizadas que permitan sustentar la propuesta.
- Realizar un análisis causa-efecto basado en la revisión documental de los principales problemas generados por el uso de plaguicidas.
- Formular el proceso metodológico a seguir para la evaluación participativa del uso de plaguicidas agrícolas.
- Validar el proceso metodológico propuesto aplicándolo en una comunidad del Municipio Rangel del estado Mérida.
- Definir estrategias de acción dirigidas a solucionar la problemática generada por el uso de plaguicidas.

1.4. METODOLOGÍA

Para la consecución de los objetivos propuestos se ejecutaron cinco fases a saber: 1) Revisión documental, 2) Análisis causa-efecto de los problemas generados por el uso de plaguicidas, 3) Formulación del proceso metodológico a seguir para la evaluación participativa del uso de plaguicidas agrícolas, 4) Aplicación del proceso metodológico en la población de Gavidia, Municipio Rangel del Estado Mérida, 5) Definición de las estrategias de acción a seguir para solventar la problemática identificada.

La revisión documental consistió en la búsqueda y recopilación en los centros de documentación del estado Mérida, de las bases conceptuales referentes al tema de plaguicidas y participación, la problemática generada por el uso de plaguicidas y los métodos y herramientas participativas comúnmente utilizadas. Esto con el fin de presentar los elementos necesarios para lograr el entendimiento de los temas relacionados con la investigación.

El análisis causa-efecto se elaboró teorizando los problemas principales, sus causas y efectos a partir de lo expuesto en la revisión documental de los problemas generados por el uso de

plaguicidas agrícolas, con el fin último de servir de base para la selección de las variables a evaluar en la aplicación del proceso metodológico y, presentar los fundamentos teóricos del problema para así contrastarlos con los resultados obtenidos con la aplicación del método.

Fundamentados en la revisión documental de los métodos y herramientas participativas, se formuló un proceso metodológico para la evaluación participativa del uso de plaguicidas agrícolas. La misma se desarrollo como un procedimiento sencillo, flexible, ordenado, sistémico y disciplinado, donde se estructuró paso a paso las etapas y acciones a seguir para llevar a cabo la evaluación de forma participativa.

Luego, la propuesta metodológica culminada se aplicó en la comunidad de Gavidia localizada en el Municipio Rangel del estado Mérida, cumpliendo con todas las etapas y acciones indicadas en la misma.

Finalmente, se definieron las estrategias de acción dirigidas a solventar la problemática identificada en la evaluación. Para ello se partió de convertir los problemas identificados en objetivos o condiciones positivas para así obtener las condiciones deseadas y realizables que orientaron estrategias a seguir para solventar la problemática planteada.

CAPITULO 2

REVISIÓN DOCUMENTAL

La finalidad del presente capítulo es presentar los elementos necesarios para lograr el entendimiento de los temas relacionados con la investigación y sustentar la propuesta planteada. El mismo se divide en tres partes: bases conceptuales, problemática del uso de plaguicidas, métodos y herramientas participativas.

2.1. BASES CONCEPTUALES

2.1.1. Participación

Es un proceso en que las personas tienen que pensar acerca de lo que ellos quieren, considerando varias opciones y trabajando acerca de lo que debe realizarse. Proceso durante el cual los individuos, los grupos y las organizaciones se consultan sobre la oportunidad de involucrarse activamente en un proyecto, programa o actividad (Wilcox, 1994).

Es el protagonismo de hombres y mujeres mediante el acto voluntario motivado por el interés y deseo de hacer presencia, comentar, opinar, sugerir y tomar decisiones en procesos o acciones que buscan favorecer las condiciones de vida (Ecuador, 2001).

Según el Banco Mundial (World Bank, 1996a), la participación es un proceso a través del cual los participantes influyen y comparten el control de los recursos, las iniciativas de desarrollo y las decisiones que los afectan.

2.1.2. Dimensiones del proceso de participación

Existen tres dimensiones del proceso de participación, las cuales pueden adecuarse para diferentes situaciones (Figura 2.1).

- ***Nivel de participación***

Los niveles de participación son los diferentes grados de protagonismo ofrecidos a otros, por quienquiera que este empezando o manejando un proceso de participación. Wilcox, (1994), propone cinco niveles de participación:

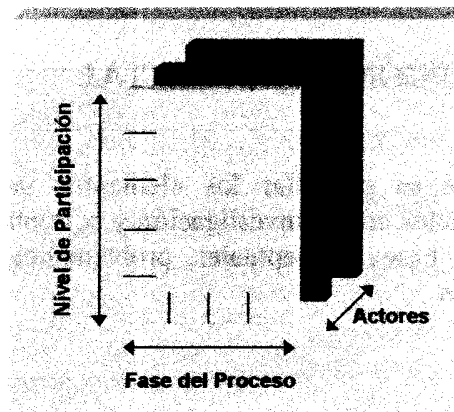


Figura 2.1. Las tres dimensiones del proceso de participación. Tomado y modificado de Wilcox, (1994).

La información: nivel en el que solo se le indica a las personas lo que se esta planeando.

La consulta: se ofrece a las personas varias opciones y se escucha la respuesta emitida por ellos.

Decidiendo juntos: se anima a otras personas con diferentes intereses para proporcionar algunas ideas adicionales y opciones, uniendo finalmente los resultados para decidir de la mejor manera.

Actuando juntos: además de decidir juntos, las personas conforman una sociedad para llevar la propuesta a cabo.

Apoyando las iniciativas independientes de la comunidad: se ayuda a otros a hacer lo que ellos quieren, quizás dentro de una estructura de concesiones, consejos y el apoyo proporcionado por el poseedor del recurso.

Por otra parte Geilfus, (1997), propone siete niveles de participación:

Pasividad: las personas participan cuando se les informa; no tienen ninguna incidencia sobre las decisiones.

Suministro de información: las personas participan respondiendo a encuestas; no tiene posibilidad de influir ni siquiera en lo que se va a dar de información.

Participación por consulta: las personas son consultadas por agentes externos que escuchan su punto de vista; esto sin tener incidencia sobre las decisiones que se tomarán a raíz de dichas consultas.

Participación por incentivos: las personas participan proveyendo principalmente trabajo u otros recursos (tierra para ensayos) a cambio de ciertos incentivos (materiales, sociales, capacitación); el proyecto requiere su participación, sin embargo no tienen incidencia directa en las decisiones.

Participación funcional: las personas participan formando grupos de trabajo para responder a objetivos predeterminados del proyecto. No tienen incidencia sobre la formulación, pero se les toma en cuenta en el monitoreo y el ajuste de actividades.

Participación interactiva: los grupos locales organizados participan en la formulación, implementación y evaluación del proyecto; esto implica procesos de enseñanza y aprendizaje sistemáticos y estructurados, y la toma de control de forma progresiva el proyecto.

Auto desarrollo: los grupos locales organizados toman iniciativas sin esperar intervenciones externas. Las intervenciones se hacen en forma de asesoría o como socios.

- ***Fases del proceso***

Wilcox, (1994), identifica cuatro fases principales en un proceso de participación, y toma a éstas como una de las dimensiones principales del proceso de participación. Entre estas se tienen:

Iniciación: La fase que activa la necesidad de involucrar a las personas en el proceso, y donde se empieza a pensar lo que eso implica.

Preparación: El período cuando se piensa acerca del proceso, se realiza los primeros contactos, y se está de acuerdo con un acercamiento.

Participación: La fase en que se aplican los métodos de participación de acuerdo a los intereses principales de la comunidad.

Continuación: Fase en la que se tiene que alcanzar un nivel de conveniencia para seguir adelante con las propuestas. Va a depender mucho del nivel de participación.

- ***Actores***

Algunas personas querrán o exigirán más participación que otras. Otros desearán no ser involucrados. La identificación de estos diferentes intereses permitirá definir los actores, que son la tercera dimensión de la estructura. Son grupos de coacción que tienen algún interés en un proyecto particular, actividad o programa, tal como mujeres, trabajadores, agricultores, comunidades, funcionarios públicos e instituciones. En las evaluaciones participativas los actores asumen un amplio rol en el proceso de evaluación, como fabricantes de las preguntas y respuestas que son consideradas por los planificadores para resolver los problemas.

2.1.3. Evaluación participativa

Proceso participativo orientado a recoger una serie de datos sobre un hecho, hábito, situación o problema con plena participación de la comunidad, para emitir un juicio valorativo que, al mismo tiempo, permita el análisis de su propia realidad y la toma de decisiones.

La idea esencial de la definición es que el proceso de valoración tiene que ser participativo, y que la participación debe implicar a toda la comunidad, no solamente a algunas fracciones, para que la valoración refleje realmente al conjunto de la comunidad (Bartle, 2004).

- ***Beneficios de la evaluación participativa***

Boyd, (2005), describe los siguientes beneficios:

- La evaluación, o bien verifica las cosas que se saben intuitivamente sobre la comunidad, o bien cambia la información falsa y la forma de percibir las situaciones cuando se aplica la evidencia empírica a las condiciones presentes.
- Una inspección o valoración de la comunidad, llevada a cabo profesionalmente por la propia gente inicia el proceso de participación y motivación, vital para el sostenimiento de las actividades.
- La gente se siente realmente implicada, y pasar por el análisis de los datos pone en marcha una valoración de las causas que están en la raíz de su situación, lo que facilita la educación para el desarrollo, que a su vez les ayuda a comprender mejor su papel como grupo de apoyo y presión para hacer los cambios necesarios.
- Ayuda a convertir el enfoque individual o subjetivo de la valoración de las necesidades por parte de los miembros de la comunidad en un planteamiento comunitario objetivo más amplio.

2.1.4. Plaguicidas

Muchas definiciones han sido formuladas para los plaguicidas, desde las más simples, hasta las más complejas. Una definición simple, considerando el sentido etimológico de la palabra sería: Todo producto o elemento químico destinado a prevenir o controlar a los organismos vegetales o animales que perjudican la producción agropecuaria (Maccarini, 1988)

Como una definición más amplia se tiene: Cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir o controlar cualquier plaga, incluyendo los vectores de enfermedades humanas o de los animales, las especies de plantas o animales indeseables que causan perjuicio o que interfieren de cualquier otra forma en la producción, elaboración, almacenamiento, transporte

o comercialización de alimentos, productos agrícolas, madera y productos de madera o alimentos para animales, o que pueden administrarse a los animales para combatir insectos, arácnidos u otras plagas en o sobre sus cuerpos. El término incluye las sustancias destinadas a utilizarse como reguladoras del crecimiento de las plantas, defoliantes, desecantes, agentes para reducir la densidad de fruta o agentes para evitar la caída prematura de la fruta, y las sustancias aplicadas a los cultivos antes o después de la cosecha para proteger el producto contra el deterioro durante el almacenamiento y transporte (FAO, 2003). El término no incluye fertilizantes, nutrientes de origen vegetal o animal, aditivos alimenticios ni medicamentos veterinarios.

El Reglamento General de Plaguicidas (Venezuela, 1992), define plaguicida como cualquier sustancia o mezcla de sustancias, destinadas a prevenir la acción, destruir o controlar directa o indirectamente plagas. Además incluye los reguladores de crecimiento, defoliantes, desecantes, agentes para reducir la densidad de plagas en las frutas o evitar su caída y las sustancias aplicadas a los cultivos antes o después de la cosecha, para proteger el producto contra el deterioro durante su almacenamiento y transporte, así como los repelentes, fumigantes, atrayentes, ectoparasitocidas y similares.

2.1.5. Clasificación de los plaguicidas

Los plaguicidas se pueden clasificar desde diferentes puntos de vista:

- ***Según su finalidad o actividad biológica***

Clasificación que se relaciona al tipo de plaga u organismo biológico al cual esta destinada su acción (Tabla 2.1).

- ***Según las vías de ingreso y toxicidad***

Se refiere a la capacidad que tiene el plaguicida para causar la mortalidad a un organismo vivo por medio de la administración oral, dérmica o inhalación (Tabla 2.2).

- ***Según su naturaleza química***

Clasificación que hace referencia al tipo de compuesto químico utilizado para su fabricación. Existen cientos de compuestos químicos que actúan como plaguicidas y según su estructura molecular pueden agruparse en al menos tres familias comúnmente conocidas (Tabla 2.3).

Tabla 2.1. Clasificación de los plaguicidas según su finalidad o actividad biológica

Clasificación	Finalidad
Insecticidas	Controlar o matar insectos y otros artrópodos
Alguicida	Control de algas en los lagos, canales, piscinas, tanques de agua, y otros sitios.
Acaricidas	Controlar o matar ácaros
Atrayentes	Atraer plagas (insectos, roedores, etc.) a una trampa. No se consideran los alimentos
Nematicidas	Controlar o matar nemátodos
Fungicidas	Controlar o matar hongos
Herbicidas	Controlar o matar plantas no deseadas (malas hierbas)
Molusquicidas	Controlar o matar caracales y otros animales lentos
Rodenticidas	Controlar o matar ratones y otros roedores
Avicidas	Controlar o matar aves
Ovicidas	Matar huevos de insectos y garrapatas
Repelentes	Alejar plagas
Defoliantes	Provocar la caída de las hojas de las plantas
Desecantes	Secar tejidos de plantas no deseadas
Reguladores de crecimiento	Alterar el crecimiento, floración o reproducción de las plantas

Fuente: (EPA, s/f)

Tabla 2.2. Clasificación de los plaguicidas según las vías de ingreso y toxicidad aguda expresada en dosis letal media (DL₅₀)^{1/} y concentración letal media (CL₅₀)^{2/}

Clasificación	DL ₅₀ oral (mg/kg)	DL ₅₀ dermal (mg/kg)	CL ₅₀ inhalación (mg/l)	Color etiqueta	Símbolo de peligro
Ia. Extremadamente tóxico	< 5	< 20	< 0,05	Roja	Calavera
Ib. Altamente tóxico	5 - 50	20 - 200	< 0,05	Roja	Calavera
II. Moderadamente tóxico	50 - 500	200 - 2000	0,05 - 0,5	Amarilla	Cruz
III. Ligeramente tóxico	500 - 5000	2000 - 5000	0,5 - 2	Azul	-
IV. Sin peligro	> 5000	> 5000	> 2	Verde	-

Fuente: (EPA, 2000) citado por (Farrera, 2004).

^{1/} Corresponde a la dosis determinada que es letal para un 50% de los animales expuestos, o bien la dosis para producir el 50% de mortalidad en una población.

^{2/} Corresponde a la concentración de una sustancia en el aire que es letal para el 50% de los animales expuestos, o bien la dosis para producir el 50% de mortalidad en una población.

Tabla 2.3. Clasificación de los plaguicidas según su naturaleza química

Clasificación	Tipo
Organoclorados	Insecticidas, herbicidas, funguicidas
Organofosforados	Insecticidas
Carbamatos	Insecticidas, Herbicidas.

Fuente: (Rivero *et al.*, 2001)

2.1.6. Tipos de intoxicaciones causadas por plaguicidas

Para que los plaguicidas causen intoxicaciones en un trabajador o en un ciudadano, tienen que penetrar en el cuerpo. Esto puede producirse por uno de tres caminos, a través de la piel, de los pulmones o del tubo digestivo (OMS, 1985).

- **Absorción por la piel.** Si un plaguicida entra en contacto directamente con la piel, puede atravesar rápidamente la epidermis y la dermis y llegar a la sangre. Esta es la vía de entrada más frecuente en el organismo, ya que la contaminación de la piel puede producirse fácilmente y a menudo pasa inadvertida. El peligro de que los plaguicidas atraviese la piel es máximo cuando: la temperatura es alta, la piel está húmeda o tiene heridas.

- **Absorción por los pulmones.** El plaguicida que se encuentra en el aire es respirado y llevado a los pulmones. Pasa de los pulmones a la sangre y entonces a todo el organismo.

- **Absorción a través del tubo digestivo.** Cuando los plaguicidas entran directamente en la boca y se degluten, penetran al organismo por el estomago y los intestinos.

Una vez que el plaguicida ha ingresado al organismo se pueden producir dos tipos de intoxicaciones a saber:

Agudas: estados de envenenamiento producidos en forma inmediata a la exposición al tóxico, generalmente en dosis elevadas con consecuencias mortales.

Crónicas: aquella que se manifiestan después de largo periodo de exposición al tóxico.

Los plaguicidas se manifiestan como veneno en las personas según el grado de envenenamiento o intoxicación que tenga la persona, envenenamiento a largo plazo, llamadas intoxicaciones crónicas, según si la persona se expone diariamente o frecuentemente al plaguicida, si la exposición o contacto es directo (manipulación del plaguicida) o indirecto por ejemplo cuando la señora del agricultor lava la ropa que este vestía cuando aplicó el plaguicida. Envenenamientos agudos es producido cuando el plaguicida es ingerido, tocado o respirado directamente en una sola ocasión que son los casos más conocidos pero no los únicos. Lamentablemente no existen clasificaciones para las intoxicaciones crónicas, un plaguicida que aparezca como moderadamente tóxico para las intoxicaciones agudas, puede ocasionar daños severos a largo plazo.

2.1.7. Movimiento de los plaguicidas en el ambiente

Para entender como se comporta un plaguicida en el ambiente se necesita conocer cierta información sobre las propiedades físico-químicas de la molécula y su mecanismo de transporte, así como las características medio ambientales y la geografía del lugar en el que se le encuentra. El transporte ambiental involucra los movimientos de gases, líquidos y partículas sólidas dentro de un medio determinado y a través de las interfaces entre el aire, el agua, sedimento, suelo, plantas y animales (Figura 2.2).



Figura 2.2. Posibles mecanismos de transporte de plaguicidas en el ambiente

Una de las características importantes de los plaguicidas es la persistencia o capacidad que tienen para retener sus características físicas, químicas y funcionales en el medio en el cual es transportado o distribuido, durante un período limitado después de su emisión (EXTONET, 1993).

Además de la persistencia, existen otras características de los plaguicidas que determinan su comportamiento. Una es la volatilidad; es decir, la tendencia del plaguicida a pasar a la fase gaseosa. Los que son más volátiles tienen el potencial más grande de entrar la atmósfera y, si son persistentes, de moverse largas distancias. Otra característica importante es la solubilidad en agua. Si un plaguicida es muy soluble en agua, puede ser transportado fácilmente por la lluvia, la escorrentía superficial y lixiviación hacia otras zonas. Si el plaguicida es muy insoluble en agua, tiende a ser adsorbido por las partículas del suelo y transportado por los sedimentos.

Según Sandia *et al.*, (2000), la movilidad de los plaguicidas en el ambiente depende principalmente de los siguientes factores:

- Propiedades físicas y químicas de los plaguicidas y de sus productos de degradación.
- Modo, concentraciones y frecuencia de aplicación; diluyentes, propelentes y medio al cual esta dirigido.
- Factores ambientales tales como régimen de las lluvias, vientos, temperatura y evaporación.
- Características físicas y químicas de los suelos, tales como tipos, pH, minerales presentes, humedad, temperatura, calidad y cantidad de microorganismos.
- Presencia de aguas superficiales o subterráneas, sus movimientos y características físicas, químicas y microbiológicas.

- ***Movilidad en la atmósfera***

Los plaguicidas con alta presión de vapor y baja solubilidad en el agua tienden a pasar a la atmósfera, en buena medida como resultado de la volatilidad de los productos utilizados, condición que se incrementa con elevadas temperaturas, baja humedad relativa y velocidad del viento. Este fenómeno puede presentarse en el momento de su aplicación por aspersión, pudiendo en ocasiones volatilizarse hasta el 50% del producto aplicado (Sandia *et al.*, 2000).

Luego de la aplicación, la volatilización puede producirse a partir de la superficie de las plantas, suelo o el agua. La volatilización del plaguicida en el suelo se da en relación inversa al contenido de materia orgánica y directa al contenido de humedad. Una vez dentro de la atmósfera pueden trasladarse grandes distancias, experimentar reacciones químicas y adherirse a partículas suspendidas como el polvo. Los plaguicidas gaseosos pueden disolverse en el agua atmosférica y ser transferidos a la superficie durante las precipitaciones (Neira y Useche, 2003).

- **Movilidad en el suelo**

Los plaguicidas que llegan al suelo pueden movilizarse en él por medio de procesos físicos y biológicos. El comportamiento dependerá de las propiedades físicas y químicas del suelo, su textura, materia orgánica, profundidad y pendiente; así como de las propiedades del plaguicida, solubilidad, absorbilidad y vida media; entendiéndose éste último como el tiempo que tarda en ser destruido o perder su habilidad para actuar efectivamente la mitad del plaguicida original (García, 1993, citado por Sandia *et al.*, 2000).

El movimiento puede producirse verticalmente a través del perfil del suelo (infiltración), o lateralmente por el lavado de corrientes superficiales sobre áreas de escurrimiento, o en las aguas subterráneas. Los plaguicidas que son débilmente adsorbidos por el suelo y resistentes a la degradación, son los probablemente más propensos a percolar hacia las aguas subterráneas, o en caso contrario quedar inmóviles en el suelo. Al ser adsorbidos en los sedimentos pueden ser movidos por arrastre y erosión. Este mecanismo tiene mayor potencial para mover más plaguicidas fuera del sitio de aplicación que la infiltración (Neira y Useche, 2003).

La mayoría de los plaguicidas organoclorados son insolubles en agua, por lo que resultan fuertemente adsorbidos por el suelo y no pueden ser percolados. Para los organofosforados y carbamatos las situaciones son variables. Estos tienen un amplio rango de solubilidad, el cual influyen en la medida en que pueden ser retenidos.

- **Movilidad en el agua**

Los plaguicidas pueden estar distribuidos en las masas hídricas (drenajes, ríos, lagos, mares y océanos). Los que ingresan a estos sistemas pueden ser evaporados a la atmósfera, permanecer en el agua en solución, como una suspensión suelo-plaguicida, o depositarse en los sedimentos.

El estado en el cual permanecen los plaguicidas en el medio acuático depende de la capacidad de adsorción de los sólidos dispersos en él y de las propiedades físicas y químicas tanto como de los productos como del agua. Los informes de residuos encontrados en la mayoría de los estudios de control de los cuerpos de agua señalan que, usualmente, los plaguicidas se encuentran asociados a sedimentos suspendidos.

2.1.8. Ventajas y desventajas del uso de plaguicidas

Los plaguicidas constituyen una herramienta tecnológica muy poderosa en las actividades agrícolas en lo que respecta al control fitosanitario de plagas y enfermedades. Contribuye a mantener la producción agrícola con altos rendimientos, ayudando a producir alimentos de manera más fácil, abundante, económica y eficiente. Evitan cuantiosos daños económicos, al impedir las pérdidas parciales o totales de los cultivos por el ataque de plagas. Por otro lado son

una herramienta poderosa en el control epidemiológico. A principios de siglo permitió controlar enfermedades como la fiebre amarilla y el paludismo que estaban diezmando a la población.

Contradictoriamente con el uso intensivo de plaguicidas, se crean plagas más difíciles de controlar. Las plagas menores se convierten en plagas mayores, al eliminarse algunas especies predatoras naturales, o bien cuando los insectos se vuelven resistentes a algunos insecticidas después del uso prolongado de una determinada sustancia. Más aún, si consideramos la extraordinaria rapidez de multiplicación de los insectos, lo cual favorece la multiplicación de individuos resistentes dentro de una población y la facilidad de transmitir su resistencia a sus descendientes, originando nuevas generaciones inmunes a los plaguicidas (Farrera, 2004).

En el mercado se pueden encontrar productos extremadamente tóxicos (organofosforados, organoclorados y carbamatos, entre los más nocivos), que sin un manejo cuidadoso pueden afectar la salud de los agricultores y sus familias, así como también a las poblaciones urbanas y el ambiente.

2.1.9. Normativa que rige el uso de plaguicidas

- ***Normativa internacional***

El aumento del comercio mundial de productos químicos, suscitó una creciente preocupación sobre los riesgos derivados de la utilización de plaguicidas. Esa preocupación desembocó a través de los años la elaboración normas y recomendaciones sobre el uso y manejo de plaguicidas por parte de organizaciones internacionales. Entre estas se tienen las siguientes:

Código internacional de conducta para la distribución y utilización de plaguicidas. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO).

El objetivo del Código es establecer normas de conducta de carácter voluntario para todas las entidades públicas y privadas que intervienen en la distribución y utilización de plaguicidas o tienen relación con las mismas, particularmente en los casos en que no hay una legislación nacional para regular los plaguicidas o la que existe es inadecuada (FAO 2003).

Consentimiento informado previo (PIC). Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)

El objetivo del PIC es promover que los países exportadores e importadores compartan la responsabilidad de la protección de la salud humana y del medio ambiente, frente a los efectos de ciertos productos químicos objeto del comercio internacional (Rivero, *et. al.*, 2001).

Manejo ambiental adecuado de sustancias químicas. Conferencia de las Naciones Unidas para el Desarrollo y Ambiente (UNCED)

El objetivo es identificar las prioridades en todos los aspectos de seguridad química, tanto para la salud como para el ambiente y la promoción de mecanismos de coordinación a niveles nacionales e internacionales que permitan el manejo adecuado de sustancias químicas (Rivero, *et. al.*, 2001). Entre los programas se destacan: la armonización de la clasificación y etiquetado de sustancias químicas, el establecimiento de programas para la reducción de riesgos y el fortalecimiento de la capacidad nacional para el manejo de sustancias químicas.

Tolerancias Internacionales recomendadas para los residuos de plaguicidas (Codex Alimentarius). (FAO/OMS, 1972)

Establece los límites máximos de residuos en los alimentos con el objetivo de proteger la salud humana de los consumidores (FAO/OMS, 1972).

Convenio de Róterdam sobre el Procedimiento de Consentimiento Fundamentales Previo a Ciertos Plaguicidas y Productos Químicos Peligrosos Objeto de Comercio Internacional.

El objetivo del presente Convenio es promover la responsabilidad compartida y los esfuerzos conjuntos de las Partes en la esfera del comercio internacional de ciertos productos químicos peligrosos a fin de proteger la salud humana y el medio ambiente frente a posibles daños y contribuir a su utilización ambientalmente racional, facilitando el intercambio de información acerca de sus características, estableciendo un proceso nacional de adopción de decisiones sobre su importación y exportación y difundiendo esas decisiones a las Partes.

- ***Normativa Venezolana***

La mayoría de las leyes venezolanas que rigen el uso de plaguicidas están basadas en la normativa internacional y en acuerdos internacionales. Entre ellas se tienen:

Ley sobre sustancias, materiales y desechos peligrosos. (Venezuela, 2001)

Esta Ley tiene por objeto regular la generación, uso, recolección, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de las sustancias, materiales y desechos peligrosos, así como cualquier otra operación que los involucre con el fin de proteger la salud y el ambiente.

Reglamento general de plaguicidas. (Venezuela, 1992)

Tiene por objeto la regulación, el control y la vigilancia en la fabricación, formulación, comercialización y utilización de los plaguicidas, de acuerdo a las normas establecidas por los organismos competentes.

Ley aprobatoria del "Convenio de Rotterdam sobre el Procedimiento de Consentimiento Fundamentales Previo a Ciertos Plaguicidas y Productos Químicos Peligrosos Objeto de Comercio Internacional" (Venezuela, 2004)

Es un acuerdo multilateral cuyo objetivo es de promover la responsabilidad compartida y los esfuerzos conjuntos de las Partes en la esfera del comercio internacional de ciertos productos químicos peligrosos, a fin de proteger la salud humana y el medio ambiente frente a posibles daños y contribuir a su utilización ecológicamente racional, facilitando el intercambio de información acerca de sus características, estableciendo un proceso nacional de adopción de decisiones sobre su importación y exportación y difundiendo esas decisiones a las Partes.

Normas de la Comisión Venezolana de Normas Técnicas (COVENIN)

- Norma venezolana 1206-82: Residuos de plaguicidas en alimentos. Definiciones y terminología.
- Norma venezolana 2817-91: Plaguicidas. Manejo de desechos.
- Norma venezolana 2845-91: Plaguicidas. Requisitos para autorizaciones.
- Norma venezolana 2846-93: Plaguicidas. Evaluación toxicológica. Obligatoria.
- Norma venezolana 1106-95: Plaguicidas. Clasificación. Obligatoria.
- Norma venezolana 1160-95: Plaguicidas. Etiquetado. Provisional.
- Norma venezolana: 2268-96: Plaguicidas. Transporte, almacenamiento, manipulación y uso. Medidas de salud ocupacional.
- Norma venezolana 3213-96: Plaguicidas. Envasado y embalaje.
- Norma venezolana 3670-01: Plaguicidas químicos de uso agrícola. Procedimientos de lavado de envases.

2.2. PROBLEMÁTICA GENERADA POR EL USO DE PLAGUICIDAS

El propósito es dar a conocer la problemática y efectos que sobre la salud humana y el ambiente genera el uso de plaguicidas, basado en una revisión documental de las realidades plasmadas por diferentes autores, instituciones y evidencias científicas existentes acerca del tema.

Para ello, se presentan tres puntos diferentes. El primero, muestra una descripción de los principales ingredientes activos que componen algunos productos plaguicidas registrados en el país, haciendo énfasis en los efectos toxicológicos y ambientales de los mismos. El segundo punto presenta la realidad de los casos de mortalidad y morbilidad causados por el uso de plaguicidas en el país y el estado Mérida. El tercer y último punto, hace referencia a los casos de contaminación ambiental producto del uso de plaguicidas en el estado Mérida.

2.2.1. Descripción de plaguicidas

Según datos suministrados por el Servicio Autónomo de Sanidad Agropecuaria SASA, para finales del año 2004 existían 1165 productos plaguicidas registrados en el país, constituidos por más de 400 ingredientes activos diferentes.

Con el fin de facilitar la descripción de la amplia gama de plaguicidas, los mismos fueron agrupados según el ingrediente activo que los constituye y, estos últimos según la clase o grupo químico al cual pertenecen, para así presentar como producto final una descripción general de los efectos toxicológicos y ambientales de los diferentes ingredientes activos agrupados por clases o grupos químicos. La descripción se realizó en base a la información de perfiles de pesticidas de la red de extensión toxicológica EXTONET (1995), el cual es un proyecto de información de ingredientes activos de plaguicidas realizado por las oficinas cooperativas de extensión de la Universidad de Cornell, la Universidad de Oregon, la Universidad de Idaho, la Universidad de California y el Instituto de Toxicología del Medio Ambiente de la Universidad de Michigan.

En total se recabó información de 106 ingredientes activos, que son constituyentes principales de 544 productos plaguicidas de los 1165 registrados en el país para el año 2004, los cuales fueron agrupados en 42 grupos químicos diferentes (Apéndice A). A continuación se puntualizan los efectos toxicológicos y ambientales de cada grupo químico, basados en la descripción de los ingredientes activos que los integran.

- ***Acetanilida***

Grupo químico que incluye al Propanil, el Metaclor y Butaclor como los ingredientes activos más utilizados en la agricultura. Son herbicidas de toxicidad variable que van de ligeramente tóxicos a moderadamente tóxicos. Se caracteriza por presentar una toxicidad aguda moderadamente tóxica vía ingestión e inhalación y ligeramente tóxica vía cutánea. La toxicidad crónica en animales causa incrementos en el peso del hígado y del bazo y, una disminución de la hemoglobina en la sangre.

Es de persistencia baja en el suelo, degradado rápidamente por los microorganismos que tienen actividad más alta bajo condiciones calientes y húmedas. La rápida degradación en el suelo elimina prácticamente el potencial para la contaminación del agua subterránea. Los periodos divulgados de persistencia en el agua son 2 días bajo condiciones aerobias y 2 a 3 días bajo condiciones anaerobias. Resulta ligeramente a moderadamente tóxico para las aves y moderada a altamente tóxico para los organismos acuáticos.

- ***Ácido Benzoico***

El ácido benzoico es utilizado como herbicida, cuyo ingrediente activo característico es el Dicamba. Presenta una toxicidad aguda ligeramente tóxica vía ingestión, inhalación y exposición cutánea. Los síntomas del envenenamiento agudo incluyen la pérdida de apetito (anorexia), vomito, debilidad muscular, disminución del ritmo cardíaco y afecciones del sistema nervioso central. Además de estos síntomas, la inhalación puede causar la irritación de las vías respiratorias y la pérdida de la voz. Es muy irritante y corrosivo, pudiendo causar daño severo y permanente a los ojos y quemaduras de la piel. La toxicidad crónica en animales muestra una disminución del peso corporal y una ampliación de las células del hígado. Estudios arrojan que es

muy poco probable que el ácido benzoico cause efectos reproductivos sobre los seres humanos, sin embargo en experimentos con animales de prueba se demostró la reducción de pesos corporales fetales y la pérdida creciente de fetos.

El ácido benzoico es moderadamente persistente en el suelo. El índice de la biodegradación aumenta con la temperatura y humedad del suelo, tendiendo a ser más rápido cuando es ligeramente ácido. La volatilización de superficies del suelo no es significativa, cierta volatilización puede ocurrir de las superficies de la planta. Es altamente soluble en agua y por lo tanto altamente móvil en el suelo siendo probable la contaminación de aguas subterráneas. Es ligeramente tóxico para las aves y los organismos acuáticos.

- ***Amida***

Grupo químico utilizado como herbicida, siendo la Napropamina su principal ingrediente activo. La toxicidad aguda se caracteriza por ser ligeramente tóxica por ingestión y exposición de la piel y altamente tóxica por inhalación. Los efectos a la exposición aguda en animales de prueba incluyen: diarrea, depresión, salivación, la pérdida de peso, cambios respiratorios y disminución de la presión arterial. Los efectos de la toxicidad crónica en animales muestran reducción del peso uterino, disminución del peso del hígado y peso corporal y cambios en la química de la sangre. Estudios sugieren que no es probable efectos teratogénicos en seres humanos, sin embargo en pruebas realizadas en animales se demostró la formación incompleta de huesos en fetos.

Amida es moderadamente persistente en el suelo. Es degradado rápidamente por fotodegradación cerca de la superficie del suelo después de su uso, y puede ser degradado lentamente por los hongos y las bacterias del suelo. Poco o nada de pérdida debido a la volatilización se ha considerado en estudios de campo. Es ligeramente soluble en el agua, por lo tanto puede plantear una amenaza leve de contaminación de aguas subterráneas. Resulta ligeramente tóxico para las aves y moderadamente tóxico para organismos acuáticos.

- ***Amidina***

Incluye al Amitrax como el ingrediente activo representativo del grupo, el cual es utilizado ampliamente como insecticida y acaricida. Presenta una toxicidad aguda ligeramente tóxica vía oral, exposición cutánea e inhalación. Los efectos de intoxicación aguda observada en animales de prueba incluyen: episodios de agresión, convulsiones y debilitamiento corporal. En cuanto a la toxicidad crónica no se cuentan con resultados concluyentes. Estudios en animales de laboratorio demostraron efectos reproductivos, teratogénicos y carcinógenos como: disminución de la fertilidad, pérdida de fetos, malformaciones esqueléticas y formación de tumores en pulmones e hígado.

Se degrada rápidamente en el suelo con altos contenidos de oxígeno. La degradación ocurre más rápidamente en suelos ácidos que en alcalinos o neutros. Es ligeramente tóxico para las aves y moderadamente tóxico para los organismos acuáticos.

- ***Anilida***

Grupo químico que incluye como principal ingrediente activo al Alaclor, que es utilizado como herbicida sistémico selectivo. La toxicidad aguda se caracteriza por ser ligeramente tóxico vía oral, inhalación y cutánea. La toxicidad crónica demostró afecciones sobre el hígado, el bazo y riñón en estudios realizados en animales de laboratorio. Otros experimentos revelaron la degeneración irreversible del diafragma ocular.

Para el hombre la Anilida no parece causar efectos reproductivos, aunque experimentos realizados en ratas dieron lugar a toxicidad maternal y fetal. Por otra parte parece tener un potencial carcinogénico potencial para los seres humanos. En ratas ha producido tumores nasales, pulmonares y tiroideos.

Es ligeramente tóxico para aves y moderadamente tóxico para organismos acuáticos. Tiene una persistencia baja en el suelo y movilidad moderada en el mismo, pudiendo emigrar al agua subterránea. Se degrada rápidamente, sobre todo debido a la acción de los microorganismos y la presencia de oxígeno. En plantas las concentraciones más altas aparecen en las partes vegetativas que en las partes reproductivas y se metaboliza casi totalmente en el plazo de diez días.

- ***Biológico***

Actúa como insecticida biológico, siendo el *Bacillus thuringiensis* el ingrediente activo de uso común en este grupo. Es una bacteria que se encuentra de forma natural en el suelo, capaz de producir venenos que causan enfermedades en insectos. Es prácticamente no tóxico a seres humanos y animales. La toxicidad aguda muestra ser ligeramente tóxica vía inhalación, ingestión y cutánea. Entre los síntomas asociados a la toxicidad aguda se tienen: malestar estomacal y vómitos, irritación en la piel por exposición prolongada, irritación transitoria en vías respiratorias e irritación por contacto directo a los ojos. Pruebas realizadas en animales de laboratorio y seres humanos no evidenciaron efectos asociados a la toxicidad crónica.

Es moderadamente persistente en el suelo, degradándose rápidamente en suelos con pH ligeramente ácidos. Debido a su baja movilidad y baja toxicidad no plantean riesgo de contaminación del agua subterránea. No es tóxico para la fauna aviar y prácticamente no tóxico para la fauna acuática, sin embargo puede producir efectos adversos sobre langostinos y mejillones.

- ***Benzenoide***

Grupo integrado por el ingrediente activo Metalaxil, el cual funciona como fungicida sistémico. La toxicidad aguda muestra ser moderada a ligeramente tóxica vía ingestión y cutánea. Animales de laboratorio exhibieron irritación leve de ojos y piel. No existe información disponible de la toxicidad por inhalación. En cuanto a la toxicidad crónica, experimentos realizados en ratas demostraron cierta ampliación celular en el hígado. Estudios indican que es muy poco probable efectos reproductivos, mutagénicos y carcinógenos en los seres humanos.

La persistencia del producto en suelos es variable, un periodo representativo es de 70 días. Dicha persistencia y la alta solubilidad que tiene en el agua del suelo, plantea una amenaza de contaminación del agua subterránea. Es prácticamente no tóxico para aves y ligera a moderadamente tóxico para organismos acuáticos.

- ***Benzimidazol***

Funciona como un fungicida de uso general, siendo los ingredientes activos representativos del grupo el Benomil y el Tiabendazol. Se caracterizan por ser prácticamente no tóxico a ligeramente tóxicos, según el ingrediente activo que conforme al producto químico. La toxicidad aguda en experimentos realizados en animales de laboratorio muestra ser variable, observándose desde leves irritaciones de la piel hasta vértigos, anorexia, náusea, vomito y dolor de cabeza. Los efectos asociados a la toxicidad crónica incluyen: efectos sobre la función hepática, el bazo y el intestino, cirrosis del hígado, ataques ocasionales de anemia y anorexia.

Los efectos reproductivos en animales se relacionan con la disminución de la cuenta de espermatozoides, peso testicular y tasas de reproducción bajas. Se establece que los efectos sobre los seres humanos son inverosímiles, aunque a altas concentraciones existe la posibilidad de afectación. Dosis muy altas pueden causar defectos en el nacimiento de animales de prueba (efectos teratogénicos). Por otra parte, se han evidenciado efectos carcinógenos, mediante la formación de tumores hepáticos.

Es altamente persistente en el suelo y ligeramente soluble en el agua, por lo que no representa un peligro evidente para la contaminación del agua subterránea. Adicionalmente su baja solubilidad en el agua hace poco probable estar en solución, y estará limitada muy probablemente al sedimento. Es moderadamente tóxico para aves y de ligera a altamente tóxico para organismos acuáticos.

- ***Benzoilfenilurea***

Actúa como insecticida cuyo ingrediente activo principal es el Diflubenzuron, urea del Benzoilfenil. La toxicidad aguda se caracteriza por ser ligeramente tóxico vía ingestión, oral y cutánea. En animales de prueba la toxicidad crónica muestra efectos de incremento en tamaño del

bazo, hígado y cambios en la química de la sangre. Adicionalmente, causa efectos reproductivos como la disminución de los niveles de testosterona. Es bioacumulable en pequeñas cantidades en el tejido adiposo.

Tiene persistencia baja en el suelo y es degradado rápidamente por procesos microbianos. La baja movilidad en el suelo reduce el riesgo de contaminación del agua subterránea. En el agua bajo condiciones de campo se degrada rápidamente. Los residuos en algunas cosechas tienen un periodo de 5 a 10 semanas. Resulta ligeramente tóxico para aves y organismos acuáticos.

- ***Bipiridilo***

Funciona como un herbicida extensamente usado para el control de malas hierbas. El ingrediente activo mejor conocido del grupo químico es el Paraquat constituyente principal del Gramoxone, producto ampliamente utilizado en el país. La toxicidad aguda se caracteriza por ser altamente tóxico vía ingestión, inhalación y cutánea. Los efectos debido a la alta exposición aguda pueden incluir excitabilidad y congestión del pulmón, que en algunos casos conduce a convulsiones, incoordinación, y la muerte por déficit respiratoria. Si es ingerido, produce quemaduras en la boca y la garganta, seguido por la irritación del aparato gastrointestinal, dando por resultado el dolor abdominal, pérdida de apetito, náusea, vomito y diarrea. Otros efectos tóxicos incluyen sed, dificultad respiratoria, aumento del ritmo cardíaco, insuficiencia renal, dolores pulmonares y lesión del hígado. La dosis mortal estimada (vía ingestión) para el paraquat en seres humanos es 35 mg/kg. Los efectos de la toxicidad crónica son similares a los expuestos para la toxicidad aguda.

Aunque se establece que es muy poco probable que cause efectos reproductivos en seres humanos, en pruebas sobre animales se ha observado un aumento de la mortalidad fetal y malformaciones de huesos. No se ha llegado a resultados concluyentes, pero existe la posibilidad de que el producto cause efectos mutagénicos. Los efectos carcinógenos observados incluyen desarrollo de tumores en pulmón, tiroides, piel y glándulas suprarrenales. Puede bioacumularse en tejidos finos transformándose en formas altamente reactivas y potencialmente tóxicas.

Es altamente persistente en el suelo y se degrada lentamente a formas menos tóxicas que el compuesto original. No es perceptiblemente móvil en la mayoría de los suelos adsorbiéndose en las partículas del mismo y transportándose vía sedimentos. No presenta alto riesgo para la contaminación del agua subterránea. En el ambiente acuático esta limitado al sedimento y puede ser más altamente persistente que en el suelo debido a la disponibilidad limitada de oxígeno. El compuesto es moderadamente tóxico para las aves y, ligeramente a moderadamente tóxico para organismos acuáticos.

- ***Carbamato***

Grupo químico ampliamente usado en el país como insecticida y nematocida. Incluye al Aldicarb, Carbaril, Carbofuran, Metomil, Oxamil y Proporux como los ingredientes activos más conocidos en el mercado. La toxicidad es variable y depende del ingrediente activo que conforma al producto, que va desde ligeramente tóxico a extremadamente tóxico.

La toxicidad aguda es variable, es altamente tóxico vía oral, de ligera a altamente tóxico vía cutánea y de moderada a altamente tóxico vía inhalación. Los carbamatos se caracterizan por ser inhibidores de la colinesterasa interrumpiendo la función del sistema nervioso. La toxicidad aguda incluye efectos como: irritación de la piel, náuseas, dolores abdominales, vómito, sudoración, diarrea, salivación excesiva, debilidad, desequilibrios nerviosos, visión borrosa, dificultad respiratoria, aumento de la presión arterial, inconciencia, dolor de cabeza, calambres musculares, convulsiones y hasta la muerte. Los síntomas de la toxicidad crónica son muy similares a los de la toxicidad aguda, sin embargo la exposición prolongada por carbamatos puede causar disminución del peso corporal, cambio bioquímico del hígado y carencia de apetito. Aunque se plantea que los efectos reproductivos en los seres humanos son inverosímiles, en estudios realizados en animales de laboratorio se evidencian daños en testículos, cambios en el consumo de alimentos, cambios de crecimiento y lactancia de los descendientes, y disminución de los pesos corporales maternos.

En descendientes de animales se han observado efectos teratogénicos como el desarrollo retardado de algunos reflejos y debilitamiento del sistema nervioso central. En cuanto a efectos mutagénicos no se tienen resultados concluyentes, pero existe la posibilidad de que algunos ingredientes activos como el Carbofuran y el Carbaril tengan efectos mutagénicos leves. Por otra parte, se ha observado el potencial carcinógeno del Carbaril. Los efectos sobre órganos causados por carbamatos incluyen: cambios en la función hepática, y cambios en los pesos del órgano del cerebro, del corazón, de los pulmones, testículos, y de las glándulas suprarrenales. Además de afecciones de la piel, ojos, el aparato gastrointestinal, los riñones y el bazo.

La persistencia de carbamatos en el suelo es de baja a moderada debido a la acción bacteriana. Es altamente soluble y móvil en suelo constituyendo un alto riesgo de contaminación del agua subterránea. De igual forma la persistencia en el agua superficial es de baja a moderada, dependiendo del contenido de oxígeno, el pH, y de los microorganismos que se desarrollan en la misma.

El periodo de permanencia de los carbamatos en las cosechas es variable, puede ir de unos cuantos días a dos semanas. La toxicidad para la fauna silvestre es variable, en aves puede ser de ligeramente tóxico a extremadamente tóxico y en organismos acuáticos de ligeramente a altamente tóxico.

- ***Carboximida***

Eficaz para el control de enfermedades fúngicas. Entre los ingredientes activos mas utilizados se tienen al Captafol y al Folpet. La toxicidad aguda se clasifica de ligeramente a moderadamente tóxico vía ingestión, inhalación y cutánea. Como efectos asociados a las intoxicaciones agudas se tienen: Irritación cutánea, irritación ocular e irritación de las membranas mucosas. En animales de prueba la toxicidad crónica evidencia los siguientes efectos: depresión del crecimiento y algunos cambios del hígado y del riñón, vomito, diarrea, anemia, pérdida de peso corporal, cambios en perfiles de la sangre y la orina, dermatitis y conjuntivitis.

La disminución de pesos corporales en descendientes, la disminución de la fertilidad de los padres y, la perdida y malformaciones de fetos se han observado como efectos reproductivos en animales de laboratorio. Como efectos teratogénicos se ha divulgado malformaciones esqueléticas e hidrocefalia. Por otra parte el grupo químico fue encontrado como un agente carcinógeno, produciendo una alta incidencia de adenocarcinomas del intestino delgado, tumores vasculares en corazón y bazo, fibroadenomas de la glándula mamaria y formación de nódulos neoplásicos en el hígado. Para la vida silvestre se tiene que la Carboximida es de moderada a altamente tóxico para las aves y organismos acuáticos.

- ***Ciclohexeno***

Grupo químico utilizado como herbicida que incluye como ingrediente activo más utilizado en la agricultura al Cletodim. La toxicidad aguda es clasificada como moderadamente tóxico vía ingestión e inhalación y ligeramente tóxico vía cutánea. Los efectos a la exposición aguda pueden incluir la irritación ocular o de piel, alteración del sistema nervioso central, salivación, actividad motora disminuida, incoordinación, e hiperactividad. Estudios de toxicidad crónica en animales de prueba dieron lugar a aumentos del peso del hígado, anemia y alteraciones en la química de la sangre. Reducciones de pesos corporales y anormalidades esqueléticas fetales fueron observadas como efectos teratogénicos, aunque se establece que tales efectos sean inverosímiles en seres humanos bajo condiciones normales de exposición.

Tiene baja persistencia en la mayoría de los suelos, con ligera movilidad en los mismos, razón por el cual no presenta una amenaza para contaminar el agua subterránea. Por otra parte puede ser altamente persistente en un ambiente acuático, sin embargo, debido a la baja persistencia del compuesto, es poco probable ser encontrado en las aguas superficiales. Es ligeramente tóxico para aves y organismos acuáticos.

- ***Cloroacetanilida***

Grupo químico utilizado como herbicida. Está representado por el Acetoclor, ingrediente activo ampliamente utilizado en la agricultura. La toxicidad aguda es considerada de moderadamente a altamente tóxico vía ingestión, inhalación y cutánea. La toxicidad crónica en animales de prueba

muestra disminución del peso corporal e irritaciones severas de la piel y ojos. Entre los efectos reproductivos y teratogénicos, se ha divulgado la disminución del peso corporal y el consumo de alimentos de los descendientes, pérdida de peso maternal y muerte de fetos. Adicionalmente hay evidencia de positiva de efectos mutagénicos en pruebas realizadas en animales de laboratorio. Los efectos carcinógenos muestran una incidencia en la formación de carcinomas de hígados y pulmones, tumores ováricos benignos, alteraciones celulares en la tiroides, adenomas nasales y tumores gastrointestinales. Es considerado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos EPA, como un agente carcinógeno humano probable.

Tiene moderada a alta persistencia en el suelo, siendo fuertemente adsorbido por los coloides del suelo. Su degradación esta condicionada por el tipo de suelo y las condiciones climáticas.

- ***Cloronicotinil***

Grupo químico que actúa como insecticida. Entre los ingredientes activos que componen al mencionado grupo se tiene al Imidacloprid como el más utilizado en el país para el control de plagas agrícolas. La toxicidad aguda es clasificada de ligera a moderadamente tóxico vía ingestión, inhalación y cutánea. Los síntomas de envenenamiento agudo son similares a los síntomas nicotínicos que incluyen fatiga, calambres, debilidad muscular e insuficiencia respiratoria. Los efectos de toxicidad crónica observados en animales de prueba incluyen: disminución del peso corporal, lesiones de tiroides e hígado y alteraciones de la química de la sangre. Las anomalías esqueléticas fueron observadas como efectos teratogénicos. Es considerado como un compuesto mutagénico débil. Por otra parte es considerado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos EPA, como un agente carcinógeno para los seres humanos.

Tiene modera a alta persistencia en el suelo, dependiendo del contenido de materia orgánica. Es moderadamente soluble en el agua y tiene afinidad a los materiales orgánicos del suelo. No representa un alto riesgo para la contaminación del agua subterránea. Resulta ligeramente a moderadamente tóxico para aves y organismos acuáticos.

- ***Cloronitrilo***

Grupo químico utilizado como fungicida. Incluye al Clorotalonil como el ingrediente activo ampliamente utilizado en la agricultura. La toxicidad aguda se clasifica como moderadamente tóxica, pudiendo causar irritación ocular y de piel, pérdida de coordinación muscular, aumento del ritmo respiratorio, sangrado nasal, vomito e hiperactividad. Intoxicaciones con dosis altas pueden producir sangrado vaginal, alteraciones de la orina y muerte. Para la toxicidad crónica, estudios realizados con animales de prueba no demostraron ningún efecto sobre el aspecto, comportamiento, o la supervivencia física. Sin embargo, puede producir tumores de riñón. Como efectos reproductivos se observado abortos y disminución del peso corporal de los descendientes.

También existe evidencia de ser un producto carcinógeno ante la presencia de intoxicaciones crónicas con altas dosis, causando tumores benignos en los riñones.

Es moderadamente persistente en el suelo y no es degradado por la luz del sol en la superficie del mismo. Su degradación depende de la humedad y temperatura del suelo. Tiene una baja movilidad en el suelo lo que disminuye el riesgo de contaminación del agua subterránea. Adicionalmente el producto químico tiene una alta persistencia en las plantas luego de la cosecha. Para la fauna aviar es ligeramente tóxico y altamente tóxico para la fauna acuática.

- ***Compuesto fenoxido***

Grupo químico utilizado ampliamente como herbicida. Entre los ingredientes activos más conocidos en el país para el control de malas hierbas se tienen al 2,4-D, MCPA, Fluazifop-p-butilico y al Quizalofop-p-etilo. La toxicidad aguda se caracteriza por ser ligeramente tóxico vía ingestión, ligeramente a altamente tóxico vía cutánea y ligeramente a moderadamente tóxico vía inhalación. Entre los efectos en seres humanos asociados a la intoxicación aguda se tienen: alteraciones del ritmo respiratorio, quemaduras de piel, vértigos, pérdida de la coordinación muscular, fatiga, náuseas, inflamación de nervios musculares, disminución de la tensión arterial, inconciencia, somnolencia, irritación ocular y muerte. La toxicidad crónica en seres humanos causa incoordinación, disminución de los reflejos y pérdida del control de la vejiga. En pruebas realizadas en animales se ha observado alteraciones en la química de la sangre, aumentos de pesos en riñón, hígado y bazo.

En animales se han evidenciado efectos reproductivos como sangrado de la cavidad abdominal en fetos, mortalidad de fetos, disminución de la producción de esperma en padres y disminución del peso corporal en fetos. Como efectos teratogénicos se tienen: anomalías esqueléticas en descendientes, paladar hundido, defectos del corazón, anomalías de riñón y disminución del peso corporal. Los estudios sugieren que el grupo químico tiene un potencial mutagénico bajo. En cuanto a efectos carcinógenos se ha observado la formación de tumores malignos en el cerebro, hígado y médula.

Tiene baja a moderada persistencia y movilidad en el suelo. La degradación depende fundamentalmente de los microorganismos del suelo y su movilidad de la cantidad de materia orgánica. Dependiendo del tipo de suelo puede presentar o no un potencial para la contaminación del agua subterránea. La toxicidad para la fauna silvestre es variable, dependiendo del ingrediente activo que conforme el producto químico utilizado. Para las aves puede ser ligeramente a moderadamente tóxico y para los organismos acuáticos ligera a extremadamente tóxico.

- ***Dicarboximida***

Grupo químico que actúa como fungicida y en el país esta representado por los ingredientes activos Iprodione y Vinclozolin. La toxicidad aguda se clasifica como ligeramente tóxico vía

ingestión y cutánea y, ligera a altamente tóxico vía inhalación. Produce irritación de las membranas mucosas y la piel. La toxicidad crónica en animales de prueba ha provocado incrementos significativos en el peso del hígado y riñón, disminución de pesos en la próstata y útero y, cambios en la química de la sangre. Existe evidencia de la capacidad que tiene el grupo químico para producir efectos carcinógenos sobre animales.

Se caracteriza por ser moderadamente persistente en el suelo y ligeramente a moderadamente soluble en el mismo. Estas características indican que tiene un potencial bajo para contaminar el agua subterránea. Resulta ligeramente tóxico para la fauna aviar y moderadamente tóxico para la fauna acuática.

- ***Difenil Éter***

Grupo químico utilizado como herbicida. Está representado por el ingrediente activo Oxyfluorfen. La toxicidad aguda se clasifica como ligeramente tóxico vía ingestión, inhalación y cutánea. Entre los efectos asociados a la intoxicación aguda se tiene la irritación severa a moderada de piel y ojos. Para la toxicidad crónica solo se ha observado efectos sobre el hígado de animales de prueba. Como efectos reproductivos se ha evidenciado la baja supervivencia de fetos y la disminución de pesos corporales maternos y fetales. La intoxicación crónica con altas dosis del compuesto químico puede producir efectos teratogénicos como malformaciones esqueléticas de fetos. En cuanto a los efectos carcinógenos se ha demostrado la capacidad del producto de producir tumores malignos y benignos en el hígado. Adicionalmente tiene una alta capacidad de ser bioacumulado en tejidos grasos.

Es moderadamente persistente en la mayoría de los ambientes del suelo y su mecanismo principal de degradación puede ser la fotodegradación y la evaporación en suelos húmedos. Es prácticamente insoluble en agua, y por lo tanto es poco probable que contamine el agua subterránea. En agua superficial es rápidamente degradado por la luz del sol, aunque tiene una tendencia de fijarse por adsorción en las partículas suspendidas del agua. Es ligeramente tóxico para la fauna aviar y altamente tóxico para la fauna acuática.

- ***Dinitroanilina***

Grupo químico que actúa como herbicida, siendo el Pendimetalin el ingrediente activo comúnmente utilizado en el país. La toxicidad aguda se clasifica como ligeramente tóxico vía ingestión, inhalación y cutánea. La irritación de la piel y ojos se consideran los efectos principales asociados a la intoxicación aguda. El efecto divulgado para la toxicidad crónica está asociado al incremento significativo en el peso del hígado. Resultados obtenidos con animales de prueba sugieren baja probabilidad del producto para causar efectos reproductivos, teratogénicos y carcinógenos.

Es moderadamente persistente en el suelo. La degradación puede resultar de la fotodescomposición y la volatilización. Es prácticamente insoluble en agua, y no lixivia fácilmente en la mayoría de los suelos, razón por la cual presenta un riesgo mínimo de contaminación del agua subterránea. En sistemas acuáticos se degrada fácilmente bajo condiciones anaerobias, aunque se adsorbe fácilmente en las partículas suspendidas del agua. Es ligeramente tóxico para la fauna aviar y altamente tóxico para la fauna acuática.

- ***Ditiocarbamato***

Grupo químico que actúa como fungicida. Incluye al Zineb, Mancozeb y Maneb como los ingredientes activos más utilizados para el control hongos. La toxicidad aguda se clasifica como ligeramente tóxico vía ingestión, inhalación y cutánea. Entre los efectos relacionados a la intoxicación aguda se tienen: incoordinación, hiperactividad, irritación de ojos, piel y vías respiratorias, dolores de cabeza, náuseas, fatiga, convulsiones, inconciencia, diarrea, pérdida de apetito, parálisis respiratoria y en algunos casos la muerte. Para la toxicidad crónica se han evidenciado efectos como: deterioro de la función de la tiroides, daño a la medula espinal, pérdida de tono muscular, alteraciones en la química de la sangre y disminución de la actividad colinesterasa. Entre efectos reproductivos se ha demostrado la disminución de fertilidad y muerte prematura de embriones. Como efectos teratogénicos se tienen anomalías en la formación del sistema nervioso central, esquelético y corporal. En animales de laboratorio se ha evidenciado el poder carcinógeno del compuesto químico al generar tumores malignos en el cuerpo de los animales, afectando principalmente la tiroides, el corazón y riñones.

Tiene persistencia baja en el suelo y se degrada fácilmente en la presencia de agua y oxígeno. Es prácticamente insoluble en el agua razón por la cual sea poco probable que infiltre hacia el agua subterránea. En el agua superficial se degrada fácilmente bajo condiciones anaerobias. Es ligeramente tóxico para la fauna aviar y de moderadamente a altamente tóxico para la fauna acuática.

- ***Éter difenólico***

Actúa como herbicida, e incluye al Acifluorfen como el ingrediente activo característico del grupo químico. La toxicidad aguda se clasifica como ligeramente tóxico vía ingestión, inhalación y cutánea. En animales de laboratorio la toxicidad crónica produce aumentos en pesos del hígado y riñón, cambios en la química de la sangre y alteraciones del ritmo cardíaco. Intoxicaciones con altas dosis del compuesto químico producen efectos teratogénicos como la disminución de pesos corporales en fetos y retrasos en el desarrollo esquelético. En cuanto a efectos carcinógenos se ha demostrado en animales de prueba la formación de tumores malignos en el hígado.

Es moderadamente persistente en el suelo siendo la acción microbiana la responsable principal de la degradación. Se degrada rápidamente en el agua superficial gracias a la fotodegradación. Es ligeramente tóxico para la fauna aviar y los organismos acuáticos.

- ***Fosfonometilglicina***

Grupo químico conocido por agrupar al Glifosato, ingrediente activo comúnmente utilizado como herbicida de amplio espectro no selectivo. La toxicidad aguda se clasifica como ligeramente tóxica vía ingestión y cutánea y, moderadamente tóxica vía inhalación. Experimentos de intoxicación crónica realizados en animales indican el potencial para producir cambios reproductivos significativos.

Es ligeramente tóxico para la fauna aviar y acuática. Presenta moderada persistencia en el ambiente del suelo, siendo los microorganismos los principales degradantes del producto. Aunque es altamente soluble en el agua, se adsorbe fuertemente a los coloides del suelo, por lo que tiene un potencial bajo para contaminar el agua subterránea.

- ***Fósforo etileno***

Grupo químico muy característico porque actúa como regulador del crecimiento de las plantas. Está representado por el ingrediente activo Etefon. La toxicidad aguda se clasifica como ligeramente tóxica por cualquiera de las tres rutas de exposición. Entre los efectos asociados a la intoxicación aguda se tiene: irritación en las membranas mucosas, disminución de la actividad de la colinesterasa y alteraciones de la química de la sangre. Los efectos relacionados con la toxicidad crónica son similares a los expuestos para la toxicidad aguda. En estudios realizados en seres humanos se ha observado como efectos: diarrea, calambres estomacales, incremento en la cantidad de orina, disminución de apetito y alteraciones de la actividad de la colinesterasa. Como efectos reproductivos se ha demostrado la disminución del consumo de alimentos, disminución del peso corporal y muerte de madres y fetos.

Tiene baja persistencia y movilidad en el suelo. Por lo tanto, el potencial para la contaminación del agua subterránea parece ser bajo a moderado. Es ligeramente tóxico para aves y organismos acuáticos.

- ***Fosforo inorgánico***

Utilizado comúnmente como insecticida. Está representado por el ingrediente activo Fosforo de Aluminio. La toxicidad aguda se clasifica como altamente tóxica vía ingestión e inhalación. Comúnmente no se absorbe vía cutánea. Al ser ingerido reacciona con los ácidos estomacales. Las fosfinas generadas en el aparato gastrointestinal se absorben fácilmente hacia la circulación sanguínea y el epitelio del pulmón. Las fosfinas pueden desnaturar la oxihemoglobina (encargado de la distribución sistémica del oxígeno) así como las enzimas importantes para la respiración y el metabolismo, causando también efectos en las membranas celulares. Al ser inhalado experimenta la misma reacción en los sacos húmedos del pulmón, aunque en una tasa más baja, dando como resultado efectos locales similares. Los efectos observados en animales de laboratorio incluyen: náusea, dolor abdominal, rigidez en pecho, agitación, diarrea, dificultad

respiratoria, edema pulmonar, taquicardia e hipotensión (tensión arterial baja), vértigos y la muerte. Además se ha observado convulsiones y glucosuria (proteínas bajas en la orina) que indica el daño del riñón. Resultados de autopsias de las víctimas del envenenamiento indican generalmente hipoxia, con evidencia de trauma local en el aparato gastrointestinal, pulmones, el hígado, riñones y el sistema nervioso central.

Los efectos relacionados con la toxicidad crónica en animales de prueba se relacionan con la disminución significativa del peso corporal y el consumo disminuido de alimentos, observándose disminuciones en la cuenta de las células rojas de la sangre y el incremento en las cuentas de las plaquetas. Como efectos reproductivos se ha evidenciado daños a las vesículas seminales en animales de prueba. Estudios bajo condiciones de laboratorio demostraron aumentos significativos en aberraciones cromosómicas como efectos mutagénicos.

Tiene baja persistencia y poca movilidad en el ambiente del suelo, por lo que no plantea alto riesgo para la contaminación del agua subterránea. Es poco probable que el producto sea encontrado en aguas superficiales, dado a que tiene la capacidad espontánea de formar un producto gaseoso en contacto con el agua. Resulta altamente tóxico para la fauna aviar y acuática.

- ***Hidrocarburo clorado***

Actúa como veneno para una variedad amplia de insectos, incluyendo al Endosulfan como el ingrediente activo representativo del grupo químico. La toxicidad aguda se clasifica como altamente tóxico vía ingestión, cutánea y ligeramente tóxica vía inhalación. Los síntomas conocidos en seres humanos por exposiciones agudas incluyen: incoordinación, desequilibrio, dificultad respiratoria, vomito, diarrea, agitación, convulsiones y pérdida del sentido. La ceguera reversible se ha divulgado en animales de prueba. Los efectos asociados a la toxicidad crónica en animales comprenden ampliación del hígado, cambios en la estructura del riñón y química de la sangre. Aunque se establece que es inverosímil que el producto químico cause daños reproductivos en seres humanos, en animales de prueba se ha evidenciado daños en los tubos seminíferos y disminución de pesos en los testículos. Como efectos teratogénicos se han observado malformaciones esqueléticas en descendientes. Puede causar efectos mutagénicos en seres humanos si las exposiciones al producto son altas.

Tiene moderada persistencia en el suelo y baja solubilidad en agua. El transporte del producto se da comúnmente por adsorción a las partículas del suelo. No plantea ser una amenaza para la contaminación del agua subterránea. La degradación es rápida bajo condiciones de pH neutrales que en condiciones más ácidas o básicas, aunque si su uso es frecuente y en grandes cantidades, se puede encontrar en el agua superficial cerca de áreas de aplicación del producto. En cosechas los residuos se pierden en un lapso de 3 a 7 días. Es altamente a moderadamente tóxico para especies de aves y altamente tóxico para especies acuáticas.

- ***Imidazol***

Funciona como un fungicida sistémico usado para controlar una amplia variedad de hongos. Está representado por el ingrediente activo Imazalil. La toxicidad aguda se clasifica como moderadamente tóxico vía ingestión, inhalación y cutánea. En experimentos realizados en animales de prueba se ha observado incoordinación muscular, tensión arterial baja, temblores, vomito y dermatitis como efectos asociados a la intoxicación aguda. Intoxicaciones crónicas producen efectos tales como: cambios de peso corporal, disminución del apetito, cambios en la composición de los tejidos finos, alteraciones de la bilirrubina y el hígado. Como efectos reproductivos se evidencia la baja sobrevivencia de fetos. En general el producto químico afecta el sistema nervioso y el hígado.

El producto es altamente persistente en el suelo, soluble en agua pero fuertemente adsorbido por las partículas del suelo. Es poco probable que plantee riesgo de contaminación del agua subterránea. Es moderadamente persistente en aguas superficiales y su descomposición ocurre bajo temperaturas elevadas y la influencia de la luz solar. Resulta ligeramente tóxico para la fauna aviar y moderadamente tóxico para la fauna acuática.

- ***Isoxazolidinona***

Actúa como un herbicida de amplio espectro usado para el control de hierbas anuales. Se tiene al Clomazone como el ingrediente activo más utilizado del grupo químico. La toxicidad aguda se clasifica como ligeramente tóxico vía ingestión, inhalación y cutánea. Experimentos realizados en animales de laboratorio han mostrado como efectos relacionados a la toxicidad aguda, cambios celulares del hígado, incrementos de colesterol y aumentos de las células blancas de la sangre.

Tiene una moderada persistencia en el suelo. La degradación es promovida por la presencia de microorganismos del suelo y, por los incrementos de humedad y temperatura del mismo. Es altamente soluble en agua pero tiene en general una tendencia moderada a fijarse por adsorción a las partículas del suelo. Por lo tanto tiene moderado potencial para contaminar el agua subterránea. Es ligeramente tóxico a la fauna aviar y moderadamente tóxico a la fauna acuática.

- ***Nitrilo***

Grupo químico que actúa como herbicida. En el país esta representado por el ingrediente activo Bromoxinil. La toxicidad aguda se clasifica como moderadamente tóxica vía ingestión, inhalación y cutánea. Intoxicaciones crónicas en humanos han demostrado como efectos la perdida de peso corporal, fiebre, vomito, dolor de cabeza y problemas urinarios. Por otra parte, se han observado efectos teratogénicos como anormalidades esqueléticas y disminución de pesos fetales.

Tiene persistencia baja en el suelo. Es mayor en suelos con altos contenidos de arcilla y materia orgánica que en suelos arenosos. La evidencia sugiere que mientras el producto químico es degradado por algunas bacterias del suelo, puede inhibir la acción de otras que promueven la formación de nitrito mediante el proceso de nitrificación. Resulta moderadamente a altamente tóxico a la fauna aviar y moderada a extremadamente tóxico a la fauna acuática.

- ***Organoclorados***

Grupo químico ampliamente utilizado en Venezuela como herbicida, insecticida, acaricida y fungicida. Incluye al Clordano, Dalapon, Dicofol y Quintozeno como los ingredientes activos más utilizados en la agricultura. Por su amplia gama de aplicaciones, la clasificación de la toxicidad aguda de los plaguicidas organoclorados puede ser: ligeramente toxica, moderadamente toxica o altamente toxica por cualquiera de las tres rutas de exposición. Las intoxicaciones agudas por organoclorados muestran los siguientes efectos: convulsiones, nauseas, vomito, dolor de estomago, incoordinación, dolor de cabeza, vértigos, problemas de visión, debilidad muscular, dificultad respiratoria, irritación de piel y ojos y, disminución de la presión arterial.

Por otra parte, los efectos asociados a las intoxicaciones crónicas son más severos. En pruebas realizadas en animales de laboratorio se ha evidenciado alteraciones severas en los tejidos finos del hígado, riñón, corazón, los pulmones, glándula suprarrenal, bazo y testículos. Entre los efectos reproductivos se ha observado la disminución de la fertilidad en un 50%. Se ha demostrado en pruebas de laboratorio la capacidad carcinógena de los organoclorados, a tal punto, que la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos EPA, clasifica al Clordano como un probable agente carcinógeno humano.

La mayoría de los plaguicidas organoclorados son absorbidos por el cuerpo a través de los pulmones el estomago y la piel. Se almacena en tejidos finos grasos así como en los riñones, los músculos, el hígado y el cerebro. Se han encontrado en muestras de tejidos grasos humanos y en la leche materna.

Tienen moderada a alta persistencia en el suelo, y su degradación va a depender del ingrediente activo utilizado y las características específicas de cada tipo suelo. Por ejemplo, la pérdida del Clordano y el Quintozeno del suelo se da principalmente por volatilización, mientras que el Dalapon es degradado por microorganismos del suelo y, el Dicofol por fotodegradación. La solubilidad en agua y la persistencia en fuentes hídricas superficiales de los organoclorados son muy variables. El Clordano es insoluble en agua y no se degrada rápidamente. Puede salir de sistemas acuáticos fijado por adsorción a los sedimentos o por volatilización. El Dalapon tiene una alta movilidad en el suelo y se degrada de las fuentes superficiales de agua vía hidrólisis o fotólisis microbiana. Dicofol es prácticamente insoluble en el agua y se fija fuertemente por adsorción a las partículas del suelo. Se degrada fácilmente en aguas superficiales cuando es expuesto a luz ultravioleta y niveles de pH neutro. Quintozeno tiene baja movilidad en el agua del suelo y se volatiliza fácilmente de los sistemas acuáticos superficiales.

Se ha evidenciado que algunos organoclorados como el Dicofol pueden permanecer en las plantas por largos periodos de tiempo después de su cosecha. Resultan ligeramente a moderadamente tóxico a la fauna aviar y ligera a extremadamente tóxico para la fauna acuática.

- ***Organofosforados***

Al igual que los organoclorados, los organofosforados conforman el grupo químico más utilizado en el país para el control de plagas y enfermedades agrícolas. Actúa como herbicida, fungicida, nematicida pero principalmente como insecticida. El grupo químico esta representado por una amplia variedad de ingredientes activos tales como: Acefato, Azinfos Metil, Bensulide, Carbofenotión, Clorpirifos, Diazinon, Dicrotofos, Dimetoato, Dimeton Metílico, Disulfotón, Fenamifos, Fenitrotión, Fentión, Malatión, Metamidofos, Metidatión, Mevinfos, Monocrotofos, Paratión, Paratión Metílico, Forate, Terbufos y Triclorfón.

La toxicidad aguda vía ingestión, inhalación y cutánea es variable y se clasifica de ligeramente a altamente tóxica. Entre los efectos observados en seres humanos asociados a la intoxicación aguda se tienen: sudoraciones excesivas, dolor de estomago, vomito, diarrea, inconciencia, convulsiones, perdida de coordinación muscular, irritación ocular y de piel, salivación, dolor de cabeza, disminución de presión arterial, dificultad respiratoria, incontinencia, vértigo, entumecimiento, temblores y visión borrosa.

La intoxicación crónica en humanos exhibe efectos como la inhibición de la colinesterasa (enzima encarga de la función apropiada del sistema nervioso), lo cual puede producir síntomas que se asemejan a la gripe (malestar general, perdida de apetito y debilidad). La exposición repetida o prolongada a los organofosforados puede dar lugar a los mismos efectos que la exposición aguda e incluso la muerte. Otros efectos divulgados en trabajadores expuestos incluyen memoria y concentración deteriorada, desorientación, depresiones severas, irritabilidad, confusión, dolor de cabeza, dificultades de habla, tiempos de reacción retrazados, pesadillas y somnolencia. Una vez que los organofosforados entran a la circulación sanguínea pueden, en el caso de madres embarazadas intoxicar a los fetos y producir los mismos efectos indicados anteriormente. En experimentos realizados en animales de laboratorio se ha evidenciado la muerte y disminución de pesos corporales en los fetos como efectos reproductivos y, anormalidades en el desarrollo de músculos y huesos como efectos teratogénicos. Aunque se ha cuestionado el potencial mutagénico y carcinógeno de los organofosforados, se ha evidenciado el potencial que tienen el Dimeton Metil, el Disulfotón, el Fenamifos, el Malatión, el Metamidofos y el Monocrotofos como agentes mutagénicos y, el potencial del Azinfos Metil, Dimetoato, Fentión y Paratión como agentes carcinógenos.

Los organofosforados tienen una toxicidad que se clasifica de ligeramente tóxica a altamente tóxica para la fauna aviar y acuática. Depende del ingrediente activo utilizado: el Acefato es moderadamente tóxico para aves y ligeramente tóxico para la fauna acuática, Azinfos Metil y Clorpirifos son moderadamente tóxicos para la fauna aviar y altamente tóxicos para la fauna acuática, Bensulide es ligeramente tóxico para a aves y moderadamente tóxico para organismos

acuáticos, Carbofenotión, Diazinon, Metamidofos, Mevinfos, Forate y Triclorfón son altamente tóxicos para la fauna aviar y acuática, Dicrotofós, Monocrotofós, Paratión Metílico, Paratión y Dimeton Metílico son altamente tóxicos para la fauna aviar y moderadamente tóxicos para los organismos acuáticos y, por último, se tiene el Terbufos que resulta extremadamente tóxico para la fauna aviar y acuática.

En general los plaguicidas organofosforados tienen una baja persistencia y moderada movilidad en el ambiente del suelo, con algunas excepciones como los ingredientes activos Bensulide y Carbofenotión que son altamente persistentes y relativamente móviles en el suelo. En muy pocos casos presentan un alto riesgo como contaminantes del agua subterránea.

- ***Piperazina***

Grupo químico que actúa como fungicida, el cual está representado por el ingrediente activo Triforine. La toxicidad aguda se clasifica como altamente tóxica por las tres rutas de exposición. Los efectos asociados a la intoxicación crónica en experimentos realizados en animales, evidencian la pérdida de fetos, disminución de pesos corporales maternos y alteraciones en la química de la sangre y algunos órganos.

Tiene persistencia baja en el suelo y se muestra como ligeramente tóxico para la fauna aviar y acuática.

- ***Piretroides***

Son químicos sintéticos derivados del ácido de cierta especie de planta del crisantemo, los cuales actúan como insecticidas y acaricidas. Entre los ingredientes activos más conocidos dentro del grupo químico se tienen al Bifentrin, Ciflutrin, Cipermetrin, Deltametrin, Esfenvalerato, Lambda Cihlotrin y Permetrin. Los compuestos Piretroides varían en su toxicidad, clasificándose la toxicidad aguda de ligeramente tóxica a moderadamente tóxica vía ingestión, inhalación y cutánea. Las intoxicaciones agudas pueden provocar asma, congestión nasal, dolor de cabeza, náuseas, incoordinación, temblores, convulsiones, diarrea, entumecimiento facial, pérdida del control de la vejiga, disminución de la presión arterial, insuficiencia respiratoria, e irritación en ojos y piel.

En experimentos realizados en animales de laboratorio los piretroides pueden causar respuestas absolutamente diversas en dosis mortales como la sensibilización a estímulos externos que progresan a temblores, salivación, asimientos crónicos y en algunos casos muerte. La toxicidad crónica de los piretroides en seres humanos es baja, la absorción a través del estómago y la piel es lenta, siendo más rápida a través de los pulmones. Los problemas más comunes observados en seres humanos son las características alérgicas de los ingredientes activos, siendo los más importantes irritación e hinchazón de la piel y sensaciones ardientes locales. Como efectos reproductivos se ha evidenciado la disminución en peso corporal materno y de los descendientes,

además de abortos fetales. Por otra parte se ha comprobado el potencial carcinógeno de algunos piretroides como el Cipermetrin y el Bifentrin para producir tumores de vejiga y pulmón.

Tienen de baja a moderada persistencia en el ambiente del suelo, caracterizándose por ser poco solubles e inmóviles, lo que sugiere un potencial bajo para la contaminación de aguas subterráneas. Son clasificados como ligeramente tóxicos para la fauna aviar y altamente tóxicos para la fauna acuática.

- ***Piridina***

Grupo químico que actúa como herbicida sistémico selectivo. Como principales ingredientes activos utilizados en Venezuela agrupa al Haloxifop y al Triclopir. La toxicidad aguda se clasifica de ligeramente tóxica a moderadamente tóxica vía ingestión, inhalación y cutánea. Entre los efectos asociados a la intoxicación aguda se tienen la irritación ocular, de piel y nasal. En cuanto a la toxicidad crónica experimentos realizados en animales de prueba evidencian efectos reproductivos como la disminución del número de descendientes y, efectos teratogénos como malformaciones esqueléticas. En general presenta un alto potencial para causar daños a órganos como el hígado, tiroides y riñones.

Tiene una persistencia moderada en el ambiente del suelo. Es altamente soluble y no tiene el potencial de adsorberse fácilmente a las partículas del suelo, razón por la cual representa un riesgo moderado para lixiviar hacia el agua subterránea. Resulta ligeramente tóxico para la fauna aviar y acuática.

- ***Sulfato***

Grupo químico que actúa como fungicida. El ingrediente activo más conocido en la agricultura es el Sulfato de Cobre. La toxicidad aguda se clasifica como altamente tóxica por las tres rutas de exposición. Intoxicaciones agudas vía ingestión en seres humanos han evidenciado efectos como dolor ardiente de pecho y estomago, náuseas, dolor de cabeza, diarrea y sudoraciones. Además puede ser corrosivo para ojos y piel, causando dolor intenso e irritación, así como reacciones alérgicas en algunos individuos. Los efectos a largo plazo asociados a intoxicaciones crónicas muestran daños a órganos como el hígado, cerebro, riñones y aparato gastrointestinal. También se ha observado la disminución del apetito y anemia. La reproducción y fertilidad fueron afectadas en experimentos realizados en animales de laboratorio. Se evidencio la atrofia testicular y la interrupción en la producción de esperma. Por otra parte, se ha demostrado la capacidad de producir cáncer en las glándulas endocrinas de animales de prueba. Después de la ingestión, más del 99% se excreta en las heces. Sin embargo, es fuertemente bioacumulable, almacenándose sobre todo en el hígado, el cerebro, el corazón, el riñón y los músculos.

El Sulfato de Cobre es persistente indefinidamente en el ambiente del suelo. El cobre es fijado por adsorción en los coloides del suelo. El grado de adsorción depende de la acidez o de la

alcalinidad del suelo. El cobre es altamente soluble en agua, se considera uno de los metales más móviles en suelos. Sin embargo, debido a la capacidad de enlace, su potencial de la lixiviación es bajo, por lo que sugiere un bajo riesgo para contaminar el agua subterránea. Es ligeramente tóxico para la fauna aviar y altamente tóxico para la fauna acuática.

- ***Sulfonilurea***

Grupo químico que actúa como herbicida sistémico de amplio espectro. Agrupa al Metsulfuron Metílico, Nicosulfuron y Sulfometuron Metílico como los ingredientes activos comúnmente utilizados en la agricultura. La toxicidad aguda de la familia del Sulfonilurea se clasifica ligeramente tóxica por las tres vías de exposición. Se caracteriza por provocar ligera irritación en piel y ojos. Los efectos a largo plazo asociados a la intoxicación crónica demuestran la disminución del peso corporal, incremento del peso de hígado y riñón y, reducción de las cuentas de las células rojas de la sangre que fueron asociadas con anemia. Como efectos reproductivos observados en animales de prueba se evidencian abortos fetales y disminución de pesos y fecundidad maternos.

Tiene moderada persistencia en el suelo y es degradado principalmente por la acción de los microorganismos del suelo. El Metsulfuron Metílico tiene un potencial más alto de movilidad en suelos alcalinos que en suelos ácidos, mientras que Nicosulfuron es muy móvil en suelos arenosos y francos, siendo el Sulfometuron Metílico levemente soluble en el agua. Por ser fácilmente adsorbidos por las partículas del suelo presentan un potencial bajo para contaminar el agua subterránea. Resultan ligeramente tóxicos para la fauna aviar y acuática.

- ***Talimida***

Grupo químico que actúa como fungicida. Su principal ingrediente activo es el Captan. La toxicidad aguda es clasificada ligeramente tóxica por las tres vías de exposición, causando en algunos casos irritación de piel y ojos. La disminución de peso corporal y pérdida de apetito se evidencian como los efectos asociados a la toxicidad crónica. Aunque se establece que sea poco probable de producir efectos sobre los seres humanos, se ha probado en experimentos realizados en animales de laboratorio que causa pérdidas de fetos como efectos reproductivos y, mutaciones en pruebas aisladas de tejidos finos. Existe fuerte evidencia de que el producto causa cáncer del aparato gastrointestinal y de riñón.

Tiene persistencia baja en la mayoría de los ambientes del suelo. Degrada rápidamente en el agua y más aun si el pH tiende a ser neutro. Permanece en las plantas entre 23 a 40 días después de su aplicación. Resulta prácticamente no tóxico para la fauna aviar y altamente tóxico para los organismos acuáticos.

- ***Tetranortriterpenoide***

Grupo químico que actúa como insecticida, siendo el ingrediente activo de mayor uso el Azadirachtin, ingrediente insecticida que se encuentra en el árbol de Neem cuya sustancia natural estructuralmente es similar a las hormonas de los insectos que controlan la metamorfosis mientras que los insectos pasan de larva a crisálidas.

La toxicidad aguda se clasifica como ligeramente tóxica vía las tres rutas de exposición, caracterizándose por ser un irritante suave de piel y ojos. Estudios realizados en animales de prueba evidenciaron el potencial del producto para causar reducción en la tasa de fertilidad, aunque los efectos son reversibles a corto plazo.

No se ha divulgado acumulación en ambientes del suelo, aunque productos formulados con Tetranortriterpenoides resultan contaminantes del agua. En el agua se degrada rápidamente sin causar efectos sobre los organismos acuáticos a largo plazo.

- ***Tiocarbamatos***

Grupo químico que actúa como herbicida selectivo. Entre los ingredientes activos más utilizados del grupo químico se tienen al Butilate, EPTC, Molinate y Vernolate. La toxicidad aguda se clasifica como ligeramente tóxico vías las tres rutas exposición. Estudios de toxicidad aguda realizados en animales de prueba evidencian que pueden causar efectos tales como: irritación de la piel y las membranas mucosas, irritación de garganta, irritación en los ojos y daño ocular, náuseas, diarrea, dolor abdominal, dolor de cabeza, fiebre y conjuntivitis. Entre los efectos relacionados con la toxicidad crónica se tienen: aumentos del peso del hígado, cambios en la coagulación de la sangre, disminución de peso corporal, lesiones de riñón y testículos y, disminución de la tensión arterial. Como efectos reproductivos se ha documentado el incremento de la probabilidad de la pérdida de fetos y la disminución del peso corporal fetal. En general, la intoxicación crónica por Tiocarbamatos afecta a órganos como el hígado, sistema reproductivo masculino, nervios, corazón y tiroides.

Tiene baja a moderada persistencia en el ambiente del suelo, siendo la volatilización su principal forma de degradación. Puede ser ligeramente a altamente soluble en el agua dependiendo del ingrediente activo utilizado, por lo que representa un riesgo de contaminación del agua subterránea. Resulta ligeramente tóxico para la fauna aviar y moderadamente tóxico para la fauna acuática.

- ***Triazina***

Grupo químico que actúa como herbicida. Entre los ingredientes activos más utilizados se tienen: Cianazina, Ametrin, Atrazina, Hexazinona, Metribuzin, Prometrin, Simazina y Terbutrin. La toxicidad aguda es variable y va a depender del ingrediente y la formulación empleada. Puede ser

de ligeramente tóxico a altamente tóxico vía las tres rutas de exposición. Los efectos asociados a las intoxicaciones agudas pueden causar inactividad y depresión, náuseas, vómito, diarrea, debilidad muscular, irritación de las membranas mucosas, dificultad respiratoria, convulsiones y deterioro de la función suprarrenal.

Los efectos asociados a la toxicidad crónica evidencian el incremento en pesos del hígado, parálisis respiratorias, cambios estructurales y químicos del cerebro, el corazón, el hígado, los pulmones, el riñón, los ovarios, y los órganos de endocrinos. Además de alteraciones químicas de la sangre, disminución de peso corporal y de la producción de esperma. Como efectos reproductivos se ha observado en pruebas realizadas en animales de laboratorio la disminución de la viabilidad fetal, reducción del peso fetal y disminución de la fertilidad tanto masculina como femenina. Puede causar variedad de efectos en el nacimiento, como disminución de pesos corporales, incremento del peso del cerebro, disminución del peso de riñones, malformaciones esqueléticas, labios leporinos y globos oculares subdesarrollados. Aunque sugieren que es muy poco probable que cause efectos teratogénicos en seres humanos. Como efectos carcinógenos se tienen la formación de tumores en las glándulas mamarias y el hígado. En el caso del ingrediente activo Terbutrin, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos EPA lo ha clasificado como probable agente carcinógeno humano.

Tiene de moderada a alta persistencia en el ambiente del suelo, lo cual va a depender básicamente del tipo de ingrediente activo utilizado, la mayoría presenta alta solubilidad y movilidad en el suelo, hecho que genera un riesgo para la contaminación del agua subterránea. Resulta ligera a moderadamente tóxico para la fauna aviar y acuática.

- *Uracilo*

Grupo químico que actúa como herbicida, siendo el Bromacil el ingrediente activo representativo del grupo. La toxicidad aguda se clasifica de ligeramente tóxica a moderadamente tóxica vía las tres rutas de exposición, lo cual depende de la formulación del producto químico utilizado. Es irritante de la piel, ojos y zonas respiratorias. En experimentos realizados en animales de prueba se observaron como efectos asociados a la toxicidad aguda vómito, debilidad muscular, diarrea, pérdida de peso corporal y dificultad respiratoria. Como efectos asociados a la toxicidad crónica se evidencio el incremento en el peso del hígado, inflamación de los intestinos, alteración de las glándulas suprarrenales, alteraciones de los testículos y la glándula tiroides. Como efectos teratogénicos se tienen anomalías esqueléticas y musculares en fetos.

Tiene moderada a alta persistencia en el ambiente del suelo, la cual va a depender del contenido de materia orgánica del mismo. Tiene alta solubilidad en el agua y lixivia fácilmente generando un riesgo para la contaminación del agua subterránea, el cual se incrementa más en suelos arenosos. Es moderadamente persistente en el agua superficial, cuando esta tiene bajo contenido de sedimentos. Resulta ligeramente tóxico tanto para la fauna aviar como para la acuática.

- **Urea**

Grupo químico utilizado como herbicida. Agrupa a los ingredientes activos Fluometuron, Diuron, Linuron y Primisulfuron Metílico. Puede ser moderadamente a ligeramente tóxico vía las tres rutas de exposición. La toxicidad aguda causa irritación del aparato gastrointestinal, la piel, el sistema respiratorio, debilidad muscular, agotamiento y depresión del sistema nervioso central. La intoxicación crónica causa disminución del peso corporal, alteraciones en el bazo, hígado, glándulas suprarrenales, riñones, médula, química de la sangre, tiroides y atrofia testicular. En descendientes se ha evidenciado como efectos teratogénicos malformaciones esqueléticas y disminución del peso corporal; además de tumores en hígado, médula y testículos.

Tiene de moderada a alta persistencia en el ambiente del suelo. Su degradación se da principalmente por volatilización y fotodegradación. Es soluble en el agua y el movimiento en el suelo va depender principalmente del contenido de materia orgánica, por lo cual puede generar riesgo de contaminación de aguas subterráneas. Es ligeramente a moderadamente tóxico para la fauna aviar y acuática.

2.2.2. Mortalidad y morbilidad

Para el año 1990 se estimó que anualmente se producían en el mundo 3.000.000 de casos de intoxicaciones agudas causadas por plaguicidas las cuales generaban 220.000 muertes (WHO-UNEP, 1990). Actualmente según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2007), los envenenamientos por plaguicidas matan aproximadamente unas 355.000 personas mundialmente todos los años, donde dos tercios de estas muertes ocurren en los países en desarrollo, asociadas al uso excesivo e inadecuado de dichos productos.

En Venezuela entre los años 2003 y 2005 se produjeron 1350 muertes a causa de envenenamiento por plaguicidas, siendo las víctimas fatales 918 hombres y 366 mujeres, tal como se muestra en la tabla 2.4. En la mencionada tabla se aprecia claramente como el número de muertes aumenta de 422 en el año 2003 a 478 en el año 2005, lo que representa un aumento del 13,27% en dos años. Tasa que aunque modesta refleja que el problema se ha incrementado en los últimos años, aún más cuando el mayor número de muertes se debe al envenenamiento autoinfligido por y exposición a plaguicidas.

Terán (1982), destacó para la fecha a la intoxicación por plaguicidas como un problema grave de salud en el estado Mérida. El mismo hace referencia que para mediados de los 70 el Estado Mérida ocupaba el tercer lugar en cuanto a mortalidad y morbilidad por intoxicación con plaguicidas dentro de los diez principales estados de Venezuela.

Entre los años 1990 y 2000 ocurrieron en el estado Mérida 318 muertes a causa de envenenamientos por plaguicidas (Corporación de Salud del Estado Mérida, 2001), lo que representa en promedio 32 muertes por año. Del total, 253 muertes fueron autoinfligidas y 65 accidentales, en las cuales fallecieron 254 hombres y 64 mujeres; comportamiento similar al

observado en las muertes registradas para el país. Es importante destacar que en dichas estadísticas los agricultores encabezan las muertes con un 55,3%, seguido por las ocupaciones de quehaceres del hogar y obreros con 14,3% y 13,2%, respectivamente.

Para el año 2006, las intoxicaciones en el estado Mérida causadas por plaguicidas alcanzaron las 366 personas como se aprecia en la tabla 2.5. De estas, 254 intoxicaciones resultaron sobre hombres y 112 sobre mujeres. Los municipios Libertador, Alberto Adriani y Caracciolo Parra y Olmedo manifiestan el mayor número de intoxicaciones con 125, 53 y 52, respectivamente. Llama la atención el hecho, de que el mayor número de intoxicados se registre en el municipio Libertador donde se ubica el casco central del estado Mérida y no en las zonas rurales de mayor actividad agrícola como los municipios Rangel, Cardenal Quintero, Pueblo Llano, Miranda. Dichas estadísticas no muestran la realidad vivida por el uso de plaguicidas en cada municipio, puede ser que en el municipio Libertador la gente se este intoxicando de forma autoinfligida o que los casos de otros municipios se hayan remitido al municipio Libertador.

En fin la morbilidad y mortalidad causadas por plaguicidas es un tema complejo que requiere de mucha atención, más aún cuando numerosos casos y causas no se registran o renotifican, sin considerar los casos mal diagnosticados.

Tabla 2.4. Muertes causadas por plaguicidas en Venezuela entre los años 2003 y 2005.

Causa	Hombres	Mujeres	Total
Año 2003			
Envenenamiento accidental por, y exposición a plaguicidas	34	14	48
Envenenamiento autoinfligido intencionalmente por, y exposición a plaguicidas	198	94	292
Agresión con plaguicidas	2	0	2
Envenenamiento y exposición a plaguicidas, de intención no determinada	54	26	80
Total	288	134	422
Año 2004			
Envenenamiento accidental por, y exposición a plaguicidas	34	14	48
Envenenamiento autoinfligido intencionalmente por, y exposición a plaguicidas	202	74	276
Envenenamiento y exposición a plaguicidas, de intención no determinada	100	26	126
Total	336	114	450
Año 2005			
Envenenamiento accidental por, y exposición a plaguicidas	42	8	50
Envenenamiento autoinfligido intencionalmente por, y exposición a plaguicidas	228	68	296
Envenenamiento y exposición a plaguicidas, de intención no determinada	90	42	132
Total	294	118	478
Total General	918	366	1350

Fuente: elaborado con datos de los anuarios de mortalidad 2003, 2004 y 2005. (MSDS 2004, MS 2005, MS 2006a).

Tabla 2.5. Intoxicaciones causadas por plaguicidas en el estado Mérida para el año 2006

Municipio	Hombres	Mujeres	Total
Alberto Adriani	34	19	53
Andrés Bello	3	0	3
Antonio Pinto Salinas	20	2	22
Aricagua	0	0	0
Arzobispo Chacón	0	0	0
Campo Elías	0	0	0
Caracciolo Parra y Olmedo	30	22	52
Cardenal Quintero	8	2	10
Guaraque	20	1	21
Julio Cesar Salas	1	0	1
Justo Briceño	0	0	0
Libertador	71	54	125
Miranda	5	2	7
Obispo Ramos de Lora	1	0	1
Padre Noguera	0	0	0
Pueblo Llano	7	3	10
Rangel	11	1	12
Rivas Dávila	36	4	40
Santos Marquina	1	1	2
Sucre	2	1	3
Tovar	3	0	3
Tulio Fébres Cordero	0	0	0
Zea	1	0	1
Total	254	112	366

Fuente: MS, 2006b. Dirección de Salud Regional del Estado Mérida

2.2.3. Contaminación ambiental por el uso de plaguicidas en el estado Mérida

Son variables los efectos que los plaguicidas pueden producir sobre el ambiente. Sobre los suelos han provocado la disminución de fertilidad, modificando su estructura y eliminando los elementos vivos que lo conforman. Sobre las fuentes hídricas han generado serios problemas de contaminación, dando como resultado alteraciones y pérdidas de la fauna y flora acuática.

Son poco los estudios realizados que cuantifican realmente el estado de la contaminación ambiental provocada por plaguicidas en el estado Mérida, los existentes solo hacen referencia de los niveles de contaminación en fuentes de agua superficial dejando un vacío en lo que a contaminación de aguas subterráneas, suelos, aire, flora y fauna se refiere.

Neira y Useche (2003), en su trabajo intitulado análisis de la contaminación por plaguicidas y agroquímicos en el agua para consumo humano y en las aguas superficiales de Bailadores, Municipio Rivas Dávila, Estado Mérida, concluye que las aguas de los acueductos de la zona de

Bailadores contienen concentraciones de plaguicidas por encima de los límites permitidos por las normas nacionales e internacionales para el agua de consumo humano, encontrándose 18 tipos diferentes de productos plaguicidas con valores de contaminación que resultaron alarmantes.

En una tabla en la que se aprecian los valores de plaguicidas contenidos en algunos ríos y quebradas del Municipio Rivas Dávila, destaca en la quebrada la otra banda el mancozeb con 40,30 mg/l en el mes de mayo de 2002, sustancia que también se detectó en el mes de septiembre del mismo año en 26,95 mg/l, ambos niveles por encima de lo sugerido por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (Frontera, 2005).

En el municipio Pueblo Llano, Santiago (1989), citado por Salazar (1998), encontró en las aguas del río Pueblo Llano elevadas cantidades de fosfatos y plomos a consecuencia del uso de una enorme cantidad de productos plaguicidas.

Por otra parte, el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales MARN (2001), realizó una evaluación de la contaminación por plaguicidas organoclorados y organofosforados de las cuencas hidrográficas del estado Mérida, en el cual captaron 44 muestras de agua en la época de lluvia en 12 Municipios del Estado. En la tabla 2.6, se aprecian las fuentes hídricas analizadas en los diferentes Municipios que se encuentran contaminadas por plaguicidas organoclorados y organofosforados.

Los valores de contaminación de algunas de estas fuentes hídricas analizadas superan los límites máximos permitidos para el consumo humano y para riego (0,1 y 0,2 mg/l para plaguicidas organofosforados y organoclorados, respectivamente), que se establecen en el artículo 3 del Decreto 883, el cual describe las normas para el control de calidad de los cuerpos de agua y de los vertidos líquidos en Venezuela. Entre las fuentes que superan los límites máximos permitidos por la legislación venezolana se encuentran: quebrada Los Bolbollones en el municipio Andrés Bello, Río Mucujún y quebrada La Caña en el municipio libertador, quebrada Los Cachos y quebrada Las Maraquititas en el municipio Miranda, quebrada Las Cebadas en el municipio Rivas Dávila, quebrada San Miguel, quebrada Laguna de Urao y Quebrada La Vizcaina en el municipio Sucre; quebrada El Chayotal y quebrada Carrizal en el municipio Tovar, quebrada las Talas en el municipio Antonio Pinto Salinas y, Río Zanjón en el municipio Cardenal Quintero.

Esto sin contar el sin número de fuentes hídricas que no han sido analizadas que se están utilizando actualmente para riego en los diferentes municipios agrícolas del Estado. En fin se puede asegurar que todos los valles intramontanos y cuencas del estado Mérida se encuentran contaminadas por plaguicidas que son arrastrados desde las depauperadas tierras sembradas a los diferentes cauces de los principales ríos del Estado.

Tabla 2.6. Fuentes hídricas contaminadas por plaguicidas organoclorados y organofosforados en diferentes municipios del estado Mérida para el año 2001. MARN, (2001).

Nº	Municipio	Plaguicidas detectados	Concentraciones mg/l	Fuente Hídrica Contaminada
1	Andrés Bello	Organoclorados	0,385	Qda. Los Bolbollones
		Organofosforados	0,036	Qda. Los Bolbollones
		Organofosforados	0,028	Qda. Las Uvas
2	Antonio Pinto Salinas	Organoclorados	0,100	Qda. Las Talas
		Organofosforados	2,621	Qda. Las Talas
		Organoclorados	0,023	Qda. El Guayabal
		Organoclorados	0,001	Qda. El Paramito
3	Campo Elias	Organoclorados	0,032	Qda. La Fría
		Organoclorados	0,018	Qda. Montalbán, Río Albarregas en Ejido
		Organofosforados	0,038	Qda. Montalbán, Río Albarregas en Ejido
4	Caracciolo Parra y Olmedo	Organoclorados	0,051	Río Tucaní
		Organoclorados	0,017	Río Frio
5	Cardenal Quintero	Organoclorados	0,060	Qda. La Cuchilla
		Organoclorados	0,058	Río Zanjón
		Organofosforados	4,598	Río Zanjón
		Organoclorados	0,006	Qda. El Molino
		Organoclorados	0,004	Río Santo Domingo
6	Libertador	Organoclorados	0,195	Río Mucujún en el puente
		Organoclorados	0,082	Río Mucujún páramo La Culata
		Organofosforados	0,249	Río Mucujún páramo La Culata
		Organoclorados	0,082	Qda. La Caña
		Organofosforados	0,249	Qda. La Caña
7	Miranda	Organoclorados	0,209	Qda. Los Cachos
		Organofosforados	1,418	Río Motatán
		Organofosforados	0,838	Qda. Las Maraquitás
		Organoclorados	0,064	Qda. Mucumbás
8	Rangel	Organoclorados	0,034	Qda. Estity.
		Organoclorados	0,008	Río Chama en San Rafael
		Organofosforados	0,193	Río Chama en San Rafael
9	Rivas Dávila	Organoclorados	0,590	Qda. Las Cebadas
		Organofosforados	1,154	Qda. Las Cebadas
10	Santos Marquina	Organofosforados	0,055	Río La Fría
11	Sucre	Organoclorados	0,419	Qda San Miguel
		Organoclorados	0,115	Qda. Laguna de Urao
		Organoclorados	0,115	Qda. La Vizcaina
12	Tovar	Organoclorados	0,605	Qda. El Carrizal
		Organofosforados	0,927	Qda. El Carrizal
		Organoclorados	0,258	Qda. El Chayotal
		Organofosforados	0,669	Qda. El Chayotal
		Organoclorados	0,058	Qda. El Rincón de la Laguna
		Organofosforados	0,081	Qda. El Rincón de la Laguna