

# **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO**

**CENTRO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS,  
SOCIALES Y TECNÓLOGICAS DE LA AGRICULTURA  
Y LA AGROINDUSTRIA MUNDIAL**

**ESTRATEGIAS PARA EL MANEJO DE ENVASES DE  
PLAGUICIDAS EN EL VALLE DE CULIACÁN**

**TESIS**

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL**

**PARA OBTENER EL GRADO DE:**

**DOCTOR EN PROBLEMAS ECONÓMICO AGROINDUSTRIALES**

**PRESENTA:**

**ALEJANDRO CRUZ HERNÁNDEZ**



**Chapingo, Estado de México, Octubre de 2003**

## **DEDICATORIA**

A mi esposa Yrasema  
A mis hijos: Selene, Libia, Yrasema, Carmen  
y Alejandro.

A mis amigos y maestros.

A los agricultores que se preocupan por reducir los  
efectos nocivos de los plaguicidas en el campo mexicano.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa por haberme dado la oportunidad de cursar estudios de postgrado.

Al Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agricultura y la Agroindustria Mundial de la Universidad Autónoma de Chapingo y a su Planta Magisterial y de Investigadores de quienes recibí apoyo académico durante el periodo de mis estudios de postgrado.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por el apoyo brindado a través de una beca que facilitó mi formación doctoral.

A los miembros del Comité Asesor, por el tiempo que cada uno de ellos dedico a la revisión del trabajo y la elaboración de sugerencias. Al Director de tesis, Dr. Alejandro Sánchez Vélez por su apoyo permanente, por su valioso tiempo que dedico a la revisión de este trabajo y las acertadas recomendaciones durante el planteamiento del proyecto y ejecución del mismo.

Al Dr. Víctor Sánchez Fabián, por su valioso tiempo que dedico a la revisión y discusión de materiales, así como sus acertadas sugerencias en cada uno de los capítulos del trabajo.

A la Asociación Mexicana de la Industria Fitosanitaria, a la Confederación de Asociaciones Agrícolas del Estado de Sinaloa y especialmente a la Asociación de Agricultores del Río Culiacán, por haberme confiado la implementación del Programa Campo Limpio en el estado de Sinaloa, del cual se derivó el proyecto de tesis doctoral.

Al Laboratorio de Residuos Tóxicos de la Comisión para la Defensa de Hortalizas del estado de Sinaloa, especialmente al Químico Pedro Bastidas por su apoyo en la determinación de residuos contenidos en envases vacíos de plaguicidas, y por su aportación metodológica de dicho procedimiento.

## **DATOS BIOGRÁFICOS**

Alejandro Cruz Hernández es originario del estado de Puebla. Curso Preparatoria Agrícola e Ingeniería, en la Universidad Autónoma de Chapingo, obteniendo el Título de Ingeniero Agrónomo Especialista en Sociología Rural, en el año 1984. Pertenece a la planta de profesores de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa en la que es titular de las materias, Estructura Agraria, Organización de Productores y Dirección de Agronegocios.

En la Universidad Autónoma de Sinaloa, curso la maestría en Ciencias de la Educación, y se realizó el programa de Servicio Social Comunitario, de esta universidad, a través del cual se vinculan las prácticas profesionales hacia las pequeñas empresas y productores rurales.

En el Instituto Tecnológico de Monterrey curso el Diplomado sobre Impacto Ambiental y Manejo de Riesgos, fungiendo en el Campus Sinaloa como juez calificador para la elaboración y presentación de proyectos ambientales en el “Programa Emprendedor”.

Para la Comisión Federal de Electricidad fungió como responsable de Estudios de Impacto Ambiental para la construcción de líneas de transmisión en los estados de Sonora y Sinaloa, en el año de 1995.

Desde 1997, desarrolla actividades como Asesor Ambiental de la Asociación de Agricultores del Río Culiacán y responsable del programa de manejo de envases, residuos, caducos y productos contaminados con plaguicidas.

Colaboro en el Comité Técnico para la elaboración de la NOM-003-STPS-1999, relativa a la prevención de riesgos derivada del manejo de nutrientes vegetales y plaguicidas y de la NOM-022-SEMARNAT-2003 relativa al manejo de humedales costeros y esteros.

Desde 1998 es miembro del Comité Consultivo Sección México de la Comisión de Cooperación Ambiental de América del Norte, desarrollando actividades relacionadas con la organización y educación de productores para reducir los efectos nocivos de plaguicidas en el medio rural.

En el año 2002, a solicitud del Programa de Desarrollo Industrial de Naciones Unidas, se realizó el trabajo denominado Seguimiento al Uso y Consumo de Bromuro de Metilo en México.

## SIGLAS

|                |   |
|----------------|---|
| 1. ACRC        | Consejo para la Investigación de Envases de uso Agrícola  |
| 2. AMIFAC      | Asociación Mexicana de la Industria Fitosanitaria A.C   |
| 3. CAADES      | Confederación de Asociaciones Agrícolas del Estado de Sinaloa   |
| 4. CCAAN       | Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte   |
| 5. CE          | Comunidad Europea   |
| 6. CFCs        | Clorofluorocarbonos   |
| 7. CICOPLAFEST | Comisión Intersecretarial para el Control de Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas |
| 8. CIESTAAM    | Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agricultura y la Agroindustria Mundial    |
| 9. CNA         | Comisión Nacional del Agua  |
| 10. EPA        | Agencia de Protección Ambiental   |
| 11. FAO        | Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación                                     |
| 12. HDPE       | Polietileno de Alta Densidad  |
| 13. INE        | Instituto Nacional de Ecología  |
| 14. INEGI      | Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática  |
| 15. INIFAP     | Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias                                       |
| 16. LGEEPA     | Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente   |
| 17. LIP        | Lucha Integrada Contra las Plagas   |
| 18. MIP        | Manejo Integrado de Plagas  |
| 19. NOM        | Norma Oficial Mexicana  |

|              |  |
|--------------|--|
| 20. OMC      | Organización Mundial de Comercio   |
| 21. OMS      | Organización Mundial de la Salud   |
| 22. ONG      | Organizaciones No Gubernamentales  |
| 23. ONU      | Organización de las Naciones Unidas  |
| 24. PROFEPA  | Procuraduría Federal de Protección al Ambiente                                 |
| 25. SAGARPA  | Secretaría de Ganadería Agricultura y Desarrollo Rural<br>Pesca y Alimentación |
| 26. SSA      | Secretaría de Salud  |
| 27. SEDESOL  | Secretaría de Desarrollo Social  |
| 28. SEMARNAP | Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y<br>Pesca                     |
| 29. SEMARNAT | Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales                                |
| 30. STPS     | Secretaria de Trabajo y Previsión Social                                       |
| 31. TLCAN    | Tratado de Libre Comercio de América del Norte                                 |
| 32. UNAM     | Universidad Nacional Autónoma de México  |
| 33. USDA     | Departamento de Agricultura de los Estados Unidos                              |
| 34. UMFFASC  | Unión Mexicana de Fabricantes de Fertilizantes y<br>Agroquímicos.              |

## **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO: CIESTAAM**

### **ESTRATEGIAS PARA EL MANEJO DE ENVASES DE PLAGUICIDAS EN EL VALLE DE CULIACÁN**

**Alejandro Cruz Hernández: Dr.**

#### **RESUMEN**

Dr. Alejandro Sánchez Vélez. Director

El uso de plaguicidas en la agricultura mexicana genera anualmente un volumen de envases estimado en 3000 toneladas, material que tradicionalmente es abandonado a campo abierto, generando graves problemas de contaminación al suelo, a los cuerpos de agua y a los hogares del medio rural.

En este trabajo se describen las estrategias de cooperación intersectorial entre la industria, empresas distribuidoras, organizaciones de agricultores y gobierno, que permitieron: estructurar un plan regional de acopio de envases, construir infraestructura especializada para la recepción de los mismos (centros de acopio), y generar opciones de disposición final, mediante procesos de reciclado, incineración y confinamiento.

El trabajo se realizó en Sinaloa, México, en la región conocida como Valle de Culiacán, la cual abarca una superficie de cultivo de 280,000 ha, de las cuales 20,000 ha se destinan a producir hortalizas de exportación. La Agricultura del Valle demanda anualmente 2, 000 toneladas de plaguicidas, generando 150 toneladas de envases vacíos.

Dentro de los resultados del trabajo destacan los siguientes:

- a) Un modelo de organización participativa que integra los esfuerzos de cooperación entre el sector industrial, comercial y productores agrícolas y gobierno que facilita el manejo de envases vacíos de plaguicidas.
- b) La instauración de prácticas de limpieza de envases, que realizan los usuarios en campo, a través de las cuales se redujo el volumen de residuos tóxicos contenido en envases vacíos de 13 kg por tonelada a solamente 30 g.
- c) El acopio de envases vacíos en volumen de 100 toneladas anuales, que representan el 66% del total de envases generados en la zona de estudio.
- d) La evaluación técnica del contenido de residuos en envases (30 ppm) que permitió la autorización de SEMARNAT de disposición en reciclado para la fabricación de productos para uso industrial y agropecuario.
- e) La evaluación técnica de las emisiones a la atmósfera por incineración de envases, permitió la autorización de SEMARNAT, para la disposición en la industria cementera.
- f) Elaboración de proyecto de Norma Oficial Mexicana para el manejo de envases que contuvieron plaguicidas.

**Palabras clave: envases, plaguicidas, contaminantes, legislación.**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPÍNGO: CIESTAAM  
STRATEGY OF PLAGUICIDES CONTAINERS MANAGEMENT IN  
CULIACAN VALLEY**

Alejandro Cruz Hernández : Dr  
SUMMARY

Dr. Alejandro Sánchez Vélez. Director

The use of pesticides in Mexican agriculture annually generates an estimated volume of 3000 ton of containers. This material has traditionally been thrown in the open countryside producing severe problems such as contamination of soil water and rural dwellings.

This study presents several strategies of inter sectorial cooperation among industry, distribution firms, farmer organizations and government; in this way is possible to elaborate a regional plant to store pesticide containers, to build specialized infrastructure to store containers (storing centers) and to generate recycling options for final disposal through a recycling process, incineration and confinement.

The research was carried out in the Culiacan Valley, Sinaloa, México, which has a farming area of 280,000 ha. of which 20,000 ha. of land are devoted to produce exportable vegetables. This valley needs 2,000 ton of pesticides per year and it produces 150 ton of empty containers.

Among the results of this research is it important to emphasize:

- a) A model of participational organization which incorporated the cooperation efforts among the industrial and commercial sector, farming producers, and government in order to do management of empty containers easier.
- b) The initiation of cleaning practices of containers done by farmers in the country decreased the volume of toxic residues of empty containers from 14 kg per ton to only 30 gr.
- c) The store of empty containers of 100 ton per year represents 66% of total containers generated in the area of study.
- d) The technical evaluation of containers residues (30 ppm) allowed that SEMARNAT authorizes the use of recycled containers in farming and industry.
- e) The technical evaluation of atmospherically residues from incineration allowed SEMARNAT to authorize the use of disposals in the cement industry.
- f) Elaboration of a project from Mexican Official Norm of management of pesticide containers.

**Key words: containers, pesticides , contaminants, legislation.**

## INDICE

|   |          |
|---|----------|
| <b>1. INTRODUCCIÓN</b>  | <b>1</b> |
| 1.1. Objetivos  | 4        |
| 1.2. Hipótesis  | 4        |
| 1.3. Variables  | 5        |
| <b>2. MARCO TEORICO</b>   | <b>6</b> |
| 2.1. Globalización y medio ambiente                                   | 6        |
| 2.2. Agricultura y medio ambiente                                     | 11       |
| 2.3. Revolución verde y medio ambiente                                | 15       |
| 2.4. TLCAN y medio ambiente   | 20       |
| 2.5. Instrumentos económicos de regulación de costos ambientales      | 24       |
| 2.5.1. Impuestos ambientales  | 24       |
| 2.5.2. El mercado como regulador de costos ambientales                | 26       |
| 2.6. Los plaguicidas y el ambiente                                    | 28       |
| 2.6.1. Contaminación de recursos hídricos                             | 30       |
| 2.6.2. Efectos que pueden causar los plaguicidas en el medio acuático | 32       |
| 2.6.3. Contaminación del suelo.                                       | 34       |
| 2.6.4. Persistencia en las cadenas tróficas                           | 35       |
| 2.6.5. Procesos que afectan a los plaguicidas                         | 35       |
| 2.7. Plaguicidas y salud  | 37       |
| 2.8. Regulación del uso de plaguicidas                                | 41       |
| 2.9. Regulación del uso de plaguicidas en México                      | 45       |
| 2.9.1. Plaguicidas autorizados.                                       | 46       |
| 2.9.2. Plaguicidas prohibidos y restringidos                          | 47       |
| 2.9.3. Categoría toxicológica   | 49       |
| 2.9.4. Normas Oficiales Mexicanas.                                    | 51       |
| 2.10. Mercado mundial de plaguicidas y generación de envases          | 54       |
| 2.11. Consumo de plaguicidas en México y generación de envases        | 56       |
| 2.12. Experiencias de manejo de envases de plaguicidas                | 59       |
| 2.12.1. Manejo de envases en Estados Unidos de Norteamérica.          | 59       |
| 2.12.2. Comunidad Europea.  | 65       |
| 2.12.3. Experiencia de Manejo de envases en América Latina.           | 68       |

|  |     |
|--|-----|
| 2.12.4. La experiencia mexicana para el manejo de envases vacíos de plaguicidas          | 69  |
| 2.13. Costos y beneficios ambientales del manejo de envases                              | 74  |
| 2.13.1. Negociación de beneficios  | 75  |
| 2.13.2. Tarifas e impuestos proporcionales   | 76  |
| 2.13.3. Normas cuantitativas   | 77  |
| 2.13.4. Los problemas en la definición de costos y beneficios ambientales                | 78  |
| 2.13.4.1. Contabilidad de recursos naturales   | 78  |
| 2.13.4.2. Las políticas y estrategias de administración ambiental                        | 79  |
| 2.13.4.3. Capacidad de gobiernos locales   | 80  |
| 2.13.4.4. El papel de la sociedad  | 81  |
| <b>3. MATERIALES Y METODOS</b>   | 82  |
| 3.1. Zona de estudio   | 82  |
| 3.2. Consumo de plaguicidas  | 84  |
| 3.3. Impacto de plaguicidas en el Valle de Culiacán                                      | 86  |
| 3.4. Definición de estrategias para el manejo de envases de plaguicidas                  | 89  |
| 3.4.1. Participación intersectorial.   | 91  |
| 3.4.2. Construcción e implementación de Centros de Acopio de envases                     | 93  |
| 3.4.3. Programas de capacitación   | 94  |
| 3.4.4. Acopio de envases   | 95  |
| 3.5. Determinación de residuos y emisiones   | 98  |
| 3.5.1. Método para la determinación de residuos en envases                               | 98  |
| 3.5.2. Determinación de emisión de contaminantes derivados de la incineración de envases | 101 |
| 3.5.2.1. Método para determinación de dioxinas y furanos                                 | 102 |
| 3.6. Determinación de costos de operación  | 105 |
| <b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>   | 107 |
| 4.1. Material acopiado   | 108 |
| 4.2. Clasificación de envases por banda toxicológica                                     | 110 |

|   |     |
|---|-----|
| 4.3. Cantidad de residuos contenido en envases que no se aplica triple lavado                           | 111 |
| 4.4. Capacitación   | 112 |
| 4.5. Determinación de residuos en envases que se les aplico triple lavado.                              | 113 |
| 4.6. Emisiones de incineración  | 115 |
| 4.7. Estimación de costos   | 116 |
| 4.7.1. Inversiones y gasto operativo  | 117 |
| 4.7.2. Definición de costos por kilogramo de material acopiado  | 119 |
| 4.8. Cobertura del programa   | 121 |
| 4.9. Organización intersectorial  | 121 |
| 4.10. Norma para manejo de envases de plaguicidas   | 122 |
| 4.11. Promoción al uso de productos reciclados de plásticos agrícolas.                                  | 124 |
| 4.12. Esquema de implementación de programa de acopio de envases  | 125 |
| <b>5. CONCLUSIONES</b>  | 129 |
| <b>6. BIBLIOGRAFÍA CITADA</b>   | 133 |
| <b>7. ANEXOS</b>  | 142 |
| <br>  |     |
| <b>ANEXO 1. Croquis de caseta rural y centro de acopio de envases</b>                                   | 142 |
| <b>ANEXO 2. Prototipo de convenio para colaboración intersectorial</b>                                  | 149 |
| <b>ANEXO 3. Proyecto de norma oficial para el manejo de envases vacíos que contuvieron plaguicidas.</b> | 155 |

## INDICE DE CUADROS

|  |     |
|--|-----|
| Cuadro 1. Número Intoxicaciones por plaguicidas (1995-2000)  | 39  |
| Cuadro 2. Plaguicidas autorizados en México (CICOPLAFEST)  | 46  |
| Cuadro 3. Numero de productos comerciales autorizados para uso de plaguicidas  | 47  |
| Cuadro 4. Plaguicidas prohibidos en México   | 47  |
| Cuadro 5. Plaguicidas restringidos en México   | 48  |
| Cuadro 6. Categoría toxicológica de los plaguicidas  | 50  |
| Cuadro 7. Categoría toxicológica de los plaguicidas listados en el catálogo CICOPLAFEST                                  | 51  |
| Cuadro 8. Normas Oficiales Mexicanas que regulen el uso y manejo de plaguicidas  | 52  |
| Cuadro 9. Consumo mundial de plaguicidas (miles de toneladas métricas)   | 55  |
| Cuadro 10. Mercado mundial de plaguicidas por tipo de producto   | 56  |
| Cuadro 11. Ventas de plaguicidas den México (1998)   | 57  |
| Cuadro 12. Tipo de material de envases de plaguicidas en México  | 58  |
| Cuadro 13. Cantidad de residuos de plaguicidas en envases sin triple lavado  | 59  |
| Cuadro 14. Contenido de producto detectado en aguas del tercer lavado (EUA)  | 60  |
| Cuadro 15. Contenido de producto remanente en el envase después del tercer lavado (EUA)                                  | 61  |
| Cuadro 16. Exportación de hortalizas 1994-2000 en Sinaloa  | 83  |
| Cuadro 17. Presencia de plaguicidas en muestras de agua, sedimento y Camarón en la Bahía de Santa María, Sinaloa, México | 87  |
| Cuadro 18. Contenido de plaguicidas en peces de la familia Musilidae   | 88  |
| Cuadro 19. Manejo de envases de plaguicidas en empresas agrícolas en el Valle de Culiacán.                               | 90  |
| Cuadro 20. No. de inspección a empresas para verificar condiciones de manejo de plaguicidas, 1997.                       | 91  |
| Cuadro 21. Proceso metodológico para el estudio de manejo de envases de Plaguicidas en el Valle de Culiacán.             | 106 |
| Cuadro 22. Distribución de envases acopiados según su capacidad (1998-2000)  | 109 |

|   |     |
|---|-----|
| Cuadro 23. Empresas participantes en el programa de acopio de envases de plaguicidas en el Valle de Culiacán, en el año 2000. | 110 |
| Cuadro 24. Capacitación de personal sobre manejo de plaguicidas (1998-2000)   | 112 |
| Cuadro 25. Determinación de emisión de contaminantes derivados de la incineración de envases                                  | 116 |
| Cuadro 26. Costos de acopio de envases vacíos de plaguicidas del Valle de Culiacán (1998-2000).                               | 117 |
| Cuadro 27. Costos en pesos por kg y de envase de plaguicida, según tipo de disposición  | 120 |
| Cuadro 28. Estrategia de implementación del programa de manejo de envases de plaguicidas                                      | 126 |

## INDICE DE FIGURAS

|  |     |
|--|-----|
| Figura 1. Intoxicaciones por plaguicidas reportados al sistema SINTOX AMIFAC (2002)  | 40  |
| Figura 2. Sugerencias para la construcción de un pozo para enterrar cenizas o residuos de envases, en Estados Unidos de América. | 62  |
| Figura 3. Diagrama propuesto para la eliminación de envases vacíos de plaguicidas, en Estados Unidos de América.                 | 63  |
| Figura 4. Ubicación geográfica del Valle de Culiacán en el estado de Sinaloa   | 82  |
| Figura 5. Superficie cosechada de hortalizas en Sinaloa (1984-2000)  | 84  |
| Figura 6. Consumo de plaguicidas en hortalizas Kg/ha.  | 85  |
| Figura 7. Consumo de plaguicidas en granos Kg/ha.  | 85  |
| Figura 8. Consumo de plaguicidas en el estado de Sinaloa.  | 86  |
| Figura 9. Diagrama operativo de participación intersectorial para manejo de envases de plaguicidas en el Valle de Culiacán.      | 92  |
| Figura 10. Centro de acopio de envases de plaguicidas.   | 93  |
| Figura 11. Capacitación a jefe de almacén y mezclas.   | 94  |
| Figura 12. Diagrama de flujo para el manejo de envases en el Valle de Culiacán   | 97  |
| Figura 13. Envases plásticos acopiados en el Valle de Culiacán.  | 109 |
| Figura 14. Categoría toxicológica de envases en centro de acopio.  | 111 |
| Figura 15. Contenido de residuos de plaguicidas en envases que no se les hizo el triple lavado                                   | 112 |
| Figura 16. Residuos en envases que se les aplicó triple lavado   | 114 |
| Figura 17. Categoría toxicológica de envases que se destinaron a incineración  | 115 |
| Figura 18. Tarima industrial fabricada con plástico de envase de plaguicida.   | 125 |

## 1. INTRODUCCIÓN

En México, como en varios países de América Latina, Asia y África, el manejo cotidiano de productos plaguicidas presenta deficiencias que incrementan los riesgos de contaminación ambiental y daños a la salud; un conjunto de factores como son: la escasa educación de los usuarios de agrotóxicos; una incompleta legislación para el manejo de los mismos, así como los bajos niveles de aplicación efectiva de las leyes vigentes son elementos que contribuyen a que persistan los problemas indicados. En este contexto, el presente trabajo plantea una estrategia para asegurar el manejo adecuado de los envases de plaguicidas y reducir el impacto al ambiente y la salud derivado de las prácticas tradicionales de abandonar dichos envases a campo abierto o utilizarlos como recipientes de uso doméstico. El trabajo se desarrolló en el período comprendido entre los años 1998 y 2000, en la región conocida como Valle de Culiacán estado de Sinaloa México.

En México el usuario final de plaguicidas generalmente, está representado por el pequeño agricultor o los peones de las empresas agrícolas. En ambos casos el nivel educativo tiende a ser muy bajo; esta situación puede representar alto riesgo en el manejo de productos tóxicos, ya que técnicamente los aplicadores son incapaces de comprender la información contenida en la etiqueta de los envases, misma que hace referencia a las precauciones de manejo y a los riesgos del producto. Por esta razón, los programas encaminados a prevenir los riesgos sanitarios y ambientales en el manejo de productos tóxicos, y de los envases y materiales contaminados, son de suma importancia como estrategia preventiva para bajar los niveles de contaminación ambiental y efectos nocivos a la salud de la población expuesta, directa o indirectamente, como es el caso de los aplicadores y los asentamientos humanos cercanos a las zonas de cultivo.

Debido a la alta cantidad y frecuencia de uso de productos plaguicidas en los campos de cultivos de hortalizas y granos, la zona rural del estado de Sinaloa presenta alto nivel de exposición a dichos productos, especialmente en aquellas microregiones en las que se desarrollan procesos de cultivos intensivos que demandan gran cantidad de producto para control fitosanitario (Ramírez y García, 1998).

La fisiografía del estado de Sinaloa implica que las superficies agrícolas se ubiquen en regiones cercanas a cuerpos de agua de lagunas costeras, por lo que los remanentes lixiviables de estos productos, invariablemente serán arrastrados hacia cuerpos de agua, afectando los ecosistemas laguneros y los productos pesqueros como son: peces, ostras y crustáceos (Galindo, 2000).

En México el manejo de plaguicidas está previsto en diferentes instrumentos jurídicos como son la Ley de Salud, la Ley de Sanidad Vegetal, la Ley Federal del Trabajo y la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente; así como en diferentes normas oficiales mexicanas relativas al manejo de productos químicos y específicamente de plaguicidas; sin embargo, los niveles de aplicación de la legislación, los procesos de vigilancia y la infraestructura para el manejo y disposición de residuos peligrosos, son insuficientes para garantizar el manejo adecuado de estos productos y la implementación de políticas que reduzcan los riesgos, tanto ambientales como sanitarios del manejo de residuos, envases y, en general, de materiales contaminados y contaminantes.

Por las razones expuestas, los trabajos y estrategias relativos a la reducción de riesgos derivados del manejo de plaguicidas, deberán involucrar de manera directa a los usuarios, comercializadores y fabricantes de los productos, para así generar procesos de participación en las actividades que tiendan a reducir los riesgos ambientales y sanitarios, y coadyuven a estructurar opciones rentables para el manejo integral de residuos. De tal forma, se ha considerado indispensable abordar los siguientes aspectos:

- a) Planteamiento de opciones técnicas que minimicen la permanencia y existencia de residuos de agrotóxicos, contenidos en envases, contenedores y todo tipo de recipiente que haya estado en contacto con estos productos. Esto se está logrando mediante la capacitación, cuando el usuario elimine los residuos de los envases mediante el triple lavado de éstos, y la aplicación del total del agua contaminada con el plaguicida al equipo de aspersión en los cultivos.

- b) Construcción de centros de acopio de envases vacíos de plaguicidas (o acondicionamiento de espacios en el campo), y recolección de envases que han sido sometidos a lavado y depósito en centros de transferencia especialmente diseñados.
- c) Participación directa de los usuarios finales de plaguicidas en los procesos señalados, lo que implica que los pequeños agricultores, peones y obreros agrícolas, deberán ser capacitados para desarrollar las actividades señaladas en los incisos a y b.
- d) Promover la participación y organización de fabricantes y distribuidores de productos plaguicidas para que conjuntamente desarrollen actividades de acopio y manejo de envases vacíos sometidos a lavado.
- e) Gestión de financiamiento de los programas con participación gubernamental y privada para garantizar el acopio y manejo de los envases recolectados.
- f) Desarrollo de alternativas de uso industrial de los envases recolectados, ya sea utilizados como materia prima para reciclaje e industrialización del plástico contaminado, a fin de obtener productos que puedan usarse como recipientes de fertilizantes, plaguicidas, tuberías de drenaje, tarimas industriales, barreras de contención en carreteras, etc, o cualquier otro producto, cuyo uso evite el contacto directo con alimentos o con el ser humano.
- g) Desarrollo de alternativas de destrucción y/o confinamiento de productos contaminados para evitar que éstos puedan generar daños ambientales, tales son los casos de confinamiento de producto contaminado y/o destrucción de éste, utilizándolo como combustible alterno en fábricas de cemento e industria siderúrgica.

Por las razones expuestas, en el presente trabajo de investigación se plantearon los siguientes objetivos:

## **1.1. Objetivos**

- a) Promover la organización entre agricultores, industriales e instituciones federales y estatales, relacionadas con el control sanitario y ambiental (SSA, SEMARNAT y SAGARPA), para desarrollar el programa de acopio y manejo de envases vacíos de plaguicidas.
- b) Evaluar las actividades de acopio de envases vacíos de plaguicidas en el Valle de Culiacán, definiendo la participación de empresas, la cantidad de envases acopiados y la cantidad de residuos contenidos en envases.
- c) Plantear estrategias para industrializar los envases plásticos de plaguicidas a través del reciclaje para la fabricación de productos de uso agropecuario e industrial, y para la destrucción de estos plásticos a través de la incineración en la industria del cemento y centros autorizados.

## **1.2. Hipótesis**

- a) Los envases de plaguicidas en México se disponen campo abierto debido a factores culturales de los productores agrícolas, a la insuficiente legislación al no precisar las formas de disposición y la escasa vigilancia de las autoridades ambientales y sanitarias. La solución a este problema requiere estructurar y desarrollar programas de capacitación de usuarios de productos plaguicidas; elaborar normas técnicas que rijan la disposición de estos materiales y establecer convenios de participación voluntaria en los que se integren organizaciones de productores agrícolas, fabricantes, distribuidores de plaguicidas y el sector gubernamental.
- b) Los envases de plaguicidas que se disponen a campo abierto en el valle de Culiacán, contienen cantidades de residuos tóxicos que les convierten en factores de contaminación ambiental y riesgo sanitario para la población.

- c) Las prácticas de limpieza de envases de plaguicidas que realizan los usuarios en campo, reducen la cantidad de contaminantes en nivel suficiente para que estos materiales puedan usarse como materia prima de industria del reciclado, y como combustible alternativo en la industria del cemento.

### **1.3. Variables**

Las variables que permitieron medir el alcance de estas hipótesis fueron:

- a) Cantidad de residuos contenida en los envases sin limpieza (triple lavado).
- b) Cantidad de residuos contenida en envases sometidos a técnicas de manejo (limpieza y acopio).
- c) Volumen de residuos retirado a través del programa de manejo.
- d) Volúmenes de materiales acopiados en la zona de estudio en relación al volumen total generado en la misma.
- e) Costos de disposición por kilogramo de material acopiado en sus diferentes alternativas (reciclado, incineración, confinamiento).
- f) Emisiones a la atmósfera de compuestos tóxicos derivados de la combustión de los envases y plásticos contaminados con plaguicidas.
- g) Cantidad de empresas, organizaciones de productores, fabricantes e instituciones participantes en los programas de acopio y manejo de envases.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Globalización y medio ambiente

En una obra reciente Kaul *et al.* (1999) abordan los problemas ambientales y de los recursos naturales en su dimensión global, a través del concepto de “bienes públicos mundiales” y argumentan la necesidad de generar estrategias de cooperación internacional para la preservación del ambiente. Barret (1999) analiza la dinámica seguida para la firma de los convenios de los Protocolos de Montreal y Kyoto, a través de los cuales se establecen los programas de cooperación internacional para la preservación de la capa de ozono, y las investigaciones tendientes a prevenir el cambio climático global. En su trabajo el autor analiza las circunstancias bajo las cuales se desarrollan las estrategias de cooperación internacional, especificando, entre otras razones, los intereses de los grupos económicos dominantes, en cada una de las potencias mundiales, los que determinan las acciones y programas a desarrollar, para cumplir los compromisos derivados de los protocolos; especifica que en el caso de las actividades tendientes a la protección de la capa de ozono han sido fundamentales factores tales como el desarrollo tecnológico que permite la sustitución de productos, como los clorofluorocarbonos (CFCs), y el bromuro de metilo, ya que estos productos y las tecnologías de sustitución se han podido desarrollar con costos de producción más bajos que el de los productos cuestionados.

Sin embargo, también es importante señalar que otros factores, como los intereses de mercado, han influido favorablemente en este proceso. Barrett (1999) señala que, para el caso específico de los gases refrigerantes, la empresa Dupont pudo desarrollar productos sustitutos de los CFCs, por lo que este consorcio presionó fuerte para legislar en relación a la prohibición de clorofluorocarbonos, acortando los tiempos de comercialización de sus nuevas formulas.

En relación con los efectos nocivos sobre la salud, derivados de la destrucción de la capa de ozono y el consiguiente incremento en los niveles de radiación ultravioleta, algunos

países realizaron evaluaciones sobre los efectos que estos fenómenos implican para la salud humana, concluyendo que el incremento en los padecimientos cancerosos amenazaría seriamente la salud de amplios sectores de la población, cuyos costos sociales se incrementarían de manera muy acelerada. Este fue otro factor que contribuyó favorablemente a que los países desarrollados establecieran medidas correctivas a las cuales se sumaron los esfuerzos de los países menos desarrollados, como es el caso de la región de Latinoamérica.

No obstante, se debe señalar que las estrategias y medidas ambientales diseñadas desde los países dominantes, no se aplican con los mismos criterios en las economías de los países cooperantes, pues a éstos se les considera de alguna manera como el mercado natural para la venta de aquellos productos prohibidos, o en vías de prohibición, que estén sujetos a restricción ambiental. De esta forma América Latina y el resto de países con niveles similares de desarrollo económico consumen muchos de los productos considerados nocivos al ambiente, tales como los CFCs y el bromuro de metilo para el caso que nos ocupa. Esto se debe en buena medida a que estos países no cuentan con una legislación actualizada en relación con los problemas ambientales, o bien que no tienen la capacidad administrativa para aplicar con eficiencia la legislación vigente, pues los costos administrativos en la aplicación de la ley pueden ser tan altos que causen el cuestionamiento de los beneficios obtenidos, especialmente en su dimensión económica.

En la mencionada obra de Kaul *et al.* (1999) también se analiza la dinámica que ha seguido el otro acuerdo reciente de cooperación internacional en materia ambiental, el Protocolo de Kyoto, evento que ha fijado entre sus objetivos la reducción de emisiones de bióxido y monóxido de carbono, y en general la promoción de tecnologías limpias para la combustión de energéticos fósiles y derivados del petróleo. El autor señala que este acuerdo no ha tenido la suerte de contar con avances significativos, debido entre otras razones, a que la sustitución de combustibles no cuenta con investigación suficiente para reducir costos.

También es necesario señalar que la adquisición del petróleo, y derivados de éste, se hace a precios bajos a países petroleros con menor desarrollo económico; a través de las economías menos desarrolladas de los países petroleros; pero quizá la principal razón se encuentra en que los costos de sustitución recaerían principalmente en las economías desarrolladas, por ser estas las de más altos índices de consumo, especialmente la de Estados Unidos de Norteamérica. Derivado de estos problemas se han establecido algunas opciones, que si bien pueden ser explicadas en la lógica comercial serían inexplicables desde el análisis ambiental, tal es el caso de los bonos y certificados de emisión de óxidos de carbono, que se comercializan como derechos entre algunos de los países industrializados; es decir, un país a otro le compra el derecho de contaminar, lo cual resuelve un derecho comercial pero no reduce las emisiones de contaminación.

En materia de biodiversidad los países desarrollados han generado estrategias de cooperación para la protección de algunas especies, sobre todo marinas y aves migratorias, que por su facilidad de desplazamiento son representativas de regiones geográficas distantes; generalmente a través de ellas se unen intereses del hemisferio norte - sur, o de la región oriente - occidente. En torno a esta lógica se desarrollan diversos programas de protección a la biodiversidad, que al contar con recursos de países desarrollados, se complementan con trabajos de investigación y actividades de preservación en las regiones menos desarrolladas. No obstante, la mayor parte de los países en desarrollo sufren un acelerado proceso de destrucción de su biodiversidad regional, por el crecimiento de la frontera agrícola, por el excesivo uso de plaguicidas y fertilizantes, por la explotación irracional de bosques y selvas, por la comercialización de especies endémicas, sin embargo esta dimensión normalmente no es integrada como parte de los problemas ambientales globales, (Srivastava *et al*, 2000).

La relación globalización y medio ambiente, también se ha abordado por autores diversos desde la lógica del impacto de los flujos de capital sobre el medio ambiente. En esta perspectiva algunos autores han manifestado que la creciente liberación de los flujos de capital internacional, hacia diferentes esferas de la economía y de la geografía universal, se ha caracterizado entre otras cosas por rebasar las fronteras geopolíticas de

las naciones y, en muchos casos, someter a éstas y a sus gobiernos a las dinámicas y necesidades de capital, modificando, para esto, los conceptos y estrategias de desarrollo nacional, las estructuras de los sectores económicos nacionales, los marcos jurídicos internos de los países y, en general, impactando el marco sociocultural y socioeconómico de prácticamente todas las regiones del mundo (Bonnet, 2002).

La transnacionalización del capital ha impactado preferentemente a aquellos sectores de la economía que aseguran rendimientos mayores e inmediatos a la inversión, el comercio, la industria y el aprovechamiento de los recursos naturales, los cuales han tenido diferentes niveles de integración al capital internacional, según la capacidad organizativa de los grupos nacionales dominantes, el marco jurídico de cada uno, la capacidad de las organizaciones sociales, las relaciones de los sectores productivos con el mercado internacional y las fuentes de financiamiento; estos son algunos de los factores determinantes en la velocidad de penetración de capital y en las transformaciones de los países y regiones para adecuarse a las exigencias del capital y del mercado global (Gudynas, 2000).

La modernización tecnológica, generalmente acompañada por la adopción de maquinaria, equipo y estrategias de producción, es factor indispensable y siempre presente en el proceso de globalización y liberación de las economías regionales, de manera que maquinaria y equipo moderno, sistemas de software y capacitación de mano de obra, son elementos que contribuyen a aumentar los mejores niveles de productividad y, en muchas ocasiones, reducen los costos unitarios de producción. Sin embargo, escasamente aparecen dentro de estos factores las implicaciones ambientales derivadas de la producción de un bien o servicio (García, 2001).

Los costos ambientales del proceso de transnacionalización del capital, son quizás de los aspectos menos estudiados en los planteamientos teóricos promotores de la globalización, y también menos definidos dentro de las teorías y grupos sociales que presentan resistencia a la globalización y que reivindican los derechos de la

autodeterminación de las naciones para estructurar sus estrategias de desarrollo, (Gudynas, 2000).

Los costos y beneficios ambientales del desarrollo económico, son conceptos cuya definición se ha estructurado por diferentes corrientes de pensamiento. Generalmente los costos se asocian a los impactos negativos que la inversión de capital causa en la calidad de los recursos naturales; el agua seguramente constituye el elemento natural más estudiado, debido a que el crecimiento económico, la urbanización y en general, el desarrollo de industria y servicios, aumenta la demanda de volúmenes de agua cada vez mayores, que se toman de la naturaleza con calidad aceptable y se devuelven a la misma contaminados con sustancias químicas, desechos orgánicos y otros residuos derivados de la actividad humana, (Albino, 1998).

En situación similar se encuentra la atmósfera, que recibe normalmente una carga de contaminantes proporcional a la aceleración del desarrollo económico. Otros recursos naturales como el suelo, reciben la presión de urbanización, que sustituye la vegetación y el paisaje por grandes extensiones de cemento y pavimentación que transforman la calidad de éste y que impactan directamente a los microclimas regionales. Los efectos de erosión, asociados al uso intensivo y sobreexplotación de la cubierta vegetal, así como el acarreo por viento y agua de los suelos agrícolas con deterioro creciente por efectos de sustancias químicas y labores de cultivo, son algunos de los ejemplos que ilustran el concepto de los costos ambientales, mismos que difícilmente se pueden definir en valores monetarios o en activos de capital, debido a que no existen criterios uniformes para la asignación del valor monetario de los recursos naturales, y tampoco existen criterios uniformes que nos permitan estimar los costos de recuperación del recurso natural. Además, son escasos los inventarios acerca de la calidad de estos recursos antes de la inversión de capital y el establecimiento de empresas, conceptuados como elementos de desarrollo económico y social (García, 2001).

El inventario de los recursos naturales de cada región o país, constituye el elemento clave que permitiría conocer los efectos e impactos ambientales de las estrategias de

globalización, ya que tendrían criterios de referencia para definir en series de tiempo la situación de los recursos naturales y el ambiente. La asignación de valores monetarios a los recursos naturales, como bienes de capital, constituye otro elemento necesario para poder evaluar los procesos de deterioro, conservación, o mejoramiento de los recursos naturales, asociados al crecimiento económico de una región y especialmente asociados a las políticas y estrategias de desarrollo regional, incluyendo el marco general de la globalización y los esfuerzos regionales por el crecimiento económico equitativo (Cantlon y Koenig, 1999).

## **2.2. Agricultura y medio ambiente**

La dimensión ambiental en el análisis del desarrollo de la agricultura, ha sido recientemente incorporada, en el último tercio del siglo pasado, a raíz de la manifestación de algunos desequilibrios regionales en la calidad de los recursos naturales, especialmente en lo referente al suelo, agua y la creciente destrucción de la cubierta vegetal.

En el último siglo el crecimiento de la producción agrícola estuvo sustentado en la creciente incorporación de superficies al cultivo, que en términos generales, se sustrajeron de las superficies arboladas o cubiertas de vegetación primaria. La productividad de los terrenos de cultivo creció a partir de la incorporación de los recursos hidráulicos, lo cual permitió duplicar la producción natural de los suelos, sin incrementar la superficie. Hasta el año 1900 se habían incorporado 40 millones de hectáreas a sistemas de riego; para el año 1950 la superficie de riego se había multiplicado hasta alcanzar 90 millones de hectáreas, pero entre 1950 y 1993 dicha superficie se incrementó aceleradamente hasta alcanzar los 250 millones de hectáreas, (Brown, 1997).

La superficie mundial bajo riego generó algunos problemas colaterales, entre los que destacan: acelerados procesos de salinización de tierras de riego, el incremento en los niveles de salinidad de los sistemas laguneros costeros, el agotamiento de los mantos

freáticos subterráneos, y el deterioro de los suelos y la cubierta vegetal de las cuencas hidrológicas. Los costos de estos problemas ambientales, recientemente se han empezado a abordar a través de estudios realizados por el Banco Mundial y el Programa del Medio Ambiente de la Organización de las Naciones Unidas. La complejidad de estos ha llevado a estructurar estrategias de cooperación regional tanto de instituciones internacionales como de fondos especiales para la preservación del medio ambiente y, especialmente, de los grupos humanos asentados en las regiones afectadas.

La problemática ambiental causada por el desarrollo de la agricultura, ha sido objeto de estudio desde el último tercio del siglo pasado, especial atención han recibido los problemas derivados del impacto del uso de fertilizantes y plaguicidas. A principios de la década de 1990, los suelos agrícolas estimados en aproximadamente 1,500 millones de hectáreas recibían anualmente una dosis media de 146 millones de toneladas de fertilizantes y 2.4 millones de toneladas de plaguicidas, (Brown, 1997); ambos grupos de productos han deteriorado la calidad del suelo y del agua y los niveles de contaminación son preocupantes por los efectos regionales sobre los ecosistemas y la salud de la población. Los organismos internacionales, tales como la Organización Mundial de la Salud, la FAO, y la ONU a través del Programa del Medio Ambiente, han establecido lineamientos encaminados a capacitar y educar a los productores a fin de que realicen el uso eficiente de los agrotóxicos, reduciendo los volúmenes de éstos y el impacto sobre el medio. Por su parte los gobiernos de las naciones han iniciado medidas jurídicas que contribuyan a normar el manejo racional de estos productos, para garantizar el cuidado del ambiente y la salud. No obstante, las problemáticas regionales son diversas y requieren de la concurrencia de todos los sectores involucrados, es decir los gobiernos, los productores, las industrias y los distribuidores de agroinsumos.

Otros problemas ambientales derivados de la actividad agrícola de relevancia global son los relacionados con la emisión de gases que impactan la capa de ozono, el metano, los óxidos de nitrógeno y los óxidos de carbono, son gases que se derivan directa e indirectamente de las actividades agrícolas y pecuarias. Se estima la emisión global de

27 a 38 millones de toneladas, de las cuales aproximadamente el 50 % se derivan de las actividades agropecuarias (Houghton, J.T. *et al* 1990).

La problemática ambiental constituye un reto de la modernidad, las estrategias de su abordaje deberán ser construidas por los beneficiarios actuales y futuros; los gobiernos de las naciones hasta la fecha han demostrado grandes deficiencias para la elaboración de marcos normativos que regulen la participación de cada uno de los sectores y la responsabilidad de los mismos, pero aún mayor deficiencia han mostrado en la implementación de medidas operativas que permitan la aplicación efectiva de la ley, (Huber, M.R. *et al.* 1998).

En un estudio reciente dirigido por el Banco Mundial relativo a la agricultura y el medio ambiente, diversos autores como Anderson (2000) y Hazell (2000) señalan que el desarrollo del sector agrícola de los países dependientes ha quedado atrapado en las últimas dos décadas entre la necesidad de lograr un crecimiento equilibrado que asegure empleo, producción de alimentos y una relación justa de la población rural con los recursos naturales como el suelo, el agua y los bosques; y por otra parte, la oferta ilusoria del mercado internacional para el desarrollo de determinados productos, especialmente frutas y legumbres tropicales con atractivos precios en el mercado externo, que obligan a la especialización regional para el trabajo en estos productos y a la adopción de tecnologías establecidas desde complejos de capital transnacional que dominan y condicionan el financiamiento, la producción y la comercialización de estos productos. Esta segunda alternativa aparece muy atractiva a determinados sectores o unidades de producción con capacidad para adquirir los mejores recursos naturales como suelo y agua, para posicionarse estratégicamente y acceder al mercado internacional y dominar alguna cadena productiva del sector agrícola. Esta dinámica generalmente desequilibra el desarrollo regional, genera uso ventajoso de los recursos naturales por las empresas con mayor capacidad de inversión y empobrece aquellas regiones geográficas con menor vocación de recursos; en el sector social generalmente genera flujos de migración interna y desequilibrios en el desarrollo rural, así como en el uso sustentable de los recursos naturales, (Hazell, 2000).

Chávez *et al* (2001), en su trabajo relacionado con la formación de bloques comerciales regionales, que constituyen la expresión de la dinámica de la globalización, señala que las estrategias de políticas agrícolas en los diferentes países en vías de desarrollo se asocian a dinámicas muy complejas en las que generalmente se cruzan intereses y visiones del desarrollo tanto de los grupos de élite política nacional como de las corporaciones y empresas ligadas tanto a la producción agrícola como a los procesos de comercialización, e industrialización de estos productos, ya sea en el mercado nacional o mediante cadenas que actúan a nivel internacional. En esta lógica, los procesos de integración económica regional relacionados con el desarrollo agrícola pueden establecer prioridades hacia el abastecimiento nacional de alimentos o hacia la exportación especializada para adquirir divisas y posteriormente comprar o importar los alimentos básicos que no se hayan autoabastecido con la producción nacional.

Tal parece que no existe una línea de desarrollo dominante, al menos en los países de América Latina; más bien en cada país se establecen determinados tipos de alianzas entre las organizaciones de productores, y las empresas o sectores que realizan la comercialización e industrialización de los productos; de tal forma que las preferencias o tendencias dominantes en cada región de alguna manera se estructuran de acuerdo con la capacidad económica, y las estrategias que estos sectores involucrados establecen para períodos de corto y mediano plazo, (Pretty, J.N. 2000).

En general se encontrará una marcada tendencia de los productores hortofrutícolas a establecer alianzas comerciales y financieras con las empresas transnacionales, debido a que estas controlan el mercado internacional, incluyendo los precios de productos.

Otros autores como (Palacio *et al*, 2001) y Schwentesius y Gómez (2001), señalan que en esta dinámica los productores de granos básicos generalmente son destinados a abastecer los mercados locales; aunque los precios de venta de sus productos se ven afectados fuertemente por competidores extranjeros que ofrecen los insumos al consumidor y a la industria a precios muy bajos, ya que estos cuentan con un amplio subsidio en sus países de origen. El caso mexicano es ilustrativo, debido a que los

productores de maíz y frijol deben ofertar sus productos al mismo precio que los productores norteamericanos, aún cuando estos reciben subsidios por aproximadamente la mitad de sus costos de producción.

Los desequilibrios en el desarrollo agrícola regional, y el desplazamiento de los pequeños productores generalmente se traducen como una fuerte presión sobre los recursos naturales, especialmente sobre las selvas, bosques y especies de fauna silvestre sujetas a la comercialización, lo que acelera la degradación de los recursos naturales en amplias zonas agrícolas que no se inscriben en el esquema de producción de exportación

### **2.3. Revolución verde y medio ambiente**

El desarrollo de la agricultura mexicana, especialmente el relativo a la producción de granos, en el periodo comprendido entre 1950 y 1980, difícilmente puede ser comprendido fuera del marco del concepto denominado “Revolución Verde”, generado por el investigador Norman Borlaug, quien a través de los trabajos de mejoramiento genético de maíz y trigo hizo un aporte significativo en el incremento de la producción por unidad de superficie de estos dos granos básicos en la alimentación del pueblo mexicano. Sin duda los resultados obtenidos en trigo fueron espectaculares, ya que en tan solo quince años se triplicó la productividad en las zonas trigueras mexicanas, pero además se exportaron tanto las variedades como el paquete tecnológico, generando los mismos resultados espectaculares en países como la India y Pakistán, (Borlaug, 2001).

El concepto revolución verde hace referencia a un modelo de producción en el que se diseñaron semillas, agro insumos, maquinaria y asistencia profesional para obtener altos rendimientos. Este modelo fue considerado durante un tiempo razonablemente largo como la opción de solución a los problemas de escasez de alimento en los países con menor desarrollo tecnológico y económico; fue promovido a través de los programas financiados por el Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo, de tal manera que adquirió categoría institucional al integrarse como el modelo tecnológico para el desarrollo de la agricultura que se enseñó en las diferentes instituciones de educación e investigaciones agrícola de nivel superior. En México el principal instituto

de investigación agrícola (hoy INIFAP) tuvo su origen bajo la visión del desarrollo agrícola establecido por el concepto de la revolución verde.

El análisis crítico al modelo tecnológico promovido por la revolución verde, destaca algunos de sus efectos sociales y económicos indeseables; desde la perspectiva de análisis de Hewitt (1978), este modelo aceleró la penetración del capital transnacional a través de algunas áreas estratégicas como son los insumos compuestos por plaguicidas, fertilizantes, semillas mejoradas y maquinaria agrícola, La dependencia tecnológica de México permitió la incorporación del capital transnacional hacia estas ramas estratégicas de la agricultura generando por una parte una transferencia importante de la riqueza, a las empresas transnacionales, y por la otra el dominio de este mercado de productos y servicios, con lo que se acentuó la dependencia económica del país. La autora agrega que la dinámica generada por este modelo tecnológico aceleró la concentración del capital en un sector de productores que tuvieron mayor dominio sobre los recursos naturales, expulsando a grandes cantidades de pequeños productores, que por falta de capital, no fueron capaces de incorporarse a este modelo productivo, con lo que se generó una distancia mayor entre pequeños productores que se empobrecieron y grandes productores que se enriquecieron, en la medida que la revolución verde se consolidó como estrategia de producción agrícola.

Otro enfoque crítico al modelo de revolución verde lo constituye el trabajo de Rama, y Vigorito, (1979), relativo al impacto del capital transnacional en el complejo de frutas y legumbres; a través de esta investigación los autores dan seguimiento a la dinámica de la inversión extranjera en la agricultura mexicana, demostrando que el mayor volumen de inversión se ubica en los sectores más dinámicos que garantizan mayor nivel de utilidad y mejor posición para el acceso al mercado extranjero; las empresas transnacionales establecen programas para el financiamiento de cultivos de frutas y legumbres a la vez que invierten en los complejos de industrialización de estas, se ubican en los mejores terrenos con servicios de infraestructura de transportes e irrigación, y generan lentamente el desplazamiento de estas áreas de los granos y semillas básicos de la

alimentación de los mexicanos, y que son a la vez los cultivos tradicionales de los pequeños productores.

En la dinámica del análisis del mercado y suministro de semillas en México, Barkin y Suarez (1983), realizaron algunos trabajos de investigación, encontrando una gran influencia de las empresas transnacionales que se posicionan en el mercado nacional, pero además generan un alto riesgo de desplazamiento y la desaparición de la diversidad de semillas criollas. Los autores advierten que el modelo tecnológico sustentado en la revolución verde ha entregado la seguridad alimentaria a los intereses del capital transnacional; también advierte los riesgos por la pérdida de la riqueza genética de especies alimenticias como el maíz y frijol, que han pasado a propiedad y a veces registro de empresas privadas extranjeras, en particular ante el avance de la ingeniería genética.

En los estudios de interpretación crítica al concepto de revolución verde, generalmente se destacan los efectos negativos que el modelo generó sobre las sociedades rurales, especialmente el relativo a la polarización de la riqueza ó la diferenciación de un pequeño sector de productores capitalizados en oposición a una gran masa de pequeños productores descapitalizados, motivo por lo que se consideraba injusto el modelo de desarrollo. También se destacaron los flujos de capital internacional hacia determinados sectores especialmente el de agroinsumos como plaguicidas, fertilizantes, maquinaria y tecnologías. Tal parece que los enfoques críticos esperaban que el modelo promovido por la revolución verde generará simultáneamente crecimiento económico, equidad en la distribución de la riqueza y justicia social, sin evaluar y considerar el papel que cada uno de los agentes del desarrollo económico debe ejecutar armónicamente como son políticas de estado en apoyo a los productores, promoción a la capacitación de recursos humanos y apoyo financiero y tecnológico oportuno y eficiente a los productores agrícolas. El papel de las universidades como centros de formación de recursos humanos que deben desempeñar función de innovadores en las tecnologías de producción y en el descubrimiento de conocimientos útiles que mejoren los modelos productivos.

En la lógica del pensamiento crítico, relativo al modelo tecnológico, promovido por la revolución verde, si se analizan las implicaciones ambientales de éste, los juicios seguramente serán severos, pues los graves problemas de contaminación generados por el uso de plaguicidas, los efectos de estos sobre la salud de, la población rural y el medio ambiente serán motivo de una seria deficiencia que el modelo no pudo cumplir en términos de desarrollo.

El crecimiento acelerado de la producción agrícola derivado de la aplicación del modelo de revolución verde también generó una sobreexplotación de los recursos hidráulicos, especialmente los de regiones como La Laguna Coahuila, Durango y Costa de Hermosillo, Sonora que por su cercanía al mercado externo o por su aptitud para la producción de cultivos con alta demanda como el algodón y el trigo, abatieron sus mantos freáticos convirtiendo a estas zonas en grandes extensiones de tierra sin uso productivo, (CNA, 1995).

La salinización de los suelos en zonas de riego es otra deuda ambiental que se ha heredado del modelo tecnológico de referencia. En el estado de Sinaloa este problema de salinización ha afectado una superficie aproximada a las 140,000 ha, que en la actualidad son improductivas aún cuando se encuentren ubicadas dentro de los distritos de riego, (CNA, 2000).

El desplazamiento de pequeños productores de las zonas de agricultura comercial, y su confinamiento a zonas de secano ha generado la sobreexplotación de bosques y de especies tanto de flora como de fauna con valor comercial, que constituyen otra de las manifestaciones de la problemática ambiental que también puede ser asociada a los efectos del desarrollo del modelo que generó desequilibrios en las dinámicas regionales.

No obstante considerar este conjunto de problemas como herencia de un pasado de crecimiento económico, sin reflexionar acerca del papel que debe desempeñar el Estado como árbitro de desarrollo económico, y la sociedad civil como protagonista del mismo, sería un acto irresponsable, debido a que se estaría analizando el desarrollo

agropecuario como un simple espectador, sin asumir que cada uno de los integrantes de la sociedad mexicana es responsable en la definición e implementación de las estrategias de desarrollo.

Durante el período en que el modelo de revolución verde fue implementado como prototipo de desarrollo regional, los componentes de la sociedad mexicana fueron partícipes tanto en la toma de decisiones como de los beneficios derivados del crecimiento económico; actualmente es una obligación para la sociedad mexicana asumir las tareas necesarias para resolver los problemas de nuestro desarrollo.

La problemática ambiental, como la contaminación de los suelos agrícolas y mantos freáticos, así como el deterioro de los recursos naturales de flora y fauna, es necesario asumirla desde la organización local, regional y nacional de la sociedad hasta la aplicación de medidas jurídicas que garanticen a mediano plazo una reestructuración en la administración de los recursos naturales.

Entre otros investigadores, Robinson (2000) elaboró una propuesta que, de alguna manera, sería complementaria al modelo tecnológico de la revolución verde, ya que propone estrategias de mejoramiento fitogenético pero encaminadas a la menor dependencia del uso de plaguicidas; en su propuesta el autor señala la urgente necesidad de recuperar factores importantes de las especies vegetales tales como la resistencia a las plagas y la diversidad genética, en contrapropuesta a la pérdida de la biodiversidad que se ha generado desde las compañías transnacionales propietarias del germoplasma para producir semillas mejoradas. No obstante este autor señala que es indispensable que los productores se capaciten para desarrollar trabajos de selección genética y fitomejoramiento con sus recursos regionales. El autor destaca la importancia de que los productores agrícolas sean dueños de sus recursos genéticos para romper la dependencia tecnológica con las empresas transnacionales que se han apropiado de ellas; también señala que estos productores organizados a través de clubes regionales deberán establecer programas de preservación ambiental para evitar que el manejo inadecuado de cultivos agrícolas o de agroinsumos, utilizados en estos, generen desequilibrios ambientales en la región.

Por último, es conveniente mencionar que los problemas ambientales derivados del modelo productivo de la revolución verde pueden ser muy graves en algunas regiones, especialmente en aquellas donde el uso reiterado de plaguicidas y fertilizantes, ha afectado ecosistemas colaterales como los cuerpos de agua y lagunas costeras, lo mismo que en aquellos lugares donde extracción de agua para riego agrícola, ha generado el agotamiento de los mantos freáticos; no obstante es urgente generar las opciones de organización social que permitan abordar estos problemas, dado que los beneficiarios económicos de dicho modelo difícilmente podrán pagar los costos ambientales generados.

#### **2.4. TLCAN y medio ambiente**

A partir del Tratado de Libre Comercio para América del Norte (TLCAN), México quedó inmerso en la dinámica de la globalización al ser promotor de dicho acuerdo, aunque seguramente no lo hizo en las mejores condiciones de estructura económica, tecnológica y financiera, y por ello puede ser ejemplo de la problemática que ha implicado la globalización tanto en los sectores económicos, como en la estructura social jurídica y cultural, (Sánchez *et al*: 2000).

El TLCAN generó una discusión muy amplia acerca de sus posibles repercusiones en los tres países miembros del acuerdo (México, Estados Unidos y Canadá). Fueron de especial importancia las consideraciones relativas a los posibles flujos de capital de Estados Unidos y Canadá hacia México, buscando mejores condiciones por el abaratamiento de la mano de obra, y por el relajamiento en la aplicación de la legislación relativa a las condiciones de seguridad e higiene en el trabajo y al cumplimiento de las obligaciones ambientales. Ward y Prickett (1992) insistieron ante el senado de Estados Unidos de Norteamérica, acerca de los riesgos de una emigración de capital para establecerse en México, debido a que en este país las normas menos exigentes en materia ambiental y sanitaria pudieran generar ventajas competitivas, convirtiéndose este flujo de capital en un riesgo para la economía Norteamericana.

Darling (1991), elaboró estudios relativos a los niveles de cumplimiento de la legislación ambiental y laboral en México, de la que deducía que el incumplimiento de la legislación permite la reducción de costos, por lo que las empresas asentadas en regiones menos exigentes para el cuidado ambiental como es el caso de México, cuentan con ventajas por tener menores costos de producción y pueden concurrir de manera ventajosa al mercado internacional.

Sin embargo, las discusiones y expectativas de lo que la liberalización del comercio significa para el medio ambiente, son diversas; el Gobierno de Canadá (1992), consideraba que los costos ambientales de su estructura industrial, escasamente representan el 1% de sus costos globales, por lo que difícilmente las empresas canadienses podrían emigrar hacia otras regiones, especialmente a México, aunque les redujera estos gastos.

Para el caso específico del sector agrícola, los puntos de vista sobre las implicaciones ambientales de la liberación comercial, también se expresaron de manera diversa, atendiendo a los enfoques teóricos de los estudiosos. Patterson (1993) señala que el tratado regional obligará a reducir los subsidios al sector agrícola, por lo que únicamente se quedarán integradas al cultivo las mejores tierras, reduciendo de esa manera las presiones ambientales sobre aquellos terrenos de baja productividad, por lo que éstas podrán volver a su vocación natural contribuyendo al mantenimiento de la biodiversidad.

En sentido contrario, Ward y Fischer (1993), señalan que la presión comercial sobre los suelos agrícolas, obliga el uso creciente de productos químicos, como plaguicidas y fertilizantes, a fin de lograr la intensificación de cultivos y mayores índices de productividad. La presión comercial, sin la debida reglamentación en materia de protección ambiental y sanitaria, genera efectos nocivos que se traducen en el deterioro de la calidad del suelo, en la contaminación de las fuentes de agua y en repercusiones sanitarias a la población laboralmente expuesta al efecto de estos productos. Estos autores señalan la urgente necesidad de adecuar el marco jurídico y mejorar las

estructuras de vigilancia para contrarrestar los efectos nocivos de la presión comercial sobre el ambiente y la salud de la población.

Otros autores, como Rolfe (1993), consideran que la crisis ambiental de nuestros días es un fenómeno global derivado de un acelerado crecimiento económico y comercial de los últimos 150 años y, aunque sus manifestaciones adquieren diferencias regionales, se estima que las medidas para preservación y desarrollo ambiental se tendrán que tomar como estrategias globales, dado que hay problemas regionales que interactúan y afectan áreas alejadas geográficamente de los lugares donde se generan, tal es el caso de los contaminantes que viajan a través de la atmósfera en las corrientes de viento, de aquellos que viajan a través de las corrientes marinas y aguas superficiales, que surcan superficies de dos o más países diferentes, así como aquellos casos de especies migrantes, cuyas áreas de reproducción son diferentes a las de desarrollo, tal es el caso de las aves migratorias que viajan de Estados Unidos y Canadá hacia México y Centro América. Este autor, insiste en que la problemática ambiental es tan reciente que ningún país tiene una estrategia que garantice la estabilidad de sus recursos naturales, y por esta razón se tendrán que abordar de manera conjunta las acciones y políticas para preservación del ambiente.

En la evaluación de los efectos ambientales del TLCAN, el organismo Coordinador de Cooperación Ambiental, desarrolla tareas de evaluación en las que se insiste en que el acuerdo comercial permite ventajas en materia jurídica y tecnológica. De especial importancia resulta la formación de una comisión de seguimiento a los efectos ambientales del acuerdo, la Comisión de Cooperación Ambiental de América del Norte (CCAAN), a través de ella, se establecen acuerdos regionales en materia de desarrollo ambiental, siendo el principal resultado de estos acuerdos la homologación de criterios relativos a la problemática ambiental común en América del Norte, destacan las estrategias para el manejo de sustancias químicas y riesgos derivados de ellas; dentro de este grupo, los plaguicidas adquieren especial importancia para el caso de México, en tanto que otros productos como el mercurio y plomo generados a través de las emisiones

industriales, son prioritarios para su seguimiento en Estados Unidos y Canadá, (Sánchez *et al*, 2000).

Otro acuerdo importante se refiere a la necesidad de homologación en los países involucrados de la normatividad para abordar la problemática ambiental; esto significa que aún cuando cada país cuente con su propio esquema de normas y leyes, el marco jurídico debe ser compatible y comparable, a fin de poder desarrollar criterios semejantes que permitan el control y manejo de la problemática ambiental. Dentro de estos criterios destacan, por su importancia, los artículos 6 y 7 del Acuerdo de Cooperación Ambiental, que garantizan el acceso a la información ambiental a la ciudadanía de los tres países, además generan una vía permanente para que los ciudadanos puedan recurrir ante los tribunales a exigir el cumplimiento de la legislación de cada uno de los países e interpaíses.

Por último, es conveniente señalar que el Acuerdo de Cooperación Ambiental, ha generado una dinámica común para el establecimiento de metodologías de evaluación de impactos ambientales de las actividades productivas y comerciales, ya que antes de este acuerdo cada país contaba con sus propias estrategias, que en muchas ocasiones no eran comparables o compatibles para establecer criterios de evaluación, sistemas de seguimiento, bases de datos, mecanismos de información ciudadana, y participación de organizaciones ciudadanas en la toma de decisiones sobre el cuidado del medio ambiente. Se estima que, de manera general, el acuerdo comercial ha contribuido a una mayor participación ciudadana en México, en la definición de las problemáticas ambientales y el mejoramiento del marco jurídico relativo a esta problemática (Sánchez *et al*, 2000).

## **2.5. Instrumentos económicos de regulación de costos ambientales**

Braathen (2002) señala que los instrumentos económicos son aquellos que modifican los precios relativos a los bienes y servicios en el mercado. Esto se hace a través de diversos medios, como son el pago de impuestos de derechos, cargos o depósitos. Señala que es característica fundamental de los instrumentos económicos que permiten libertad a los agentes para escoger las alternativas más ventajosas para ellos. En general los instrumentos económicos no establecen obligaciones directas sobre tecnologías a adoptar, tipo de insumos a consumir o características del producto final. Sin embargo, es característico que mediante estos instrumentos económicos se pueda lograr una recaudación pública o que los mismos se puedan aplicar a problemáticas específicas. Los instrumentos económicos que hacen referencia a la regulación ambiental tienen como característica el poder ser utilizado en el mejoramiento del ambiente.

### **2.5.1. Impuestos ambientales**

El instrumento económico más común en todos los países se refiere a los impuestos ambientales; a través de estos se pueden cargar los costos al sector que genera daño ambiental, se puede operar el principio “el que contamina paga”, la ventaja de los impuestos ambientales es que permiten la recuperación de finanzas públicas y además pueden tener aplicación específica para el mejoramiento del sector ambiental que más lo necesite; tal es el caso de tratamiento de aguas residuales, reforestación de áreas erosionadas, mejoramiento de la calidad del aire y otros. (Philippe, B.J. 2002).

No obstante, el estudio reciente relativo a la aplicación de impuestos ambientales en los países miembros de la OCDE (Moreno *et al*, 2002) señala que el sistema de impuestos presenta algunos riesgos, como son la ineficacia de su aplicación y el alto costo administrativo debido a diferencias burocráticas de la administración pública, lo que puede causar que el valor del impuesto recaudado sea menor al costo de recaudación, condición que le convierte en carga a la estructura económica, lo que es muy común en países menos desarrollados. Otro de los riesgos que generan los impuestos ambientales

se asocia a la inequidad de estos, cuando se aplican indistintamente sin considerar las diferencias de los efectos contaminantes que se generan en los diferentes sectores económicos y/o en las diferentes especialidades de producción de un subsector. La inequidad en la aplicación de carga e infraestructura puede representar riesgos a la capacidad competitiva de una empresa o de un sector de la economía.

Breaathen (2002), en su trabajo relativo a la eficiencia de impuestos ambientales aplicados en los países de OCDE, señala que uno de los grandes problemas asociados a este tipo de impuestos es la frágil estructura administrativa para aplicarlos en beneficio del ambiente; también señala que la gran masa de estos impuestos proviene del uso de combustibles fósiles, pero cuya aplicación se destina a gasto público general o a servicios no asociados a las estrategias de cambios en la calidad de combustibles y la reducción de las masas de consumo. El autor señala que la aplicación eficiente de impuestos ambientales requiere cambios en la estructura y concepto de recaudación, de tal forma que las organizaciones sociales (ONGs) participen en las decisiones de aplicación de dichos impuestos para solucionar problemas regionales, y aplicaciones a áreas específicas.

Otros autores, como Heady (2002) señalan que el bloque de países con mayor tasa de impuesto ambiental debe generar reestructuración a fin de que estos impuestos sustituyan a otros como los relacionados con el impuesto a la seguridad social y el impuesto al producto del trabajo, a fin de que los sectores productivos con mayor carga fiscal eviten riesgos de perder competitividad de sus productos.

Cortina (2002), señala que los impuestos ambientales mexicanos solamente se han tipificado a partir de la edición de La Ley Ambiental de 1996; sin embargo, los montos de estos son muy reducidos y no cuentan con una estructura de aplicación que garantice su uso en el mejoramiento ambiental. Impuestos como los aplicados al consumo de combustible no son tipificados como ambientales, por lo que su aplicación al gasto público no establece relación directa a las problemáticas ambientales. Otros impuestos de la estructura fiscal mexicana, se refieren al derecho de uso de los recursos naturales,

como suelo, agua y bosques, pero tampoco establecen relación por los programas ambientales ni cuentan con criterios de evaluación económica para tipificar los montos de impuestos a recaudar.

Breathen (2002), concluye que dada la deficiencia de las estructuras administrativas actuales para la recaudación y aplicación de los impuestos ambientales es necesario flexibilizar y agilizar dichas estructuras, estableciendo un sistema de canales directos que permitan mayor transparencia en los montos recaudados y especialmente en la definición del destino en la aplicación de recursos; recomienda cuando menos dos modificaciones en las estructuras: la primera de ellas se refiere a la participación de la ONGs como supervisoras y garantes de la aplicación de impuestos; la segunda se refiere a la necesidad de construir sistemas de aplicación directa como los de depósitos y reembolsos para el caso de manejo de algunos productos residuales que pueden generar valor como materia prima de procesos productivos; tal es el caso de envases y recipientes de la mayor parte de consumibles líquidos, tanto domésticos como industriales; envases de refrescos, jugos, aguas gaseosas, detergentes e incluso plaguicidas podrían quedar en este esquema de manejo.

### **2.5.2. El mercado como regulador de costos ambientales**

El componente ambiental de la producción de bienes se ha integrado como un costo específico que puede manifestarse en sus diferentes modalidades: cantidad generada de residuos, manejo, tratamiento y disposición de residuos; emisiones de gases contaminantes a la atmósfera, tratamiento de las emisiones, consumo de recursos naturales y calidad de éstos; consumo de energéticos y eficiencia en aprovechamiento de los mismos. Cada una de las variables de los componentes ambientales en la producción de bienes manifiesta comportamientos específicos, atendiendo entre otros factores a la disponibilidad de materias primas, tecnologías de proceso y marco jurídico del país en el que se desarrolla la producción. En términos generales puede afirmarse que los países con mayor desarrollo trabajan con mayor eficiencia tecnológica y ambiental, ya que cuentan con equipos y procesos que aseguran menor cantidad de residuos de producción

y sus emisiones al ambiente generalmente contienen menores niveles de contaminantes que los logrados en nuestros países en vías de desarrollo, por lo que pudiera afirmarse que sus productos finales presentan un componente mayor en costos ambientales.

Para el caso específico de la producción agrícola, especialmente la de aquellos productos que se destinan al mercado internacional, bien pudiera afirmarse que es la concurrencia de dichos productos a este tipo de mercados, el factor que determina que los productores apliquen medidas y técnicas ambientales durante el proceso de producción y comercialización, de tal forma que éstas aseguren que los productos exportables puedan concurrir libremente al mercado de destino.

Dentro de las medidas de control de carácter ambiental y sanitario que se aplican a los productos de exportación, pueden considerarse aquellas que se relacionan con la higiene y seguridad de los obreros y trabajadores de campo, especialmente las del uso de equipo de seguridad e higiene personal para evitar riesgos de contaminación por factores biológicos, tanto en la producción de campo como en el manejo y empaque de frutos. Otra medida consiste en los sistemas de tratamiento y potabilización del agua que se destina al manejo y empaque de frutas y hortalizas frescas, y finalmente aquellas que se refieren al control y seguimiento del uso de productos plaguicidas autorizados por el país o mercado de destino del producto. Avendaño *et al* (2002) señala que el conjunto de medidas sanitarias y ambientales que aplican los productores mexicanos de hortalizas, en los últimos años ha encarecido los costos de producción de hortalizas exportables. Sin embargo, no se refieren trabajos de seguimiento y evaluación relativos al impacto que estas prácticas generan en beneficio de la salud de los trabajadores agrícolas y del ambiente en las regiones de cultivo.

Las acciones y medidas sanitarias y ambientales que se aplican en la producción agrícola destinada a la exportación, se desarrollan en tal dinámica que primero se aplican en campo, y posteriormente se genera un marco jurídico que justifica y reglamenta su aplicación, esto ha sucedido en México recientemente en los programas denominados de Inocuidad Alimentaria (Buenas Prácticas Agrícolas) y Campo Limpio (manejo de

envases de plaguicidas), ya que en ambos los productores agrícolas iniciaron la aplicación de las recomendaciones y medidas exigidas por el mercado internacional, como condición para que sus productos accedieran a este, y posteriormente el gobierno mexicano ha ido construyendo el marco jurídico que norma y obliga el cumplimiento de las mismas. Desde esta perspectiva pudiera afirmarse que en los últimos años el sector agroexportador desarrolla prácticas ambientales y sanitarias desde la exigencia del mercado internacional, y no desde la implementación de políticas de los gobiernos nacionales.

## **2.6. Los plaguicidas y el ambiente**

Un plaguicida se define como una sustancia o mezcla química en cualquier estado físico, cuya finalidad es la de controlar, combatir y prevenir plagas o enfermedades y, en general tienen el objetivo de proteger al hombre de organismos que afectan su ambiente, sus animales y sus alimentos (Estrada, 1998; Robledo, 1998 y Ortiz-Hernández *et al.*, 1997).

Los plaguicidas se han desarrollado en forma paralela a la industria química y a las tecnologías de producción en masa. La síntesis de moléculas de productos químicos usados para el control de plagas y enfermedades de cultivos agrícolas constituyó el antecedente inmediato de los plaguicidas modernos, productos que en algunas regiones geográficas se han convertido en insumos indispensables para la producción agrícola. Robledo (1998).

El tipo de plaguicidas sintéticos que aparecieron primero fueron los clorados, al inicio sumamente efectivos sobre las plagas, económicas, persistentes y con pocas muestras de toxicidad. El primer plaguicida sintético fue el DDT, presentado como el producto capaz de acabar de una vez con todas las plagas, además de ser relativamente inocuo para los seres humanos. Fue tal su promoción que a su descubridor, el investigador suizo A. Müller, le fue otorgado el Premio Nobel (Estrada, 1998).

Poco tiempo después de extenderse la utilización del DDT en el control de plagas en cultivos comerciales o en poblaciones de refugiados de la posguerra, se comenzaron a observar dos efectos no deseados de este producto: la aparición de moscas domésticas resistentes a las dosis normales de plaguicidas y los primeros casos de intoxicaciones agudas (los efectos crónicos tardarían en llegar). Lamentablemente, no pasaron más de cinco años para que se manifestaran los primeros efectos adversos, siendo primeramente la resistencia genética de los insectos, además de los primeros casos de intoxicación.

Años más tarde aparecieron otros insecticidas con estructura química similar al DDT (clorados). La facilidad de su aplicación, bajo costo, efectividad y aparente inocuidad, allanaron el terreno para su rápida expansión. A fines de la década de los 50's aparecen los plaguicidas fosforados, con menor poder residual, mayor potencia de acción y efectos agudos más graves en los seres humanos que los plaguicidas clorados (Marquita, 1997).

Los efectos del uso de plaguicidas reflejados en la salud de los usuarios directos, de la población expuesta indirectamente y los daños al ambiente, han planteado la urgente necesidad de formular programas y medidas preventivas que garanticen el manejo seguro de estas sustancias. La protección física de los usuarios, la reducción de la cantidad de producto usado en cultivos, la minimización de daños al ambiente (especialmente a cuerpos de agua dulce y lagunas costeras) y el acopio y disposición segura de envases, residuos y producto caduco son algunas de las medidas que se consideran prioritarias a nivel mundial (Albert, 1990).

Los efectos de los plaguicidas en el ambiente son diversos, dependiendo de factores como: a) tipo de plaguicida, b) manejo del producto, c) condiciones climáticas, d) fisiografía del suelo, e) usos productivos alternos a la agricultura, f) población humana circundante a las zonas agrícolas, y g) otros factores que dependen de la condición específica en que se usen estos productos. No obstante, los efectos más conocidos y estudiados son aquellos que se refieren al impacto negativo sobre los sistemas acuáticos,

sobre el suelo, en los ecosistemas (niveles tróficos) y en la salud humana (Cremlin, 1995).

### **2.6.1. Contaminación de recursos hídricos**

Existen múltiples estudios (Albareda-Sirvent, Merkoçi, *et al.*, 2001; Cisneros, *et al.*, 1999; Donoso, *et al.*, 1999) que muestran la capacidad de los plaguicidas de contaminar las fuentes de agua potable, corrientes subterráneas, ríos y mares. Estos plaguicidas pueden contaminar las diferentes fuentes a través de alguna de las siguientes vías:

- Aplicación directa de plaguicidas a fin de utilizarlos como cebo de peces.
- Percolación o lixiviación de plaguicidas aplicados en la superficie del suelo agrícola.
- Descarga directa de líquidos remanentes de la aplicación.
- Desecho de envases vacíos.
- Inundación o desborde de ríos que alcanzan los lugares de almacenamiento.

Las consecuencias de esta contaminación se relacionan con: la pérdida de flora y fauna acuática, pérdida del recurso como agua y alimento y la intoxicación humana y animal (Galindo, 2000).

Por otra parte, los ecosistemas acuáticos tienen de 4 a 6 niveles tróficos, por lo que la bioacumulación es un serio problema en estos hábitats, mientras que en el ecosistema terrestre que ha sido simplificado, sólo presenta 2 ó 3 niveles tróficos. Las sustancias tóxicas de particular importancia para los ecosistemas acuáticos son los metales pesados y compuestos químicos orgánicos. Las actividades industriales y las prácticas agrícolas permiten la liberación de estas sustancias dentro del agua (Ongley, 1997).

Los plaguicidas pueden llegar a los cuerpos de agua por el escurrimiento, corrientes de agua, desagües de alcantarillas, y a través de la lluvia; de este último los plaguicidas se han encontrado en la atmósfera debido a su volatilidad, mientras que otros compuestos no volátiles son probablemente transportados a través de la erosión eólica o a causa de las corrientes de agua (Armienta, 1974).

Los plaguicidas pueden llegar más fácilmente al agua cuando son aplicados en áreas adyacentes a lagos, ríos, arroyos y tierras húmedas (tierras bajas). El riesgo aumenta cuando el suelo está desnudo o tiene una pobre cubierta vegetal. Una solución a este problema es el establecimiento de una faja de vegetación amortiguadora, plantada a lo largo de los arroyos para ayudar a filtrar los contaminantes antes de que estos lleguen a los cuerpos de agua. En los Estados Unidos de Norteamérica estas fajas de amortiguamiento son un requisito para disminuir la contaminación con residuos agroquímicos, principalmente nitratos; asimismo, plantas no leguminosas son sembradas en ciclos de invierno con la finalidad de absorber la mayor cantidad de nitratos (Brady y Weil, 1999).

La situación es tan grave que desde los años 70's en el estado de California, en Estados Unidos de Norteamérica, se detectaron fumigantes del suelo en los mantos freáticos. Para 1986, veinte plaguicidas habían sido encontrados en los mantos freáticos de 24 estados de la Unión Americana y para 1990 la Environmental Protection Agency (EPA) documentó la contaminación de los mantos freáticos por 46 diferentes plaguicidas. Asimismo, 12 plaguicidas habían sido detectados en los mantos freáticos del estado de Michigan. En algunos casos la contaminación del manto freático por plaguicidas parece ser debido a derramamiento y rompimiento de contenedores de almacenamiento de dichos químicos, pero la aplicación en los campos de cultivo parece ser la causa más común (Stachecki, 1995).

En muchos casos la contaminación del manto freático por plaguicidas ha sido originada por el derramamiento accidental, que llega al nivel del manto freático. Otras fuentes de contaminación en un manto acuífero son las no localizadas: la aplicación regular en los campos en sitios de embarque de agroquímicos que llegan a ser contaminados como un resultado del uso irracional de plaguicidas. Para contrarrestar los riesgos de contaminación por manipulación y transporte, actualmente en los Estados Unidos de Norte América se han generado nuevas alternativas de transporte (mediante pipas-tanque) y envasado de los plaguicidas, así como la mezcla de los fertilizantes de manera mecanizada, (Stachecki, 1995).

Los fertilizantes también han representado alto riesgo de contaminación en los recursos hídricos; en México, las regiones de Irapuato y La Laguna (Castellanos, Z y Peña- Cabriales, J. 1990) se reportaron la presencia de nitratos derivados del uso de fertilizantes nitrogenados en mantos freáticos subterráneos utilizados para el abastecimiento de agua potable.

### **2.6.2. Efectos que producen los plaguicidas en el medio acuático**

Existe creciente interés en cuanto a los efectos que producen los plaguicidas en el medio acuático. La contaminación de aguas naturales se debe principalmente a la aplicación de éstos, y que pueden introducirse directa o indirectamente, mediante el mal uso, la volatilización, el escurrimiento, o bien, el transporte de sedimentos de los sitios de aplicación (Rovedatti *et al.*, 2001 y Galindo, 2000).

Muchos de los microorganismos del suelo, son también en los cuerpos de agua dulce, salobre y medios marinos. Por ejemplo, la superficie de las aguas dulces se caracteriza por la flora bacteriana, la cual depende de los minerales y el contenido orgánico del agua, el suelo con el cual tiene contacto y las fuentes de contaminación orgánica e inorgánica (Cremlin, 1995).

Los efectos tóxicos de los plaguicidas sobre los microorganismos acuáticos y fitoplancton pueden ser clasificados como efectos indirectos sobre el crecimiento o sobre procesos metabólicos específicos tales como fotosíntesis y efectos directos resultantes de estrés, directo o diferencial, sobre ciertos segmentos de la comunidad acuática.

En algunos estudios (Sawunyama, P. y Bailey, G.W. 2001), sobre los efectos inhibitorios de diferentes plaguicidas sobre la fotosíntesis de una población de fitoplancton estuarino, se observó que los herbicidas más tóxicos fueron las fenil-ureas (monuron y diuron); insecticidas como el clordano y el heptacloro fueron igualmente tóxicos como las fenil-ureas y el DDT que fueron marcadamente inhibitorios de la fotosíntesis (Menzel, 1970, citado por Guenzi *et al.*, 1974) también se observó que diferentes especies de fitoplancton marino variaron considerablemente su respuesta en la actividad fotosintética ante la presencia con insecticidas clorados, DDT, dieldrin y endrin. Los autores sugieren que la resistencia de las especies de los estuarios comparadas con las especies de la costa y océano abierto presenta una mayor susceptibilidad y además presentan alta exposición a contaminantes terrestres.

La inhibición selectiva o el incremento de microorganismos acuáticos y fitoplancton por plaguicidas contaminantes pueden alterar drásticamente la composición de especies de comunidades acuáticas naturales (Lehotay, *et al.*, 1998).

La presencia de plaguicidas en cuerpos de agua ha diversificado sus efectos negativos y riesgos a la salud, especialmente en aquellos casos en que los cuerpos de agua dulce, reciben residuos de plaguicidas y, posteriormente, abastecen los sistemas de agua potable a poblaciones rurales y núcleos urbanos, pues los sistemas de potabilización, no integran ningún procedimiento para eliminación de contaminantes derivados de plaguicidas (Marjanovic y Miloradov, 1998).

Situación similar se presenta en los sistemas de lagunas costeras colindantes con zonas de actividad agropecuaria, pues la actividad agrícola y ganadera, que generalmente se desarrolla en terrenos aledaños, demanda el uso de plaguicidas, cuyos residuos serán arrastrados por corrientes de agua superficial, por el viento, o serán lixiviados para integrarse posteriormente en estos cuerpos de agua. Las pesquerías que se desarrollan en el sistema de lagunas costeras pueden ser impactadas al extraer productos alimenticios (como peces y bivalvos) contaminados con plaguicidas, que repercutirán directamente en la salud de los consumidores (García y Bernal, 2001).

En los últimos años, en regiones costeras como las del estado de Sinaloa, el cultivo de especies acuáticas se ha integrado como una actividad económica que contribuye de manera importante a la producción de alimentos. El sistema de lagunas costeras ha constituido el medio de cultivo y la fuente de abastecimiento de agua para la implementación de cultivos acuáticos. El camarón ha sido la principal especie cultivada en Latinoamérica; en 1990 se produjeron 97, 000 toneladas, pero ya para 1995 se alcanzó la cifra de 1, 154,000 toneladas. En el caso de México, la producción camaronícola se ha incrementado de manera constante; en nuestro caso, en 1990 la producción fue de 4, 371 toneladas y en 1995 de 15, 867, llegando a ser la principal forma de producción, y sustituyendo gradualmente la pesquería extractiva tradicional, (Rendón, 1998).

Actualmente la camaronicultura enfrenta serios problemas de sanidad e inocuidad, entre los que destaca la presencia de residuos de plaguicidas en el agua de cultivo y en la biomasa del camarón. Galindo (2000) reporta que en los sistemas estuarinos de Sinaloa, en los que se asientan las empresas camaronícolas, los de residuos de plaguicidas localizados en agua y sedimentos son comunes. También se localizan dichos residuos en cuerpos de agua, tales como arroyos y sistemas costeros, los niveles de contaminantes detectados son muy superiores a los que se reportan en este tipo de cuerpos de agua en otros países que son grandes consumidores de plaguicidas como Estados Unidos de Norteamérica y Canadá, (Galindo *et al.*, 1997).

### **2.6.3. Contaminación del suelo**

En tanto que algunos plaguicidas son aplicados directamente en el suelo (herbicidas como triazinas), existen otros que lo alcanzan de manera indirecta debido al goteo desde el vegetal, caída desde el equipo aplicador, arrastre por las gotas de lluvia, etc. La flora y la fauna del suelo, responsable del reciclaje de la materia orgánica, se ven seriamente afectadas por los plaguicidas, con lo cual disminuye la provisión de nutrientes naturales del suelo, volviéndolo dependiente de nutrientes sintéticos, con lo cual, el cultivo se torna aún más vulnerable ante los insectos y agentes patógenos, (Segura, 1991).

Recientemente se han elaborado algunos estudios relacionados con la contaminación por plaguicidas en sedimentos de lagunas costeras; en el Distrito de Riego número 076, correspondiente al Valle del Carrizo, Sinaloa, se detectó la presencia de contaminantes como Endosulfan en el 97% de las muestras de sedimentos; hexaclorohexanos en 80%, Lindano en 40%, heptacloro en 73%, Aldrin en 73% y Dieldrin en 7%. La presencia de DDT fue alarmante, ya que representó 51.56 ng/g de sedimento, en tanto que el heptacloro representó 49.08 ng/g de sedimento, lo que pudiera representar serias consecuencias a la fauna silvestre y especies comestibles acuáticas que se ubican en ese sistema lagunar (Cisneros *et al.*, 1999).

#### **2.6.4. Persistencia en las cadenas tróficas**

Los insecticidas con estructura química del tipo de los clorados (DDT, clordano, heptacloro) poseen la capacidad de fijarse en el tejido adiposo animal. Esta particularidad reviste características peligrosas por la acumulación en las cadenas tróficas, desde los herbívoros hasta los carnívoros de 2do y 3er orden, hasta llegar a concentraciones que producen daño fisiológico; este caso se relaciona con el consumo por parte del ser humano, de animales altamente contaminados, (Lichtenberg y Zimmerman, 1999).

#### **2.6.5. Procesos que afectan a los plaguicidas**

Cuando un pesticida es liberado al medio ambiente, éste es afectado por varios procesos. La descomposición de los plaguicidas es necesaria para evitar los problemas de contaminación y reducir el impacto medioambiental resultado de su uso. Dentro de estos es posible mencionar: la adsorción, absorción, degradación microbiana, degradación química y fotodegradación, (Gremlyn, 1995).

##### ***a) Adsorción***

La adsorción se refiere a la adherencia de los compuestos químicos a las partículas del suelo. La cantidad y persistencia de adsorción de plaguicidas varía dependiendo de las propiedades del pesticida, contenido de humedad, acidez y textura del suelo. Los suelos con altos contenidos de materia orgánica o arcilla son más adsorventes que los suelos con cuarzo y arena y además pobres en materia orgánica y arcilla (Galindo, *et al*, 1999).

##### ***b) Absorción***

La absorción, es el proceso por el cual los compuestos químicos son tomados por plantas y otros organismos; este es otro proceso que puede transferir plaguicidas en el medio ambiente. Una vez absorbidos la mayoría de los plaguicidas son metabolizados o degradados por los microorganismos, (Ferrera y Pérez, 1995).

### ***c) Degradación microbiana***

Por otra parte, la degradación microbiana ocurre cuando los microorganismos, tales como hongos y bacterias, descomponen los plaguicidas y los usan como fuentes de alimento. La degradación microbiana es extremadamente importante como un sistema de limpia medioambiental, también conocida como bioremediación. La mayoría de las actividades microbianas ocurre dentro de la capa superficial del suelo. La degradación microbiana puede ser rápida y eficaz bajo condiciones del suelo que favorecen el crecimiento microbiano: temperaturas adecuadas, niveles de pH favorables, buena humedad, aireación y fertilidad. Las poblaciones microbianas que fácilmente degradan los plaguicidas pueden crecer en el suelo; si plaguicidas similares son repetidamente aplicados a un área, éstos pueden ser consumidos o descompuestos por los microbios tan rápido que no controlan a la plaga objetivo (Ferrera y Pérez, 1995).

### ***d) Degradación química***

La degradación química de un pesticida involucra reacciones que cambian su estructura química reduciendo la estructura original a compuestos simples. La tasa y tipo de reacciones químicas que ocurren están influenciados por la adsorción de plaguicidas del suelo, pH, temperatura y humedad. Muchos plaguicidas, especialmente los organofosforados, son degradados por hidrólisis en sustratos alcalinos. Algunos plaguicidas son adsorbidos dentro de plantas u otros organismos, las reacciones químicas pueden tomar lugar rompiendo los compuestos, (Galindo et al, 1999).

### ***e) Fotodegradación***

La fotodegradación es la descomposición de plaguicidas por la acción de la luz solar; los plaguicidas aplicados al follaje, a la superficie del suelo o a estructuras, varían considerablemente en su estabilidad cuando son expuestos a la luz natural, ya que la fotodegradación reduce la cantidad de compuestos químicos presentes. La incorporación al suelo por métodos mecánicos durante o por el manejo de cantidades de agua de irrigación o de lluvia puede reducir la exposición de los plaguicidas a la luz del sol, (Ferrera y Pérez, 1995).

## 2.7. Plaguicidas y salud

Los efectos de los plaguicidas sobre la salud pueden dividirse en aquellos de rápida manifestación (agudos) y otros de manifestación lenta, aún muchos años después del contacto crónico. Entre los primeros destacan alteraciones al sistema nervioso, vómitos y diarreas. Los segundos son más severos y corresponden al cáncer, la esterilidad y el Mal de Parkinson entre otros padecimientos. Además, las partículas de agrotóxicos adheridas al suelo, hierbas, leña y envases, pueden convertirse en una fuente secundaria y persistente de intoxicación, (FAO, 1996).

El uso creciente de productos tóxicos para la producción agrícola, ha traído consigo el incremento de investigaciones relacionadas con los efectos colaterales de dichos productos, especialmente los relativos a la salud y al ambiente. A partir de 1960 se iniciaron las investigaciones en estos campos. En 1962, la doctora Rachel Carlson publicó “La Primavera Silenciosa”, obra en la que pone al descubierto los efectos nocivos de los plaguicidas por contacto, por exposición frecuente, y por la ingesta de residuos contenidos en alimentos (Loera, 1990).

A partir de la publicación de la obra de Carlson, se intensificaron los trabajos relativos a los efectos de los plaguicidas en los ambientes bióticos y laborales; en Estados Unidos de Norteamérica se formó el *Comité Consultivo sobre Uso de Plaguicidas*. Los estudiosos sobre efectos de plaguicidas formularon el concepto “plaguicida persistente”, para referirse a aquellos productos capaces de afectar o persistir en una cadena trófica; algunos productos clorados como el DDT, Aldrin y Dieldrin, constituyeron el ejemplo clásico. En 1971, en Estados Unidos de Norteamérica, se prohibió el uso de los tres productos señalados. Esta decisión marca un período muy importante en la investigación y políticas internacionales relativas al uso y manejo de plaguicidas.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) estableció una estrategia de investigación sobre los efectos nocivos de los plaguicidas en la salud humana, especialmente de aquellos derivados del ambiente de trabajo. Las manifestaciones inmediatas de

intoxicaciones agudas debidas a plaguicidas, los efectos graves a mediano y largo plazo sobre el sistema nervioso, el sistema inmunológico, la mutagénesis, la teratogénesis y la carcinogénesis, fueron temas de investigación, cuyos resultados pusieron, y ponen de manifiesto, que los productos plaguicidas pueden ser altamente dañinos cuando su manejo no se realiza atendiendo a normas de seguridad e higiene, (Rendón, 1990).

La preocupación de los organismos internacionales por los daños al ambiente y la salud, derivados del uso de sustancias químicas, ha motivado que la Organización de las Naciones Unidas (ONU) convoque a grupos de especialistas que propongan procedimientos de mitigación de los efectos dañinos de estas sustancias, así como criterios y procedimientos para restringir el uso de las mismas. En 1996, el programa conjunto FAO/PNUMA, elaboró lineamientos para la toma de decisiones relativas a la restricción del uso y fabricación de las sustancias siguientes: captafol, clorobencilato, hexaclorobenceno, Lindano, pentaclorofenol y 2,4,5-T; todos estos productos son plaguicidas que por su peligrosidad están en proceso de prohibición. En 1977, este mismo programa ingresó al grupo el Metamidofos y Fosfamidón. En México, solamente se usa el metamidofos, (FAO, 1996).

Dentro de los procesos que implican mayor riesgo para la salud, durante el manejo de plaguicidas, se encuentra el contacto directo o exposición del usuario durante las aplicaciones en campo; por esta razón, se ha considerado prioritaria la capacitación de usuarios, a fin de reducir los niveles de exposición y evitar que la ropa y prendas, contaminadas por el producto, afecten al interior de los hogares y las personas cercanas al usuario de plaguicidas (Maroni, *et al.* 1999); por lo anterior, ha sido preocupación de los organismos internacionales el diseño de equipo de protección personal compatible con los riesgos del producto y la diversidad climática; especial interés reviste el caso de las zonas tropicales por la incompatibilidad entre los equipos impermeables y las características del clima que dificultan su uso (Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, 1995).

En México, el sistema institucional para el estudio y seguimiento de los efectos de plaguicidas sobre la salud de la población expuesta, es incipiente. Las estadísticas sobre esta problemática se integran a partir de fuentes diversas que no cuentan con criterios homogéneos sobre cómo medir el impacto de estos productos sobre la salud. El INEGI (1998), presentó una estadística nacional de intoxicación por plaguicidas de 173 casos para 1995 y 101 para 1996, en tanto que el reporte del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) manifiesta casos de intoxicación derivados del consumo de alimentos que han sido contaminados por estos productos; lo que significa que no se ejecutan medidas de seguridad y prevención de riesgos, tales como la separación de productos alimenticios y plaguicidas durante el almacenamiento, transporte y manejo final de éstos, (Enkerlin *et al.*, 1997).

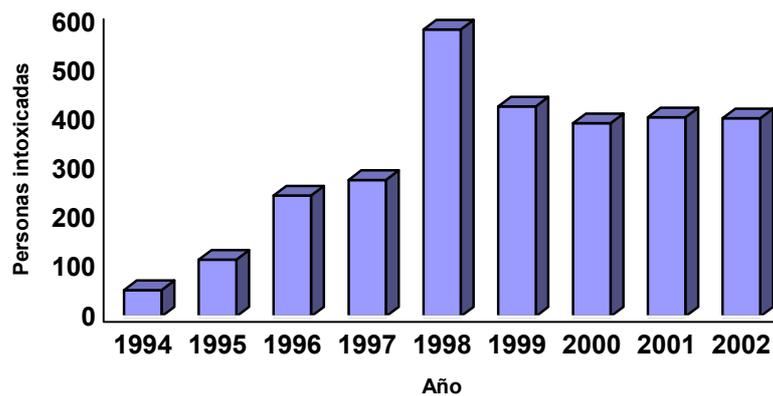
Recientemente la Secretaría de Salud, a través del programa de vigilancia epidemiológica, ha iniciado el seguimiento de los casos de intoxicaciones por plaguicidas. No obstante sigue pendiente el estudio y seguimiento de las enfermedades crónicas y degenerativas que puedan estar vinculadas a la exposición permanente a productos plaguicidas. En el siguiente cuadro se presenta el número de intoxicaciones reportado a nivel nacional comparativamente con el reportado en Sinaloa en el lapso de 1995-2000.

**Cuadro 1.** Número de intoxicaciones por plaguicidas, (1995-2000)

| <b>Año</b> | <b>Nacional</b> | <b>Sinaloa</b> | <b>%</b> |
|------------|-----------------|----------------|----------|
| 1995       | 6298            | 206            | 3.27     |
| 1996       | 7033            | 395            | 5.6      |
| 1997       | 6924            | 405            | 5.84     |
| 1998       | 6422            | 329            | 5.12     |
| 1999       | 4665            | 292            | 6.25     |
| 2000       | 5642            | 158            | 2.8      |

Fuente: Soto (2001).

Asimismo, la Asociación Mexicana de la Industria Fitosanitaria, A.C. (AMIFAC) ha implementado cuatro programas relacionados con el fomento de **Buenas Prácticas para el manejo de plaguicidas**; dichos programas se refieren a: a) prácticas de almacenamiento y transporte, b) medidas de seguridad durante el uso y aplicación de plaguicidas, c) acopio y manejo seguro de envases vacíos y residuos, y d) servicio de información toxicológica. Este último programa, denominado Sistema de Información Toxicológica (SINTOX), cuenta con un sistema gratuito de suministro de antidotos y de orientación para casos de emergencias e intoxicaciones por estos productos. Este sistema permite el seguimiento de casos de intoxicaciones por plaguicidas y genera su propia estadística (Figura 1).



**Figura 1.** Intoxicaciones por plaguicidas reportadas al sistema SINTOX. AMIFAC (2002).

El sistema SINTOX registra el 52 % de las intoxicaciones de tipo accidental, y preferentemente en el medio urbano, 27 % de tipo suicida y solamente el 17 % de tipo laboral y preferentemente en labores agrícolas. Dentro de los productos con mayor incidencia en problemas de intoxicación se encuentran los organofosforados, carbamatos y piretroides, en todos los casos estos productos tienen un amplio espectro de aplicación urbana. Los estados con mayor incidencia de intoxicación en el sector agrícola por números de casos son los de Chiapas, Veracruz, Michoacán, Nayarit y Jalisco. El Estado

de México y Distrito Federal son las principales áreas donde se registran las intoxicaciones urbanas, (AMIFAC, 2002).

Los residuos, producto caduco y contenedores vacíos de plaguicidas, constituyen los otros aspectos sobre los que se ha trabajado intensamente para reducir el manejo impropio, ya que éste representa un alto riesgo de contaminación ambiental y daño a la salud. El uso doméstico de contenedores vacíos se ha considerado de fuertes consecuencias negativas a la salud de las familias rurales, pero la disposición de envases en campo abierto constituye un riesgo permanente para la contaminación de cuerpos de agua y corrientes hidrológicas, cuyo uso productivo o alimenticio también puede representar altos niveles de riesgo de contaminación ambiental y sanitario. Por esta razón, se han venido implementando programas específicos para el acopio y disposición de envases vacíos de plaguicidas, y la destrucción del producto caduco.

## **2.8. Regulación del uso de plaguicidas**

En 1961 se realizó la primera reunión de expertos de la ONU sobre plaguicidas, con el objeto de analizar los posibles efectos de resistencia que habrían formado algunas plagas agrícolas a los productos, situación que se tornó preocupante, ya que esto implicaba el uso de nuevos productos y tecnologías, o en su defecto, mayor cantidad de los productos existentes, condición esta última, que podía presentar repercusiones negativas en los costos de producción de cultivos y dificultades ante la opinión pública de los investigadores de la salud, quienes alertaban de los peligros del abuso de las sustancias tóxicas, especialmente de los plaguicidas.

En la década de los 70's y a raíz de la prohibición del uso de algunos plaguicidas organoclorados, la ONU, a través de la FAO, formó varios grupos de expertos sobre plaguicidas, a fin de desarrollar estrategias internacionales de normalización y homologación de criterios sobre manejo y uso racional de plaguicidas.

En 1977 se llevó a cabo la primera consulta intergubernamental especial sobre la normalización internacional de los requisitos para el registro de plaguicidas; dicha consulta tuvo como fin orientar a los gobiernos y a la industria para prevenir, en la medida de lo posible, los efectos perjudiciales de los plaguicidas sobre el medio ambiente. En esta reunión se consideró necesario elaborar directrices basadas en medidas de verificación adecuada y en métodos de aprobación internacional para la promoción de nuevos productos plaguicidas (FAO, 1985).

En 1981 se realizó la segunda consulta de expertos de la FAO sobre plaguicidas, y se formularon los criterios ecológicos para el registro de los mismos (FAO, 1982). A través de éstos se especifica un conjunto de medidas y pruebas para efecto de toxicidad a corto, mediano y largo plazo. También se especifican los procedimientos para determinar los efectos sobre la microbiota del suelo, el medio acuático, las aves y los insectos benéficos, que deberán aprobarse antes de registrar y recomendar un producto.

Dadas las implicaciones sanitarias y ambientales del uso de plaguicidas, la FAO prosiguió el trabajo relativo a la normalización de estos productos. En 1985, se elaboró el *Código Internacional de Conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas*, documento que se publicó en 1986, y al que se apega, en términos generales, la normatividad de la mayoría de los países del mundo y especialmente de los miembros de la ONU. Dicho Código establece un conjunto de criterios y procedimientos que garantiza la seguridad del uso de los productos, tanto a la salud como al medio ambiente, en materia de: manejo, ensayos biológicos, almacenamiento y eliminación de residuos, etiquetado, distribución, comercio y publicidad, (FAO, 1985).

En relación con el manejo, el *Código* establece que la industria y las organizaciones internacionales deben facilitar toda la información, asistencia técnica, capacitación y educación que garantice el uso adecuado de plaguicidas; además, se distribuirán únicamente los productos aprobados por los organismos internacionales. Se reconoce que las plagas y enfermedades han desarrollado resistencia a los plaguicidas, por lo que

se recomienda atender y promover los sistemas de control integrado, incrementar la eficiencia biológica de los plaguicidas y reducir sus efectos perjudiciales, (FAO, 1985).

En relación con los ensayos, se establece la responsabilidad del fabricante de ofrecer productos eficaces y seguros, atendiendo al tipo de cultivo y clima. Los resultados de ensayos deberán entregarse a las autoridades, en quienes recae la responsabilidad de la verificación de los mismos. Los países miembros del acuerdo están obligados a contar con medios e instrumentos de verificación de residuos de plaguicidas en alimentos; también se obliga a vigilar las buenas prácticas de la industria en la formulación, manejo de productos y disposición de residuos.

En cuanto a la reducción de peligros para la salud, el *Código Internacional de Conducta* establece aspectos fundamentales, como la obligación de los países miembros de contar con centros para la atención de envenenamientos, ubicados estratégicamente en las zonas de mayor incidencia de estos problemas y de mayor consumo de productos, mantener una campaña permanente de educación y capacitación de los usuarios; la industria se obliga a producir fórmulas menos tóxicas, evitar el reuso de envases, usar envase seguro y especializado con tapa de bloqueo para el producto de uso doméstico. También se establece la obligación de gobiernos e industria para diseñar estrategias de disposición de residuos y envases vacíos, que no afecten el ambiente y la salud, (FAO, 1985).

En relación con la publicidad sobre plaguicidas, el *Código Internacional* establece aspectos centrales como evitar la publicidad de productos de uso restringido, se condiciona la comercialización simultánea del mismo producto con diferente nombre comercial, así como los anuncios alusivos a los resultados esperados con el uso de un producto determinado.

Se puede afirmar que los criterios de manejo de plaguicidas establecidos en el *Código Internacional de Conducta*, difícilmente se cumplen en los países menos desarrollados, especialmente en algunos países de América Latina, África, Asia Oriental y Medio

Oriente. Muchos países ubicados en estas regiones están en proceso de elaboración de sus reglamentos, por lo que sus resultados de vigilancia sobre buen uso de plaguicidas difícilmente se apegarán a las recomendaciones internacionales. No obstante, el uso de productos plaguicidas es creciente, en parte debido al establecimiento de procesos de producción intensiva en la agricultura, generalmente asociado al alto consumo de agroinsumos derivados de la industria, además, las políticas comerciales de la industria de plaguicidas son muy agresivas y reclaman posiciones dominantes en el mercado (Falconer y Hodge, 2000).

Dentro de las estrategias para la reducción de la cantidad de plaguicidas a usar en el control de plagas y enfermedades, la FAO desarrolló el concepto denominado “Lucha Integrada Contra las Plagas” (LIP); dicho concepto implica el uso combinado de productos plaguicidas con productos biológicos y organismos entomófagos; en 1985 se publicó el documento denominado “Directrices Económicas para la Lucha contra las Plagas en la Agricultura” (FAO, 1985). En dicho estudio, se establecen los criterios para evaluar económicamente los métodos de combate a las plagas, destacando la importancia de desarrollar los procedimientos del LIP como estrategia de reducción de productos tóxicos sin menoscabo del valor de la producción obtenida. Cabe destacar que este concepto (LIP), equivalente a lo que se denomina “El Manejo Integrado de Plagas” (MIP), se ha aplicado de manera lenta debido, entre otras razones, a que la oferta de insumos ha sido reducida en comparación con la oferta de los plaguicidas tradicionales, (Falconer y Hodge, 2000). También es importante destacar que la aplicación del Método LIP o MIP, implica un nivel mayor de educación entre los productores dispuestos a aplicarlos y un grado de colaboración adecuado para evitar que los insectos y organismos biológicos benéficos sean afectados por las aplicaciones de productos tóxicos en cultivos colaterales, (Falconer, K.E. 1998).

En 1988 el grupo de expertos de la FAO en especificaciones para plaguicidas, elaboró el documento denominado “Manual sobre Elaboración y Empleo de las Especificaciones de la FAO, para Productos Destinados a la Protección de Plantas” (FAO, 1988). En este documento se estableció, por primera vez, el listado aprobado internacionalmente de

productos plaguicidas, registrados y autorizados por la FAO para el control de plagas y patógenos. El documento comprende 456 sustancias o compuestos básicos, más 57 sustancias variantes, asociadas a diferentes grupos. Cabe destacar que este manual constituye la base de normalización internacional relativa a los productos plaguicidas, porque excluye aquellos productos cuyos efectos nocivos a la salud y al ambiente han originado su prohibición para el uso en la producción agrícola. También se destaca la importancia del documento para regular la gran cantidad de sustancias químicas que han sido probadas o usadas como plaguicidas; la publicación denominada “The Pesticide Manual” de la British Crop Protection Council, en su novena edición de 1991, reconoce 777 sustancias con categoría de plaguicida y a las que se les ha desarrollado un conjunto de criterios y normas para su uso seguro, además 487 a las que no se les ha desarrollado procedimiento de uso seguro.

## **2.9. Regulación del uso de plaguicidas en México**

En México, el manejo de productos plaguicidas ha presentado una creciente evolución relativa a su normatividad. La Secretaría de Salud (SSA) ha vigilado las condiciones sanitarias para el almacenamiento y manejo de dichos productos, en tanto que la SAGARPA, ha supervisado el manejo de plaguicidas en campo y bodega, las dosis de aplicación, la correspondencia con los cultivos, la efectividad biológica y el manejo de residuos y productos caducos.

En un esfuerzo por coordinar las actividades gubernamentales relativas al control y manejo de sustancias tóxicas, en el año 1985 se formó la Comisión Intersecretarial para el Control de Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST); este organismo en el que participan de manera conjunta la SSA, la SAGARPA, la SE, la SEMARNAT Y STPS, tiene a su cargo regular la fabricación, importación, exportación, distribución, uso y manejo de plaguicidas. Entre sus primeras tareas estuvo la de elaborar el listado de los plaguicidas autorizados en México; dicho listado fue publicado por primera ocasión en 1988 y se actualiza año con año para

elaborar el Catálogo Oficial de Plaguicidas autorizados en México, contiene además el listado de los productos restringidos y prohibidos (CICOPLAFEST, 1988).

### 2.9.1. Plaguicidas autorizados

A partir de 1991 se estableció el primer Catálogo Oficial de Plaguicidas en México; dicho catálogo especifica el uso del plaguicida ya sea agrícola, pecuario, doméstico, urbano o industrial. Además se manifiesta la categoría toxicológica, los cultivos en que se debe aplicar, las precauciones generales para el manejo y el intervalo de seguridad a que queda sujeto el cultivo después de haber aplicado el producto. En el Cuadro 2 se muestran los principales plaguicidas autorizados por la CICOPLAFEST recientemente.

**Cuadro 2.** Plaguicidas autorizados en México (CICOPLAFEST)

| <b>Tipo de Plaguicidas</b> | <b>Número</b> |
|----------------------------|---------------|
| Atrayentes y Feromonas     | 6             |
| Fumigantes                 | 8             |
| Fungicidas                 | 94            |
| Herbicidas                 | 82            |
| Insecticidas y Acaricidas  | 122           |
| Molusquicidas              | 1             |
| Nematicidas                | 3             |
| Protectores de semillas    | 1             |
| Rodenticidas               | 12            |
| <b>TOTAL</b>               | <b>329</b>    |

Fuente: CICOPLAFEST, 1998.

Parte del problema para el manejo adecuado de plaguicidas en México, es la enorme diferencia que existe entre el número de sustancias activas y el número de nombres comerciales con los que éstas se presentan en el mercado, pues de las 329 sustancias o ingredientes activos que se autorizan en el catálogo oficial se desprenden 2,197 nombres de productos comerciales a través de los cuales se presentan al público consumidor. Se

presenta a continuación (Cuadro 3) el número de productos comerciales autorizados como plaguicidas por la CICOPLAFEST.

**Cuadro 3.** Número de productos comerciales autorizados para uso como plaguicidas en México.

| <b>Productos</b>                          | <b>Número</b> |
|---|---------------|
| Plaguicidas de uso agrícola               | 1, 656        |
| Plaguicidas de uso pecuario               | 106           |
| Plaguicidas de uso doméstico e industrial | 435           |
| Total                                     | 2, 197        |

Fuente: CICOPLAFEST (1998).

### 2.9.2. Plaguicidas prohibidos y restringidos

Debido a los daños derivados de la bioacumulación en los ecosistemas, así como a los daños directos a la salud tales como el cáncer, la Organización Mundial de la Salud en coordinación con la FAO han establecido acuerdos para la prohibición de algunas sustancias plaguicidas que se consideran altamente nocivas. Dichos acuerdos se establecen como convenios con los países miembros de estas organizaciones, a fin de regular el uso de dichos productos. En México el catálogo oficial de plaguicidas comprende 26 sustancias prohibidas y 18 de uso restringido (cuadros 4 y 5).

**Cuadro 4.** Plaguicidas prohibidos en México

| <b>Producto</b>               | <b>Producto</b>              |
|-------------------------------|------------------------------|
| Acetato o propionato de fenil | Erbon                        |
| Mercurio                      | Formotion                    |
| Acido 2,4,5-T                 | Fluoracetato de sodio (1080) |
| Aldrin                        | Fumisel                      |

|          |                   |
|----------|-------------------|
| Cianofos | Kepone/Clordecone |
| Cloranil | Mirex             |
| BHC      | Monuron           |
| Dialifor | Nitrofen          |
| Dieldrin | Scharadan         |
| Dinoseb  | Triamifos         |
| Endrin   | Sulfato de Talio  |
| Toxafeno | Parathion Etilico |
| EPN      | DDT               |

**Fuente:** CICOPLAFEST (1998).

Otro grupo de plaguicidas se especifican como de uso restringido, dado que sus efectos a la salud se consideran altamente dañinos. El uso de estos productos debe ajustarse a las indicaciones que establezca un técnico autorizado por los organismos del control de estos productos; en México las licencias para recomendación de productos plaguicidas deben ser autorizadas por la Dirección General de Sanidad Vegetal perteneciente a la SAGARPA. El uso de productos restringidos deberá ajustarse a las indicaciones técnicas que se emitan por escrito por el profesionista encargado de recomendar su aplicación, según se establece en la NOM-FITO-051-1995.

#### **Cuadro 5.** Plaguicidas restringidos en México

| <b>Productos</b>    | <b>No. de Productos comerciales</b> |
|---------------------|-------------------------------------|
| <b>Insecticidas</b> |                                     |
| • Aldicarb          | 1                                   |
| • Dicofol           | 11                                  |
| • Forato            | 3                                   |
| • Lindano           | 5                                   |
| • Metoxicloro       | 1                                   |
| • Mevinfos          | 4                                   |
| • Metamidofos       | 5                                   |
| <b>Fungicidas</b>   |                                     |
| • Clorotalonil      | 8                                   |
| • Quintozeno        | 3                                   |
| • Pentaclorofenol   | 3                                   |
| <b>Fumigantes</b>   |                                     |
| • Bromuro de Metilo | 3                                   |

|                           |    |
|---------------------------|----|
| • Dicloropropeno          | 4  |
| • Cloropricrina           | 3  |
| • Fosfuro de Aluminio     | 5  |
| • Isotiocianato de Metilo | 2  |
| • Metam Sodio             | 3  |
| <b>Herbicidas</b>         |    |
| • Alaclor                 | 3  |
| • Paraquat                | 28 |

---

Fuente: CICOPRAFEST (1998).

Cabe destacar que los productos Lindano, Pentaclorofenol, Captafol y Metamidofos, se encuentran en proceso de estar prohibidos por la FAO; no obstante en México los productos *Paraquat*, y *Lindano* constituyen los productos con un mayor grado de comercialización, (Ramírez, 1999).

### 2.9.3. Categoría toxicológica

La categoría toxicológica de los plaguicidas se determina en relación con la cantidad de producto que causa efectos de intoxicación aguda a un ser vivo. La dosis letal (DL<sub>50</sub>) corresponde a la cantidad de producto que, aplicado a una masa experimental de seres vivos (ratones), es capaz de causar la muerte del 50% de dicha población. Para los seres humanos la dosis letal se estima en relación con la masa corporal media y se expresa en miligramos de producto por kilogramo de masa corporal media, (CICOPRAFEST, 1998).

La clasificación toxicológica para las exposiciones agudas oral, dérmica e inhalación es la que se expresa en el Cuadro 6.

**Cuadro 6.** Categoría toxicológica de los plaguicidas.

| DL <sub>50</sub> en mg/kg de masa corporal |                             |                    |                                |                    | CL <sub>50</sub> aguda<br>por inhalación<br>mg/L |
|--|-----------------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------|--|
| Categoría                                  | Aguda Oral<br>Estado Físico |                    | Aguda Dérmica<br>Estado Físico |                    | Exposición 1h                                    |
|  | Sólido                      | Líquido            | Sólido                         | Líquido            |  |
|  | más<br>hasta<br>de          | más<br>hasta<br>de | más<br>hasta<br>de             | Más<br>hasta<br>de | más<br>hasta<br>de                               |
| I<br>Extremada<br>mente<br>tóxicos         | - 5.0                       | - 20.0             | - 10.0                         | - 40.0             | - 0.2  |
| II<br>Altamente tóxicos                    | 5.0 50.0                    | 20.0 200.0         | 10.0 100.0                     | 40.0 400.0         | 0.2 2.0  |
| III<br>Moderadamente<br>tóxicos            | 50.0 500.0                  | 200.0 2000.0       | 100.0 1000.0                   | 400.0 4000.0       | 2.0 20.0   |
| IV<br>Ligeramente<br>tóxicos               | 500.0 -                     | 2000.0 -           | 1000.0 -                       | 4000.0 -           | 20.0 -   |

Fuente: CICOPLAFEST (1998).

La clasificación toxicológica de los plaguicidas autorizados en México, contenidos en el listado oficial que publica CICOPLAFEST, atendiendo al tipo de plaguicida y nivel toxicológico se expresa en el cuadro 7. En este cuadro podemos observar que las categorías I y II, correspondientes a los productos extremadamente y altamente tóxicos representan únicamente el 16% del total de sustancias que se comercializan, en tanto que la categoría IV (ligeramente tóxicos). Es necesario aclarar que algunos de los efectos nocivos de los productos plaguicidas no se relacionan directamente con la categoría toxicológica aceptada oficialmente, pues los efectos de exposición prolongada por los daños al sistema nervioso no necesariamente corresponden a procesos de intoxicación aguda. Por esto será necesario considerar que algunos productos clasificados como ligeramente tóxicos pueden representar daños potenciales a la salud y al ambiente, iguales o mayores que los especificados en categoría extremadamente tóxica.

**Cuadro 7.** Categoría toxicológica de los plaguicidas listados en el catálogo CICOPLAFEST.

| Tipo Plaguicida         | Categoría Toxicológica |    |     |     | Total |
|-------------------------|------------------------|----|-----|-----|-------|
|                         | I                      | II | III | IV  |       |
| Insecticida y Acaricida | 13                     | 20 | 41  | 48  | 122   |
| Herbicidas              |                        | 1  | 19  | 62  | 82    |
| Funguicidas             | 1                      | 2  | 25  | 66  | 94    |
| Fumigantes              | 8                      |    |     |     | 8     |
| Rodenticidas            | 8                      | 1  | 1   | 2   | 12    |
| Atrayentes y Feromonas  |                        |    |     | 6   | 6     |
| Molusquicidas           |                        |    | 1   |     | 1     |
| Nematicidas             | 1                      | 1  |     | 1   | 3     |
| Protectores de Semillas | 1                      |    |     |     | 1     |
| T o t a l               | 32                     | 25 | 87  | 185 | 329   |
| Porcentaje %            | 10                     | 8  | 26  | 56  | 100   |

Fuente: Catálogo CICOPLAFEST (1998)

#### 2.9.4. Normas Oficiales Mexicanas

Actualmente, las políticas para el manejo y control de productos plaguicidas se establecen a través de lo que se denomina “Normas Oficiales Mexicanas”, instrumentos que se aplican por las diferentes Secretarías de Estado que constituyen el CICOPLAFEST. Las normas oficiales más importantes se presentan a continuación en el cuadro 8.

**Cuadro 8.** Normas Oficiales Mexicanas, que regulan el uso y manejo de plaguicidas.

| <b>CLAVE DE LA NORMA</b>  | <b>FECHA</b> | <b>DESCRIPCIÓN</b>  |
|---|--------------|---|
| <b>SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA, PESCA Y ALIMENTACIÓN</b> |              |   |
| <b>NOM-021-ZOO-1995</b>   | 23/05/95     | Análisis de residuos de plaguicidas organoclorados y bifenilos policlorados en grasa de bovinos, equinos, porcinos, ovinos y aves por cromatografía de gases.                               |
| <b>NOM-028-ZOO-1995</b>   | 24/01/96     | Determinación de residuos de plaguicidas organofosforados, en hígado y músculo de bovino, equino, porcino, ovino, caprino, cérvido y aves, por cromatografía de gases.                      |
| <b>NOM-032-FITO-1995</b>  | 08/01/97     | Requisitos y especificaciones fitosanitarios para la realización de estudios de efectividad biológica de plaguicidas agrícolas y dictamen técnico.  |
| <b>NOM-033-FITO-1995</b>  | 24/06/96     | Requisitos y especificaciones fitosanitarios para aviso de inicio de funcionamientos que deberán cumplir las personas físicas o morales interesadas en comercializar plaguicidas agrícolas. |
| <b>NOM-036-FITO-1995</b>  | 30/09/96     | Por la que se establecen los criterios para la aprobación de personas morales interesadas en fungir como laboratorios de diagnóstico fitosanitario y análisis de plaguicidas.               |
| <b>NOM-034-FITO-1995</b>  | 24/06/02     | Requisitos y especificaciones para inicio de funcionamiento de personas interesadas en fabricación, formulación, maquila e importación de plaguicidas.                                      |
| <b>NOM-037-FITO-1995</b>  | 23/03/97     | Especificaciones del proceso de producción y procesamiento de productos agrícolas orgánicos.  |
| <b>NOM-050-FITO-1995</b>  | 21/11/96     | Requisitos y especificaciones fitosanitarias para efectuar ensayos de campo para el establecimiento de límites máximos de residuos de plaguicidas en productos agrícolas.                   |
| <b>PROY-NOM-051-FITO-1995</b>                                     | 12/02/96     | Requisitos y especificaciones fitosanitarias para el manejo de plaguicidas agrícolas cuya adquisición y aplicación está sujeta a la recomendación escrita de un profesional fitosanitario.  |

**Continuación Cuadro 8.**

|  |          |   |
|--|----------|---|
| <b>NOM-052-FITO-1995</b>                                 | 10/06/97 | Requisitos y especificaciones fitosanitarias para presentar el aviso de inicio de funcionamiento por las personas físicas o morales que se dediquen a la aplicación aérea de plaguicidas agrícolas. |
| <b>NOM-053-FITO-1995</b>                                 | 04/10/95 | Requisitos y especificaciones fitosanitarias para realizar la difusión de la publicidad de insumos fitosanitarios.  |
| <b>NOM-057-FITO-1995</b>                                 | 30/07/96 | Requisitos y especificaciones fitosanitarias para emitir el dictamen de análisis de residuos de plaguicidas.  |
| <b>SECRETARIA DE SALUD</b>                               |          |   |
| <b>NOM-044-SSA1-1993</b>                                 | 23/08/95 | Envases y embalaje. Requisitos para contener plaguicidas.   |
| <b>NOM-045-SSA1-1993</b>                                 | 20/10/95 | Plaguicidas. Productos para uso agrícola, forestal, pecuario, de jardinería, urbano e industrial. Etiquetado.   |
| <b>NOM-046-SSA1-1993</b>                                 | 13/10/95 | Plaguicidas-Productos para uso doméstico-Etiquetado.  |
| <b>NOM-047-SSA1-1993</b>                                 | 08/08/96 | Establece los límites máximos permisibles de solventes orgánicos en el personal ocasionalmente expuesto.  |
| <b>NOM-050-SSA1-1993</b>                                 | 10/01/96 | Dispone los requisitos para la regulación y control sanitario de almacenamiento, distribución, venta y aplicación de plaguicidas extremada y altamente peligrosos.                                  |
| <b>NOM-056-SSA1-1993</b>                                 | 18/01/96 | Requisitos sanitarios del equipo de protección personal.  |
| <b>NOM-127-SSA1-1994</b>                                 | 30/11/95 | Salud ambiental, para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.  |
| <b>SECRETARIA DEL TRABAJO Y PREVISIÓN SOCIAL</b>         |          |   |
| <b>NOM-003-STPS-1999</b>                                 | 28/12/99 | Actividades agrícolas. Uso de insumos fitosanitarios o plaguicidas e insumos de nutrición vegetal o fertilizantes. Condiciones de seguridad e higiene.  |
| <b>SECRETARIA DE RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE</b> |          |   |
| <b>NOM-001-ECOL-1996</b>                                 | 06/01/97 | Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en agua y bienes nacionales.  |
| <b>NOM-002-ECOL-1996</b>                                 | 03/06/98 | Límites permisibles de contaminantes con las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.   |

### Continuación Cuadro 8.

|  |          |   |
|--|----------|---|
| NOM-003-ECOL-1996  | 03/02/97 | Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos.  |
| <b>SECRETARIA DE RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE</b> |          |   |
| NOM-052-ECOL-1996  | 22/10/93 | Características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.             |
| NOM-053-ECOL-1996  | 22/10/93 | El procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente. |
| NOM-054-ECOL-1996  | 22/10/93 | El procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más de los residuos considerados como peligroso por la NOM-052-ECOL-93                       |
| NOM-055-ECOL-1996  | 22/10/93 | Requisitos que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de residuos peligrosos, excepto de los radioactivos.                            |
| <b>SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES</b>        |          |   |
| NOM-010-SCT2-1994  | 09/25/95 | Disposiciones de compatibilidad y segregación, para el almacenamiento y transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.                           |

Fuente: Elaborado con información del Diario Oficial de la Federación. Diversas fechas.

Otro instrumento de regulación lo constituye la Ley de Sanidad Vegetal, que se aplica a través de la SAGARPA. La Secretaría de Comunicaciones y Transportes, ha emitido el Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos, que también aplica a través de Normas Oficiales, relativas a diversos aspectos relacionados con el traslado.

### 2.10. Mercado mundial de plaguicidas y generación de envases

La producción de plaguicidas representa un sector muy dinámico de la industria química (ver cuadros 9 y 10). En 1995 se estimó una producción mundial aproximada a los 2.5 millones de toneladas métricas, con un valor de ventas aproximado a los 38 mil millones de dólares. Se estima que el 85% de los plaguicidas se utilizan en la producción agrícola y pecuaria; el resto tendrá aplicación en la industria y al sector urbano. Los principales

consumidores de plaguicidas están representados por los países desarrollados, en los que destacan Estados Unidos de Norteamérica, Europa Occidental y Japón (Pimentel, 1995).

El mercado de plaguicidas a nivel mundial seguía (hasta 1994), una tendencia creciente; el crecimiento de superficies agrícolas y la adopción de tecnologías para obtener alta productividad en la agricultura, convirtieron a grandes regiones de América Latina, Asia y Medio Oriente, en fuertes consumidores de plaguicidas (Pesticide Action Network, 1994). Se estima que en los últimos cinco años el mercado de plaguicidas ha llegado a una fase de estancamiento; la búsqueda de alternativas para la producción orgánica, así como la creciente preocupación por la preservación del medio ambiente y la salud, han propiciado el desarrollo de tecnologías alternativas para el control de plagas y enfermedades en la agricultura, tales como el uso de productos vegetales, el control biológico y las prácticas de producción orgánica, (Agrow, 1993).

**Cuadro 9.** Consumo mundial de plaguicidas (miles de toneladas métricas)

| <b>Región</b>                  | <b>Ton/métrica</b> | <b>Porcentaje</b> |
|--------------------------------|--------------------|-------------------|
| Europa                         | 800                | 32                |
| Estados Unidos de Norteamérica | 500                | 20                |
| Canadá                         | 100                | 4                 |
| Asia                           | 300                | 12                |
| América Latina                 | 200                | 8                 |
| Africa                         | 100                | 4                 |
| Otros países industriales      | 500                | 20                |
| Total                          | 2500               | 100               |

**Fuente:** Pimentel (1995).

El consumo de productos plaguicidas a nivel mundial se distribuye, según el tipo de cultivos, de la siguiente manera: frutas y verduras (26%), cereales (15%), maíz (12%), arroz (10%), soya (9.4%), algodón (8.6%), caña de azúcar y betabel (2.8%), oleaginosas (1.6%) y otros productos (14.6%) (Agrow, 1993).

Los herbicidas constituyen los productos que se comercializan en mayor volumen, dado que el uso de éstos reduce considerablemente el costo de labores de cultivo; sin embargo, por ser productos clasificados como ligeramente tóxicos recibieron poca atención en estudios relativos a impacto ambiental y sanitario. Recientemente se han

incrementado los estudios relativos a los efectos de éstos sobre las corrientes de agua y sobre la salud, ya que algunos productos, aunque presentan bajo nivel de toxicidad a las formas de vida de sangre caliente, pueden ser de alto impacto para los sistemas acuáticos y la fauna y flora terrestre. En el Cuadro 10 se indican los porcentajes de participación por tipo de plaguicida en el mercado mundial.

**Cuadro 10.** Mercado mundial de plaguicidas por tipo de producto (1997)

| <b>Categoría</b> | <b>Porcentaje</b> |
|------------------|-------------------|
| Herbicidas       | 47                |
| Insecticidas     | 28                |
| Fungicidas       | 19                |
| Otros biológicos | 4                 |
| Otros            | 2                 |

**Fuente:** Ríos (1999).

La distribución de plaguicidas a nivel mundial se realiza con estrategias diferenciadas atendiendo, entre otros factores, a la legislación de los diferentes países, la estructura de las unidades de producción agropecuaria, los niveles de tecnología en el manejo de cultivos y agroinsumos y, especialmente, a las políticas de desarrollo ambiental vigentes. En términos generales se puede afirmar que los países con mayor nivel de desarrollo cuentan con programas de manejo integral de residuos y productos peligrosos, por lo que el manejo de envases de plaguicidas normalmente no representa una problemática prioritaria. Se estima que el grupo de países (desarrollados, que son los de mayor consumo de plaguicidas, generan un kilogramo de envases por cada 50 kg de producto consumido, en tanto que en los países en desarrollo se genera 1 kg de envases por cada 20 kg de plaguicidas consumidos lo que significa que anualmente se generan 100 millones de toneladas de envases derivadas del consumo mundial de estos productos, (Epp, 2000).

### **2.11. Consumo de plaguicidas en México y generación de envases**

Se estima que el mercado nacional de plaguicidas consume alrededor de 500 millones de dólares, de los cuales en maíz representa el 18%, en las hortalizas se consumen el 16%,

aunque debe aclararse que, en 1994, la superficie de maíz fue de 9.1 millones de hectáreas, en tanto que las hortalizas, en el mismo período, representaron una superficie de 537, 818 ha (INEGI, 1997), por lo que se espera que el consumo de plaguicidas por hectárea sea aproximadamente 17 veces mayor en hortalizas que en granos.

El mercado mexicano de plaguicidas se abastece por las industrias agrupadas en dos organizaciones: la Asociación Mexicana de la Industria Fitosanitaria, A.C. (AMIFAC), que agrupa a los principales laboratorios de plaguicidas, y la Unión Mexicana de Fabricantes y Formuladores de Agroquímicos, S.C. (UMFFASC); según datos de la Unión de Fabricantes, en 1998 el mercado mexicano de plaguicidas presentó ventas por 493 millones de dólares, de los cuales solamente 118.3 pertenecieron a la Unión, en tanto que el resto, (374.7 mdd equivalentes al 76 % del valor de las ventas), correspondieron a la AMIFAC.

**Cuadro 11.** Ventas de plaguicidas en México (1998)

| <b>Sector</b> | <b>Porcentaje</b> |
|---------------|-------------------|
| Herbicidas    | 64                |
| Insecticidas  | 23                |
| Fungicidas    | 8                 |
| Otros         | 5                 |

**Fuente:** Ramírez, 1999

Los principales productos agrotóxicos comercializados en México son Gramoxone, Faena, Daconil y Manzate, (Ramírez, 1999). De éstos, el primero corresponde al elemento activo paraquat, mismo que se encuentra entre los productos de uso restringido; sin embargo, se usa sin atender a las indicaciones propias de este grupo de productos.

Se estima que la producción de plaguicidas en México es aproximada a las 60,000 ton. que se envasan en 28.6 millones de contenedores; el 89% de los plaguicidas líquidos se envasan en contenedores con capacidad de 1 litro o menos, en tanto que el 10.9 % se envasan en contenedores con capacidad de 4 a 20 litros, equivalente a 1'930, 000 unidades (Velásquez, 1998). Estos envases y contenedores tienen capacidad de reuso, por lo que es importante implementar un procedimiento de manejo, a fin de reducir sus

efectos nocivos a la salud de los usuarios, de la familia de éstos, así como al medio ambiente; además, al quedar abandonados, estos envases y contenedores pueden ser arrastrados a cuerpos y corrientes de agua. En el Cuadro 12 se presenta los porcentajes por tipo de material con que se construyeron.

**Cuadro 12.** Tipo de material de envases de plaguicidas en México

| <b>Material</b>                    | <b>Porcentaje</b> |
|------------------------------------|-------------------|
| <b><u>Plaguicidas Líquidos</u></b> |                   |
| Plástico                           | 70                |
| Metal                              | 25                |
| Vidrio                             | 5                 |
| <b><u>Plaguicidas Sólidos</u></b>  |                   |
| Plástico                           | 62                |
| Cartón                             | 16                |
| Aluminizado                        | 11                |
| Papel                              | 7                 |
| Soluble                            | 4                 |

**Fuente:** Velásquez, 1998.

En el diseño de los recipientes de plaguicidas, los fabricantes de envases aplican criterios que faciliten la maniobrabilidad y la formación de estibas de éstos, tales como el diseño del mango, los vertedores en tapa o laterales, que son detalles técnicos que obstaculizan la limpieza y escurrimiento en el recipiente.

La cantidad de residuos de plaguicidas líquidos que queda en los contenedores, depende de condiciones tales como la viscosidad del producto, tamaño, forma y material del envase, el manejo en campo del equipo de aplicación y la eficiencia del personal técnico operario.

Si se considera que los productos líquidos se envasan en 17.5 millones de unidades, los residuos que quedan adheridos a las paredes o contenidos en las irregularidades del envase permiten estimar que de estos envases, en caso de que no se aplique lavado de los mismos, el producto residual total será de 19, 312 litros de productos líquidos, pudiendo ser una cantidad similar a la de los productos sólidos. En el Cuadro 13 se hace una síntesis de una estimación elaborada de forma directa en los centros de acopio.

**Cuadro 13.** Cantidad de residuos de plaguicidas en envases sin triple lavado

| <b>Capacidad<br/>(L)</b> | <b>Número</b> | <b>Residuo<br/>(ml)</b>   | <b>Total<br/>(L)</b> |
|--------------------------|---------------|---------------------------|----------------------|
| 1 o menos                | 15 603 000    | 0.32                      | 4 992.960            |
| 4-20                     | 1 930 000     | 5.01 (0.7) + 17.65 (0.25) | 14 319.635           |
| Total                    |               |                           | 19 312.595           |

**FUENTE:** Investigación directa.

## **2.12. Experiencias de manejo de envases de plaguicidas**

Las iniciativas para la reducción en los volúmenes de productos plaguicidas usados en la agricultura y para el manejo de sus residuos, se han asociado a un conjunto de estrategias, como son el manejo integrado de plagas y enfermedades de los cultivos, la promoción a las alternativas de agricultura ecológica y orgánica, la capacitación de usuarios para el manejo de sustancias químicas peligrosas, la promoción a la legislación específica que regule los productos tóxicos y las formas de manejo de éstos, y la promoción a la aplicación efectiva de la Ley, a través de organismos de vigilancia, tanto gubernamentales como no gubernamentales y organizaciones internacionales. La problemática es tan variada y de tal magnitud, que el gobierno ha sido incapaz de dar respuestas adecuadas, por lo que se ha integrado la acción de los organismos civiles locales para que se aboquen a la búsqueda de estrategias y soluciones. Destacan los problemas relativos a la contaminación de cuerpos de agua, pues muchos de estos se utilizan para abastecimiento de agua potable en tanto que otros, especialmente los que reciben descargas de terrenos agrícolas se utilizan como pesquerías, para el abastecimiento alimenticio con especies marinas. (Martinez, 2000).

### **2.12.1. Manejo de envases en Estados Unidos de Norteamérica**

La eliminación de los envases vacíos de los plaguicidas ha sido una preocupación permanente, tanto de las autoridades ambientales como de las organizaciones comunitarias, preocupadas por el cuidado de los recursos naturales. En Estados Unidos

de Norteamérica la Agencia de Protección Ambiental (EPA, siglas en inglés), ha desarrollado algunas estrategias para la eliminación de los envases vacíos de plaguicidas.

En primera instancia los envases que se eliminan se deben encontrar libres de producto, para lo cual se realizan pruebas de residuos. También se analizan los residuos en el agua que se usó para lavar. Los resultados obtenidos permiten inferir que el lavado remueve el 99.9 % de los remanentes del producto, por lo que el envase sometido a este tratamiento se considera un residuo de bajo riesgo de contaminación ambiental, (Martínez, 2000).

**Cuadro 14.** Contenido de producto detectado en aguas del tercer lavado

| <b>Contenido<br/>(ppm)</b> | <b>Cantidad de muestras</b> | <b>Porcentaje</b> |
|----------------------------|-----------------------------|-------------------|
| < de 0,5                   | 29                          | 32                |
| De 0,5 a 3,0               | 44                          | 49                |
| De 3,1 a 5,0               | 11                          | 12                |
| > 5,1                      | 6                           | 7                 |
| <b>TOTAL</b>               | <b>90</b>                   | <b>100</b>        |

Fuente: Martínez, 2000

Como se observa en la información anterior, el contenido remanente dentro de los envases y en el agua es menor a 3 ppm (71 % en envases y 81 % en agua), con lo cual prácticamente se pueden considerar libres de plaguicidas. La limpieza de los envases de plaguicidas mediante el lavado permite la remoción de residuos de producto tóxico, por lo que dichos contenedores se podrán destinar a diferentes procesos, según las características de éstos y el tamaño de la empresa que los genera.

**Cuadro 15.** Contenido de producto remanente en el envase después del tercer lavado.

| <b>Contenido<br/>(ppm)</b> | <b>Cantidad de muestras</b> | <b>Porcentaje</b> |
|----------------------------|-----------------------------|-------------------|
| < de 3                     | 29                          | 71                |
| De 4 a 9                   | 7                           | 17                |
| De 10 a 15                 | 4                           | 10                |
| De 16 a 30                 | 1                           | 2                 |
| <b>TOTAL</b>               | <b>41</b>                   | <b>100</b>        |

Fuente: Martínez, 2000

En algunos estados de Estados Unidos de Norteamérica se permite que los agricultores realicen la eliminación de los envases atendiendo las instrucciones del Departamento de Agricultura (USDA siglas en inglés), y las directrices de la EPA en materia ambiental. Las formas de eliminación y manejo de envases vacíos se pueden resumir como sigue:

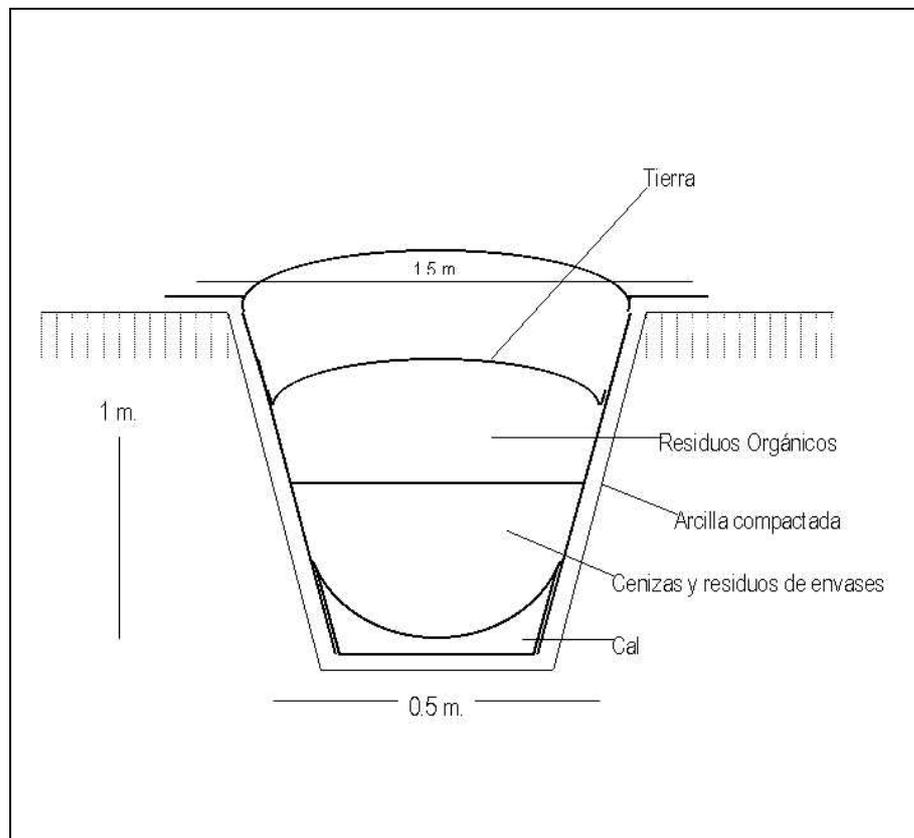
**Envases de vidrio.** Después de realizar la limpieza correspondiente se entregarán al centro de acopio más cercano, para someterlo al proceso de destrucción. Si la empresa es muy pequeña se permite romper el envase y enterrarlo en pozos diseñados especialmente para este efecto (Figura 2).

**Envases de cartón.** Se debe verificar que el cartón esté limpio y posteriormente trasladarlo al centro de acopio para su destino final. En empresas pequeñas también se permite la incineración de este producto, evitando que el humo afecte cultivos y viviendas.

**Envases metálicos.** Este tipo de envases también son sujetos a limpieza y posteriormente se compactan para remitirlos al centro de acopio, o se entregan directamente a empresas fundidoras que reciban chatarra para reciclaje.

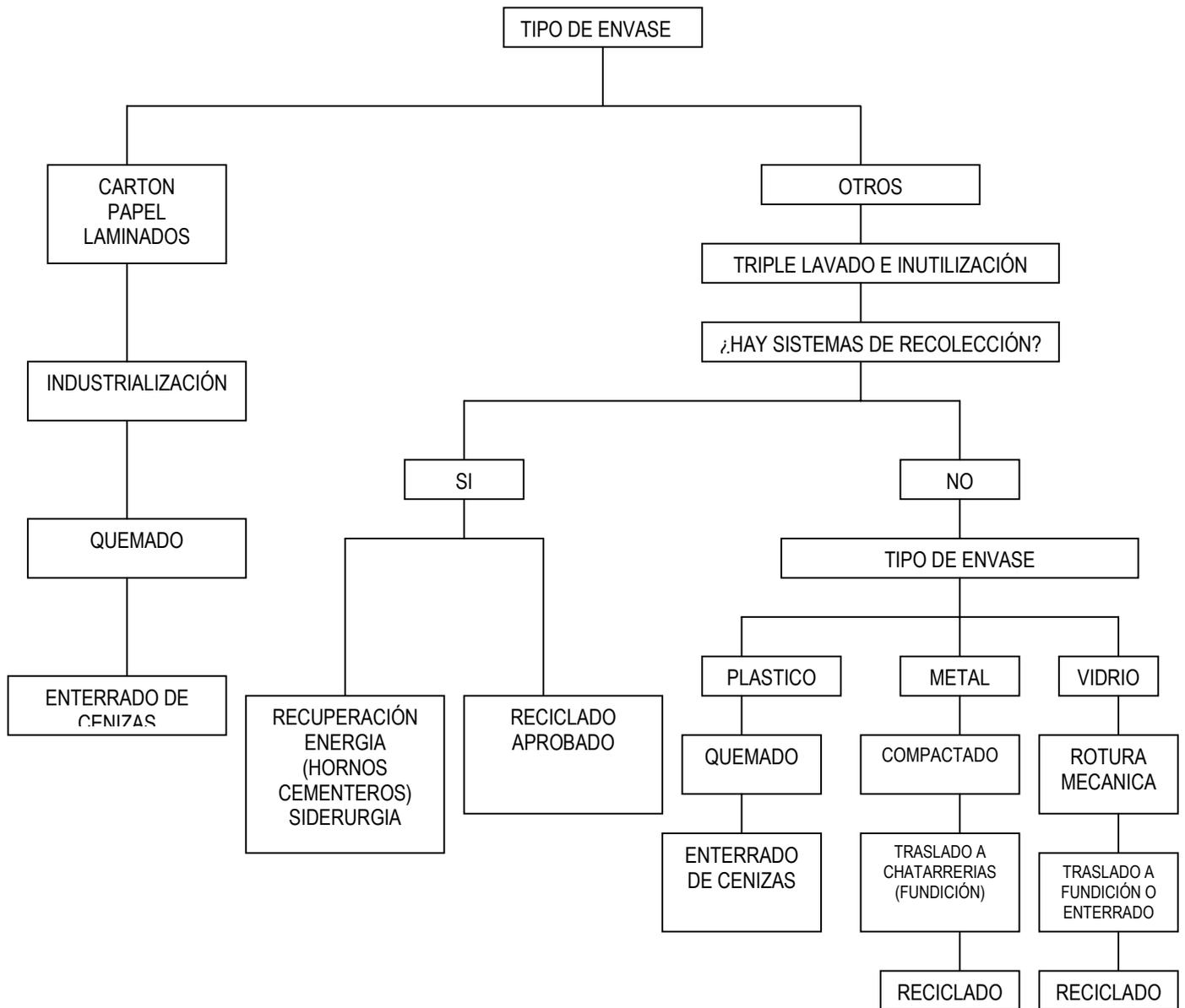
**Envases plásticos.** El material plástico constituye la principal materia prima para la fabricación de contenedores de plaguicidas. Se recomienda que este tipo de envases,

después de ser sometidos a limpieza se inutilice mediante cortes o agujeros, para evitar su posible uso en otro tipo de actividad; posteriormente se remitirán a centros de acopio. Las empresas pequeñas o muy alejadas de los centros de recepción tienen permitido hacer la incineración de estos envases y, posteriormente depositarlos en un pozo de cenizas y residuos de envases de plaguicidas (Figura 2).



**Figura. 2.** Sugerencias para la construcción de un pozo para enterrar cenizas o residuos de envases, en Estados Unidos. (Martínez, 2000)

En Estados Unidos de Norteamérica el procedimiento para la eliminación de envases autorizados, es el que se puede representar mediante el diagrama que se presenta en la figura 3.



**Figura. 3.** Diagrama propuesto para la eliminación de envases vacíos de plaguicidas, en Estados Unidos de Norteamérica (Martínez, 2000).

**Productos de plásticos de reciclaje.** En Estados Unidos de Norteamérica se producen anualmente 10, 000 toneladas de envases plásticos para plaguicidas, de las cuales 3, 000 se destinan a procesos de reciclado, 4, 000 se destinan como residuos domésticos a rellenos sanitarios y 3, 000 se incineran directamente en campo (Epp, 2000). Los materiales que se destinan a reciclado deben cumplir ciertas condiciones, como las siguientes: envases de plástico de productos plaguicidas de uso agrícola y otros tipos de envases no retornables, de polietileno de alta densidad (HDPE, siglas en Inglés), que provengan de usuarios agrícolas, ya sean agricultores o aplicadores profesionales, serán los únicos envases aceptados por el Agricultural Container Research Council (ACRC). Estos envases deberán estar vacíos y enjuagados por los usuarios, de acuerdo con los procedimientos estipulados por el ACRC, antes de ser aceptados para su reciclaje. Envases de más de 35 galones, ó menos de 56 galones serán reciclados a la discreción del reciclador contratista, (Martínez, 2000).

Los productos finales, de reciclaje de envases no deben destinarse a uso doméstico, de estar contacto con alimentos, con animales o en cualquier otra forma que derive en contaminación directa al medio o riesgo sanitario. Hasta mayo del 2000 los productos aprobados son los siguientes:

- Envases plásticos para plaguicidas
- Recuperadores de energía
- Tarimas\*
- Andamios para construcción\*
- Entablados para camiones comerciales/asperjadores de estiércol\*
- Tuberías de desagüe en los campos\*
- Topes de tráfico\*

---

\* *Uso condicional.* Esto indica que se ha colectado información sugerente a que estos productos son aceptables. La manufactura de estos productos es actualmente restringida a lugares que han sido inspeccionados y aprobados por el Comité Técnico del Consejo para la Investigación de Envases de uso Agrícola (ACRC siglas en inglés), (Martínez, 2000).

- Topes usados en estacionamiento\*
- Tambos para material peligroso\*
- Plataformas\*
- Soportes para pisos de carrocerías de camiones de carga\*
- Soporte para pisos/soporte para terrazas, gradas y banquetas\*
- Pilones marinos\*
- Substitutos de madera encapsulados\*

### **2.12.2. Comunidad Europea**

Los países miembros de la Comunidad Europea (CE) han adoptado el Programa Comunitario de Acción en Materia de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Mediante este programa se establece la directiva *94/62/CE* relativa a los envases y residuos, misma que tiene por objeto homólogar las normas y criterios sobre gestión ambiental en los países miembros de la Comunidad Europea. En atención a dicha directiva el 24 de abril de 2001 se emitió la ley 11/97, sobre el manejo de envases y residuos de envases. Esta ley tiene por objeto prevenir y reducir el volumen de envases vacíos, incluyendo todo tipo de productos industriales. Incluye todo tipo de envases colocados en el Mercado Común Europeo y jerarquiza las diferentes opciones en el manejo, destacando el fomento al reuso, reciclado y revaloración que permitan reducir los costos de transformación y/o destrucción. (Falconer, K.E. 1998).

Como parte de la estrategia se establecen objetivos intermedios, para que los estados miembros de la CE se integren a este programa, promoviendo la participación abierta de todos los sectores sociales y económicos involucrados en la fabricación, comercialización y uso de envases a fin de hacer efectivos los procesos de devolución, acopio, recuperación de residuos e industrialización de envases.

Para dar cumplimiento a la ley 11/97 de la CE se establecen los procedimientos siguientes: en primer lugar, se hace obligatorio para los diferentes agentes que participan en la comercialización de un producto (envasadores, importadores, mayoristas y

minoristas), debiendo cobrar a sus clientes una cuota que ampara el valor del envase, y devolver idéntica cantidad a los centros de acopio, en segundo lugar los citados agentes podrán eximirse de esta responsabilidad cuando participen en un sistema integrado de gestión de residuos y de envases usados, que garantice la recolección periódica, el cumplimiento con las metas de revaloración y reciclado; por último, estos sistemas se formalizan mediante acuerdos voluntarios de los agentes participantes, obteniendo las autorizaciones de los órganos designados por las comunidades autónomas, (Center, T.J. y Gunter, L.F. 1999).

#### ***a) Objetivos de reducción, reciclado y valorización en la CE***

El programa de manejo de envases referido en la ley 11/97 establece que antes del 30 de junio del año 2001 deberán cumplirse, en el ámbito de todos los territorios de los Estados miembros de la CE, los siguientes objetivos de reducción, reciclado y valorización:

- Se valorizará el 50 % como mínimo, y el 65 % como máximo, en peso, de la totalidad de los residuos de envases generados.
- En el marco del anterior objetivo global, se reciclará el 25 % como mínimo, y el 45 % cuarenta y cinco por ciento como máximo, en peso, de la totalidad los materiales de envases.

Como objetivo intermedio al señalado en el párrafo anterior, antes de que transcurran treinta y seis meses desde la entrada en vigor de esta Ley, se reciclará un mínimo del 15% en peso de la totalidad de los materiales de envasado generados, con un mínimo de un 10 % en peso por cada tipo de material envasado. Se reducirá, al menos el 10 % en peso de la totalidad de los residuos de envase generados.

***b) Objetivos de reducción de contaminantes contenidos en envases***

- La suma de los niveles de concentración de plomo, cadmio, mercurio y cromo hexavalente presentes en los envases o sus componentes no será superior a:
  - 600 ppm en peso antes del día 1 de julio de 1998
  - 250 ppm en peso antes del día 1 de julio de 1999
  - 100 ppm en peso antes del día 1 de julio del año 2001.

Los niveles de concentración contemplados en el apartado anterior no se aplicarán a los envases totalmente fabricados de vidrio transparente con óxido de plomo.

Se presumirá que los envases se ajustan a los anteriores requisitos cuando cumplan las normas comunitarias que, en su caso, hayan sido dictadas por la Unión Europea, o en las normas nacionales dictadas al efecto.

Los residuos de envases y envases usados devueltos o recogidos deberán ser almacenados, dispuestos y manipulados de manera que quede garantizada la protección del medio ambiente, la salud e higiene pública y la seguridad de los consumidores.

***c) Sistemas de identificación***

- Marcado de envase por tipo de producto. Sin perjuicio de las normas sobre etiquetado y marcado establecidas en otras disposiciones específicas, los envases deberán ir marcados de acuerdo con lo que, en su caso, se establezca en la normativa comunitaria.
- En cualquier caso, los envases deberán ostentar el marcado correspondiente, bien sobre el propio envase o bien en la etiqueta. Dicho marcado deberá ser claramente visible y fácilmente legible y deberá tener una persistencia y una durabilidad adecuada, incluso una vez abierto el envase.
- Eliminar la leyenda no retornable. A partir de un año desde la fecha de entrada en vigor de la presente norma queda prohibida la comercialización de envases etiquetados o marcados con la leyenda de «no retornable» u otra de contenido similar.

### **2.12.3. Experiencia de manejo de envases en América Latina**

CropLife Latin America (2002), Organización que representa a los distribuidores y fabricantes de plaguicidas en América Latina, señala que desde 1995 se han desarrollado esfuerzos en diversos países de América Latina para establecer prácticas de manejo de estos productos que garanticen la reducción de riesgos sanitarios y ambientales. Los programas educativos se han enfocado, especialmente, a la capacitación para buenas prácticas de manejo, a fin de que se use la cantidad de producto óptimo y se observen las normas de seguridad para evitar daños a la salud de los usuarios por el contacto con los productos tóxicos.

Recientemente se integraron programas de manejo de envases vacíos de plaguicidas en Guatemala, Brasil y México. En estos países dichos programas tuvieron como característica común los esfuerzos compartidos entre los sectores de la industria, las casas distribuidoras, los productores agrícolas y los gobiernos, a fin de buscar las mejores estrategias para la disposición segura de los envases de desecho. Brasil ha destacado por sus iniciativas al aprobar en el año 2002 una ley específica que regula la recolección, limpieza y eliminación de los envases vacíos. Este país también se ha propuesto crear una red nacional de 120 centros de acopio distribuidos en las principales zonas agrícolas, a fin de garantizar el control y destino de los envases vacíos.

La emisión de una norma específica que regule los procesos de destrucción mediante la incineración en la industria cementera y mediante el reciclaje para fabricar productos de uso alterno en la agricultura e industria es la otra iniciativa en proceso de discusión en el país Carioca.

Los demás países de América Latina han realizado esfuerzos en materia de capacitación y algunas iniciativas para la disposición de envases, sin concretar programas específicos que garanticen el seguimiento de estos materiales. La mayor parte de ellos realizan incineración a campo abierto y, en algunos, se concentran en los centros de recepción municipal de residuos domésticos (basureros o rellenos sanitarios municipales).

#### **2.12.4. La experiencia mexicana para el manejo de envases vacíos de plaguicidas**

La problemática que representa el manejo de envases vacíos de plaguicidas, en México, implica el diseño de métodos que comprometen la participación social de la industria, las cadenas de distribución y comercialización de productos plaguicidas, de los agricultores y usuarios y del sector gubernamental, a través de las autoridades del medio ambiente y salud.

Debido a que en México no existe todavía una legislación específica ni una norma técnica que indique la disposición de estos residuos del proceso agrícola, es necesario generar procesos que permitan evaluar la magnitud del problema de los envases en las diferentes regiones del país, para así poder estructurar alternativas que contribuyan a un manejo adecuado de envases y residuos, reduciendo los posibles efectos tanto al medio ambiente como a la salud humana.

La estructura de tenencia de la tierra en México genera gran cantidad de microproductores que, al carecer de organización, presentan baja capacidad para resolver problemáticas comunes, tal es el caso del manejo de los envases de plaguicidas, residuos y otros productos contaminados que se derivan del proceso agrícola, como los plásticos y envases de fertilizantes. Además esta población generalmente presenta bajo nivel educativo, por lo que normalmente no atiende las indicaciones de manejo que deben estar impresas en los contenedores de plaguicidas.

El marco jurídico que regula los procesos ambientales en México, representado específicamente por la Ley General de Equilibrio Ecológico y de Protección al Ambiente (LGEEPA), no contiene explícitamente los procedimientos y responsabilidades de manejo de este tipo de productos. Asimismo, establece en su artículo 151 la responsabilidad del manejo de residuos y riesgos en el consumidor final de productos peligrosos (plaguicidas), por lo que tácitamente deja libre de responsabilidad a las industrias y comercializadoras de estos productos. Técnicamente esta ley convierte en responsable al sector social con menor capacidad de responder a

una problemática ambiental, debido a que el agricultor, y especialmente el productor minifundista, representan el sector social con menor nivel educativo, menor capacidad de organización y menores posibilidades de manejo técnico.

Los programas sobre el manejo de envases en México deben promover los cambios en el marco jurídico, previendo la corresponsabilidad de los diferentes sectores que participan en la fabricación, distribución y consumo de los productos plaguicidas. Además, deberán desarrollarse estrategias de capacitación con los productores agrícolas, para que realicen el manejo técnico que garantice menores riesgos.

El manejo de productos y residuos peligrosos para el ambiente y la salud deberá realizarse en atención a políticas ambientales que integren tanto los factores de riesgo como las mejores opciones económicas, sociales y técnicas para la disposición de residuos, buscando el menor costo. Por esta razón, deberán considerarse las alternativas que garanticen en primer lugar la reducción de los residuos, en segundo lugar el reuso de los productos residuales y en tercer lugar los procesos de reintegración económica de los mismos. Para el caso de los envases de plaguicidas, el reciclado o la incineración de éstos como fuente de combustible alternativo en la industria, pudieran ser las mejores opciones.

En términos generales, el destino de los residuos y materiales contaminados por plaguicidas, pueden ser los siguientes: a) Incineración, b) Reciclaje y, c) Confinamiento controlado.

#### **a) Incineración**

La incineración a cielo abierto puede provocar inconvenientes aún mayores que la sola acumulación. Algunos productos como el 2, 4, 5, T y el DDT, expuestos al calor, desprenden dioxinas cuyo poder tóxico es ampliamente superior al del producto natural FAO (1996).

La incineración reduce hasta el 90 % el volumen de los residuos antes de ser finalmente eliminado. y aminora el potencial de materiales tóxicos en los residuos porque los

compuestos orgánicos son destruidos y su regeneración es inhibida o bien prevenida. Las cenizas resultantes, después de un tratamiento subsecuente, son confiables para su uso posterior, (Landa y Valenzuela, 1995).

En México el tratamiento de los residuos de plaguicidas está regulado por las Normas Oficiales Mexicanas NOM-052-ECOL-1996 y NOM-053-ECOL-1996, relativas al manejo y disposición final de materiales y residuos peligrosos; sin embargo, en estas normas no se especifica el tratamiento térmico para disposición final de residuos de plaguicidas.

Las empresas que por su naturaleza de rama productiva cuentan con infraestructura de incineración, tales como las cementeras, fundidoras y fábricas de cal, generalmente no cuentan con autorización en materia ambiental para incinerar este tipo de residuos, por lo que se dificulta la disposición mediante incineración, aún cuando dichos materiales pueden usarse como combustible alternativo, lo que reduciría considerablemente el consumo de hidrocarburos como el diesel, combustóleo y gas (Díaz, 2000).

La Dirección General de Materiales y Residuos Peligrosos de la SEMARNAT reportó en el año 2000, una capacidad instalada a nivel nacional de 55 empresas autorizadas para realizar el tratamiento técnico de residuos peligrosos; 10 de estas empresas realizaban procesos de incineración de productos como residuos plásticos de origen industrial, lodos de tratamiento de aguas, materiales contaminados con hidrocarburos, solventes y pinturas; 19 empresas realizan el tratamiento de residuos biológicos infecciosos derivados de la infraestructura hospitalaria nacional; 26 empresas realizan tratamientos térmicos de residuos y materiales que aún cuando se no consideran peligrosos en la legislación ambiental contienen suficiente poder calorífico para utilizarles en calidad de combustible alternativo, quedan comprendidos en este rubro residuos plásticos industriales de la industria automotriz y de línea blanca doméstica, aceites y grasas gastadas, solventes, pinturas y materiales contaminados con hidrocarburos de uso combustible como diesel, combustóleo y aceites de uso industrial. Hasta el año 2000 ninguna de estas

empresas contaba con autorización para incinerar productos contaminados con plaguicidas.

La incineración de materiales que contengan residuos de plaguicidas es un proceso potencialmente generador de dioxinas y furanos, productos que se generan en la combustión de halógenos tales como los plaguicidas organoclorados. Sin embargo, es conveniente aclarar que México no cuenta con una Norma Oficial Mexicana que regule la emisión de estos productos, lo que dificulta las decisiones sobre el destino final de residuos y obliga a buscar alternativas compartidas entre los diferentes sectores involucrados en esta problemática (industria de plaguicidas, agricultores usuarios y las autoridades ambientales y sanitarias).

Es necesario aclarar que la alternativa de incineración de residuos peligrosos como método de destrucción, ha generado una polémica a nivel internacional, debido a que el proceso contribuye a la emisión de óxidos de nitrógeno, azufre y carbono, gases que contribuyen al calentamiento global y a la destrucción de la capa de ozono. No obstante ante el incremento de los volúmenes de este tipo de residuos, algunos países de Norteamérica y Europa han optado por esta opción; a la par que desarrollan las investigaciones de los efectos ambientales del proceso y emiten normas relativas a los equipamientos técnicos de incineradores y la reducción de niveles de emisión de contaminantes.

## **b) Reciclaje**

El reciclaje de materiales plásticos es un proceso ampliamente desarrollado por la industria, especialmente el que se refiere a los plásticos derivados del uso doméstico, tales como contenedores de alimentos (refrescos, agua, leche, embutidos), utensilios domésticos, juguetería y otros. Sin embargo, aquellos productos plásticos que contuvieron productos peligrosos, o que están contaminados con residuos tóxicos, no se reciben en la industria del reciclaje, debido a que dichos productos pueden contener residuos peligrosos que afecten la salud de los usuarios o el ambiente en que se utilicen.

El inventario de empresas recicladoras de plásticos que realiza la SEMARNAT a través de la Dirección General de Materiales y Residuos Peligrosos, indica que en el año 2000 se ubicaron 109 empresas recicladoras de productos plásticos, asentadas en los principales centros urbanos e industriales del país; 39 en la Ciudad de México y zona conurbada; 23 en la Ciudad de Guadalajara; 37 en la Ciudad de Monterrey y 9 en la Ciudad de Torreón. De éste total de empresas (109) solamente 5 contaron con la gestión de cumplimiento ambiental ante la SEMARNAT. Ninguna cuenta con autorización para manejo de plásticos contaminados con productos tóxicos.

El reciclaje de materiales contaminados presenta, además del problema de la escasa infraestructura, la carencia de normas técnicas que diferencien los productos reciclados de los no reciclados, y que garanticen que las líneas de productos reciclados se destinen a un uso compatible, en atención a los riesgos de contaminación que representen (Díaz, 2000).

El reciclaje de contenedores de plaguicidas deberá realizarse en acuerdo con las autoridades ambientales y sanitarias, y con empresas que presenten disposición para que se valide ambientalmente el proceso de manejo de productos contaminados y la cantidad de residuos que pueden presentarse en los productos finales. Este reciclaje debe realizarse en empresas cuyo giro de producción sea diferente al de utensilios domésticos. Los productos derivados del reciclaje de envases de plaguicidas serán aquellos de aplicación a la producción agrícola, tales como mangueras, contenedores de fertilizantes y plaguicidas, tarimas industriales, señalamientos en vías de comunicación y otros.

### **c) Confinamiento controlado**

El sistema de confinamiento de productos peligrosos, es el que cuenta con mejor desarrollo de normatividad y de infraestructura. La SEMARNAT ha emitido las NOM 055, 056, 057 y 058 ECOL-1993 relativas a la construcción y operación de confinamientos de residuos peligrosos; no obstante el confinamiento representa altos costos de procesos y se considera la opción menos congruente para el manejo de envases de plaguicidas, debido a que no garantiza la destrucción de ellos, ni tampoco genera

alternativas de reuso de materiales, sino que únicamente ofrece el depósito temporal de éstos (Cruz y Cárdenas, 2000).

La infraestructura de confinamiento para residuos de productos plaguicidas en México está representada por la empresa Residuos Industriales Multiquim, S.A. de C.V., localizada en el municipio de Mina, Nuevo León. Esta empresa es la única autorizada para recibir este tipo de materiales, lo que implica que los envases y residuos deberán de transportarse desde cualquier parte del país hasta las instalaciones de confinamiento, con lo cual se incrementan los costos de disposición final por las distancias de transporte. Además, el confinamiento de materiales plásticos, metálicos y vidrio, no es la mejor alternativa, dado que estos materiales representan la opción de reciclaje y, para el caso de plásticos, como combustible alternativo. Por esta razón el proyecto de acopio y disposición de envases de plaguicidas prioriza las alternativas de reciclaje e incineración, y para ello involucra al sector institucional de medio ambiente y salud y a los sectores productivos de la industria de reciclados, para validar estas alternativas.

En México, además de las iniciativas gubernamentales y la normatividad existente relativa a las formas de control y manejo de productos plaguicidas, se ha iniciado la formación de una organización local, en la que participan la industria fabricante, las empresas comercializadoras, y las organizaciones de productores, para desarrollar las actividades correspondientes al acopio, disposición e industrialización de envases vacíos de plaguicidas, buscando de esta manera reducir los efectos negativos tanto en materia ambiental como sanitaria que de ellos pudieran derivarse; además se pretende estructurarlos a una cadena productiva que permita el aprovechamiento de éstos como materia prima de reciclados o como fuente de energía alterna para la industria cementera y de la construcción.

### **2.13. Costos y beneficios ambientales del manejo de envases**

El problema de costos y beneficios ambientales recientemente se ha abordado dentro de las polémicas relativas al desarrollo sostenible. Ambos conceptos han estado fuertemente impactados por las diferentes tendencias de pensamiento en relación con este problema y, especialmente, por la tradición regional y nacional relativa al uso y

valoración de los recursos naturales. Las diferentes regiones geográficas poseen valores culturales asociados a las formas de utilización de los recursos naturales, de lo que se desprende un conjunto de juicios de valor y beneficios que socialmente se relacionan en forma directa o indirecta con los recursos naturales, (Cantlon y Koenig, 1999).

En términos generales, los costos y beneficios ambientales se han ajustado lentamente a diferentes tendencias de pensamientos, pero invariablemente se han manifestado como prácticas específicas en la sociedad y en las economías de las naciones. Dentro de algunas tendencias que se pueden manifestar, relativas a la definición de costos y beneficios ambientales están señaladas en los apartados siguientes:

### **2.13.1. Negociación de beneficios**

La negociación de beneficios se refiere a las relaciones que se pueden establecer entre dos sectores productivos o más, o entre diferentes áreas o subsectores de la producción, a fin de que lo que en un sector se genere como costos ambientales en otro sector se pueda aprovechar y manejar como beneficio, (Albino, 1998). El caso más concreto de este tipo de relación es el que se establece entre dos sectores o cadenas de proceso industrial en la que los residuos de una de éstas, que se manifiestan como costos ambientales, pueden ser utilizados por otra cadena o subsector para su transformación, convirtiéndolas en beneficios económicos y ambientales. El sector típico, que manifiesta este tipo de relación, se refiere a la industria del reciclaje, misma que utiliza un conjunto de materiales de desecho de otros procesos para convertirlos en materia prima de los procesos propios obteniendo de esta manera beneficios económicos y ambientales.

La negociación de los beneficios ambientales generalmente se establece desde los precios a los que se obtienen los productos y residuos que serán utilizados como materia prima, y en cuyo precio generalmente interviene alguna entidad pública, como los municipios a través de los servicios de recolección de residuos, que al realizar este servicio agregan valor a los residuos mediante el acopio y la clasificación de éstos, valor que se descuenta del precio de la materia prima, por lo que hace posible su aprovechamiento para procesos de reciclaje. De esta manera se puede afirmar que en la

negociación de costos y beneficios de una problemática ambiental participa el sector público absorbiendo parte de los costos y contribuyendo al desarrollo de los beneficios ambientales del proceso.

### **2.13.2. Tarifas e impuestos proporcionales**

Otra tendencia que se ha venido desarrollando en los últimos tiempos, se relaciona con la emisión de normas y con el establecimiento de tarifas e impuestos proporcionales a los costos ambientales de un proceso productivo o industrial determinado. Esto significa que existe una tendencia al pago por derecho a contaminar. La emisión de residuos con relación a su volumen, así como al contenido de contaminantes, genera costos diferentes en impuestos que se pagan a los gobiernos o instituciones relacionadas con la administración ambiental (Martínez, *et al*, 1998).

El ejemplo típico se representa en los impuestos relativos a las descargas de aguas residuales, ya que los costos de descarga serán proporcionales a los volúmenes de ésta y a los contaminantes contenidos. Se presume que los impuestos serán suficientes para costear los gastos de descontaminación, de lo cual se deriva que el contaminador cubre una cuota proporcional o igualitaria al costo de descontaminación socialmente determinado; sin embargo, este criterio es sujeto de crítica social, debido a que la calidad del recurso natural que se recibe como parte de los insumos de los procesos industriales, en este caso el agua, siempre es diferente al recurso que se obtiene después de los tratamientos o procesos de descontaminación; la diferencia de calidad se acepta socialmente mediante una norma o instrumento jurídico, que determina los niveles de contaminantes que pueden recibirse como aguas residuales tratadas, y que finalmente se vierten a los cuerpos de agua naturales, o se utilizan en otros procesos como puede ser la jardinería o agua de uso industrial, a través de los cuales se transfieren los residuos de contaminantes al medio natural; el cual tendrá que hacer su función de descontaminación como un beneficio ambiental derivado de la naturaleza, pero que generalmente queda fuera de la estimación de los costos ambientales y, por desgracia,

también queda fuera de la estimación de los beneficios que recibimos del medio natural y que por tal motivo no se contabilizan.

### **2.13.3. Normas cuantitativas**

La tercera opción en la regulación de costos y beneficios ambientales, se relaciona con la tendencia dominante a emitir normas cuantitativas, es decir establecer instrumentos jurídicos en los que se determina la calidad de los recursos naturales y el derecho a impactarlos mediante los procesos productivos de generación de bienes y servicios. La emisión de normas es una tendencia internacional en la que los criterios de calidad generalmente se derivan de las políticas de aprovechamiento de los recursos naturales que han emitido los países desarrollados. Quizás el recurso más normado está representado por el agua y en segundo lugar el aire, ambos como receptores de emisiones contaminantes. Sin embargo, otros recursos como el suelo y los bosques distan mucho de contar con una normatividad o criterios de conservación que aseguren el uso sustentable de estos (Martínez *et al*, 1998).

Seguramente dentro de los aspectos más polémicos, relativos a emisión de normas, se encuentran aquellos que se refieren a los criterios para establecer una norma, ya que ésta como instrumento jurídico generalmente se estructura desde las instituciones gubernamentales, con poca o nula participación de los actores sociales directamente relacionados con el aprovechamiento y uso de los recursos naturales; para el caso específico en cuestión, es común que la normatividad relativa al uso y manejo de plaguicidas no involucre a los agricultores ni tampoco a la población rural que suele ser afectada por el uso de estos productos.

El segundo aspecto que genera polémica sobre las normas se refiere a la precisión y nivel de aplicación de las mismas, ya que normalmente los gobiernos, no cuentan con la capacidad técnica y humana para la vigilancia de la aplicación efectiva de la normatividad, traduciéndose en un exceso de normatividad que genera burocracia gubernamental relativa a la administración ambiental y bajos niveles de aplicación de los

instrumentos jurídicos, por lo que a los costos del deterioro ambiental se suman los costos de la administración pública, sin que esto redunde en beneficios.

México puede ser un “buen ejemplo” de un país que cuenta con una abundante emisión de instrumentos jurídicos y normas y con un bajo nivel de aplicación efectiva.

#### **2.13.4. Los problemas en la definición de costos y beneficios ambientales**

La definición de costos y beneficios ambientales representa uno de los aspectos más polémicos relativos al desarrollo de la teoría de la sustentabilidad de las actividades productivas. En términos generales se pueden señalar algunas de las problemáticas más comunes:

##### **2.13.4.1. Contabilidad de recursos naturales**

La asignación de valor a los recursos naturales constituye uno de los principales problemas teóricos y prácticos que se enfrentan al estructurar planteamientos relativos al desarrollo sostenible. La asignación de valor a un recurso natural puede estar influenciada por los beneficios económicos directos que se obtienen de éste y por la asignación de beneficios sociales no tangibles que se asignen al recurso, tales como paisajes, esparcimiento, biodiversidad y otros. Este tipo de valores puede variar en relación con regiones geográficas y con países específicos, por lo que suele ser difícil establecer mecanismos universales de contabilidad de recursos naturales. Pero quizá el mayor problema que se enfrenta al tratar de asignar valor a los recursos naturales, es el inventario de éstos y su calidad, ya que los criterios para establecer un inventario de recursos naturales pueden ser tan variables como las tradiciones y políticas específicas de aprovechamiento que se establecen en los diferentes países.

Otro problema relativo a la contabilidad de los recursos naturales se refiere a las estrategias del aprovechamiento de los mismos, ya que la mayor parte de los países en desarrollo no cuentan con criterios estratégicos para el manejo de esos recursos, por lo

que difícilmente se les puede asignar valor y manejarse mediante criterios o sistemas contables.

#### **2.13.4.2. Las políticas y estrategias de administración ambiental**

Una segunda problemática relativa a la asignación de valores a los recursos naturales, y por tal a la definición de costos y servicios ambientales de las actividades productivas, se refiere a la forma como se estructuran las políticas y estrategias de administración ambiental; debido a que el aprovechamiento de recursos naturales siempre se encuentra determinado por los intereses económicos derivados de las actividades productivas, las estrategias de administración ambiental siempre se determinan por grupos específicos de intereses económicos. Actualmente las teorías de globalización económica han generado una tendencia favorable al establecimiento de criterios universales relativos a la concepción del uso y aprovechamiento de los recursos naturales y de las problemáticas ambientales que de ellos se derivan; no obstante, los procesos de globalización se estructuran desde la visión de grupos económicos ligados a capital trasnacional, por lo que los criterios de administración ambiental generalmente se convierten en estrategias para el dominio de los recursos naturales, aunque esto en muchas ocasiones implique el desplazamiento o sometimiento de las poblaciones ligadas al uso de esos recursos. Los casos prácticos demuestran, a través de las políticas de establecimiento de reservas de la biósfera, que mediante convenio de administración se transfieren a grupos poderosos, que si bien generan estrategias de conservación de recursos naturales, se les explota como fuentes de beneficios económicos y generalmente se desplaza a la población que aprovechaba de manera tradicional estos recursos. Las estrategias globales de administración ambiental generalmente excluyen procesos de integración de las poblaciones rurales, excluyendo así las opciones de bienestar de esta población, (Albino, 1998)

### **2.13.4.3. Capacidad de gobiernos locales**

La tercer problemática relativa a la definición de costos y beneficios ambientales y de las estrategias del desarrollo sostenible, se refiere a la capacidad de los gobiernos nacionales para administrar los recursos naturales y el desarrollo de éstos. En términos generales los procesos de globalización han sometido a los gobiernos nacionales al dominio de los intereses de los capitales internacionales. Desde un discurso de desarrollo integral y sostenible de los recursos, la mayor parte de las inversiones transnacionales relativas al aprovechamiento de recursos como el agua, los bosques y el subsuelo, hacen uso intensivo de éstos, resaltando los beneficios económicos inmediatos, que deberán traducirse en beneficios comunitarios a mediano plazo para el desarrollo regional; sin embargo, esto generalmente no se traduce en estrategia de desarrollo, debido a que los cambios gubernamentales periódicos no permiten construir una estrategia a mediano plazo en el desarrollo regional o sostenible, en tanto que los capitales y empresas transnacionales si lo pueden planear en esta perspectiva y tienen mayores ventajas técnicas y económicas para establecer sus propios mecanismos de desarrollo. En términos generales los gobiernos locales han mostrado incapacidad en construir una visión a mediano plazo para el uso sustentable de los recursos naturales.

Para el caso específico que nos ocupa, es significativo que el manejo y uso de plaguicidas se desarrolle de manera intensiva, en forma proporcional al desarrollo de la agricultura comercial; sin embargo, los efectos colaterales de residuos de tóxicos, como son los daños a la salud y la contaminación a sistemas acuáticos, no cuentan con sistemas de evaluación y de monitoreo; los daños al ecosistema y a la salud se empiezan a estimar desde los propios efectos comerciales de los productos que se obtienen de la agricultura, y los mecanismos de control se generan como mecanismos de mercado, mediante la limitación al comercio de productos contaminados, o de productos obtenidos en forma violatoria de los derechos laborales y humanos de la fuerza de trabajo; estos criterios se establecen desde los mercados externos y desde los intereses de los propios competidores, sin que en esto tenga una función promotora y reguladora el gobierno local.

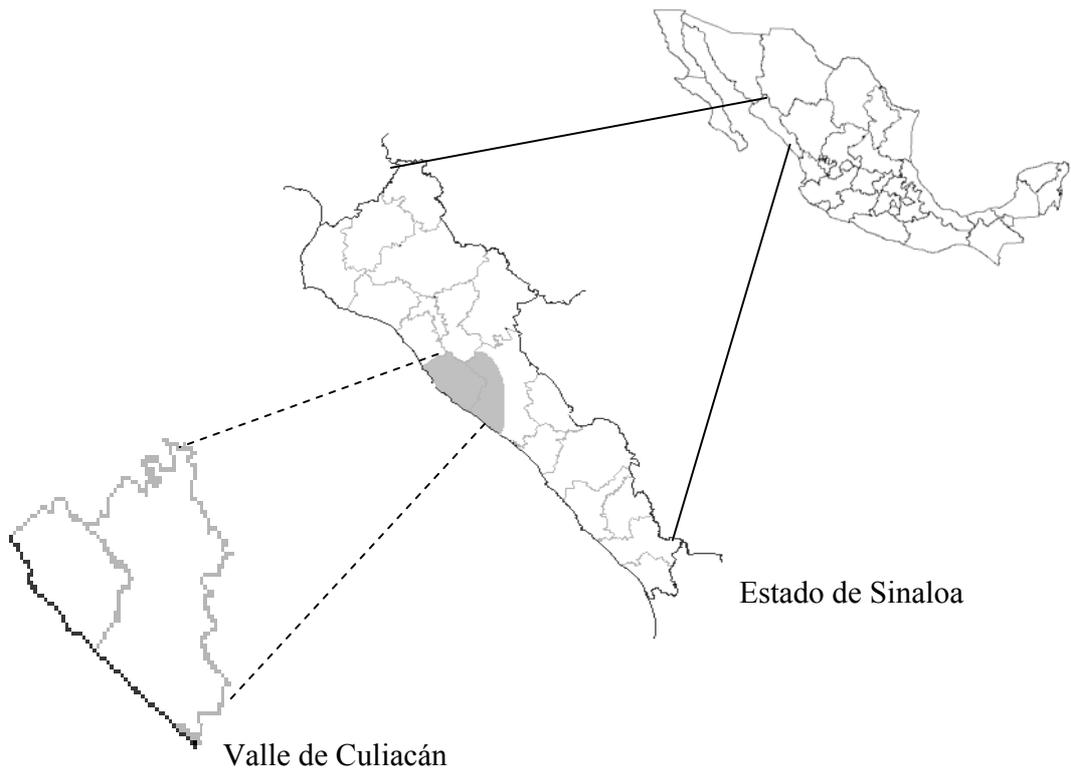
#### **2.13.4.4. El papel de la sociedad**

La experiencia de diferentes países ha señalado que la valoración de los recursos naturales y la defensa de éstos como patrimonio regional y garantía al desarrollo futuro, se ha establecido desde la sociedad civil, mediante la formación de organizaciones locales, que defienden los derechos universales sobre sus recursos naturales, asegurando la posibilidad de las generaciones futuras de contar con bienes naturales de mejor calidad. Por ello, la formación de organizaciones no gubernamentales, y la defensa de esta sobre la calidad de los recursos naturales, han sido factores determinantes de la conservación de los mismos, el respeto de éstos y su posible uso sostenible. Esto implica la necesidad de generar este tipo de organizaciones y desarrollar procesos educativos a fin de que la sociedad valore sus recursos y asuma su defensa y aprovechamiento racional.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Zona de estudio

Este trabajo se realizó en la región centro-poniente del estado de Sinaloa, en una extensa zona agrícola, tradicionalmente conocida como “Valle de Culiacán”, la que se ubica a ambos lados de las riberas del río Culiacán. El estado de Sinaloa se localiza en la porción Noroeste de México y ocupa una superficie de 58, 092 kilómetros cuadrados, lo que representa el 2.9 % de la extensión territorial del país. Sinaloa cuenta con cerca de 650 Km. de costa o litoral marino, con 221, 600 ha de lagunas litorales y con 57, 000 ha. de aguas continentales. De la superficie total del estado, aproximadamente el 23% (1'338,000 ha.) es susceptible de aprovecharse en usos agrícolas, el 45 % (2'598,000 ha) se considera agostadero, el 16 % (936,000 ha.) recursos forestales y el 16 % (937,000 ha) suelos incultos, suelos pedregosos, caminos, zonas urbanas, etc. (Rendón, 1995).



**Figura 4.** Ubicación geográfica del Valle de Culiacán, en el estado de Sinaloa

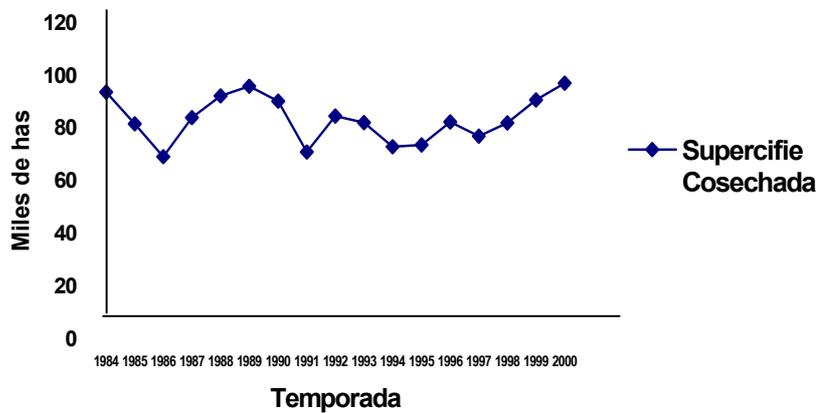
Entre los años 1984 y 2000, la estructura de cultivos de granos y oleaginosas en el estado de Sinaloa ha mantenido una media de superficie de cultivo cosechada aproximada a las 800,000 ha, en tanto que la superficie cultivada con hortalizas ha representado una media de 80,000 ha, de las cuales 20,000 se ubican en el Valle de Culiacán, que comprende el área de estudio de este trabajo, (Grupo de Asesoría de Mercados, 1999).

Debido a que una alta proporción de la producción hortícola se destina a la exportación, el control fitosanitario demanda altos niveles de consumo de plaguicidas, a fin de asegurar el buen desarrollo de los cultivos y presencia física atractiva de los productos. La producción hortícola en el estado de Sinaloa representa una media aproximada a un millón de toneladas, de las cuales del 70 al 75 % se destina a la exportación (Rendón, 1995).

**Cuadro 16.** Exportación de hortalizas 1994-2000 en Sinaloa.

| <b>Temporada</b> | <b>Toneladas</b> | <b>Valor (Miles Dólares)</b> |
|------------------|------------------|------------------------------|
| 1994-1995        | 710,308          | 520,326                      |
| 1995-1996        | 1,067,340        | 701,737                      |
| 1996-1997        | 1,203,170        | 655,648                      |
| 1997-1998        | 819,913          | 531,281                      |
| 1998-1999        | 848,733          | 610,044                      |
| 1999-2000        | 955,215          | 651,096                      |
| 2000-2001        | 786,178          | 430,736                      |

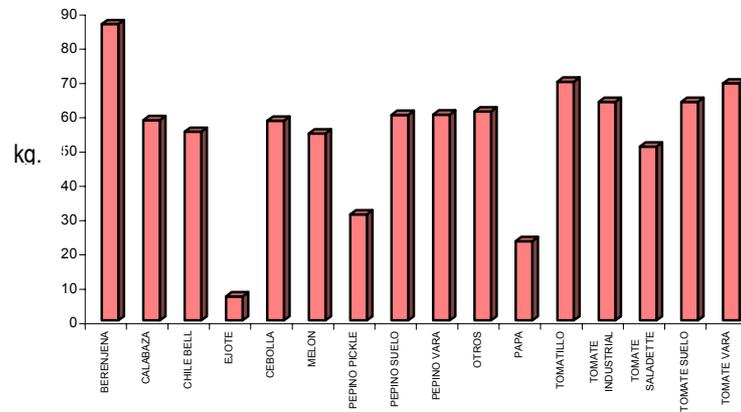
Fuente: CAADES, 2001.



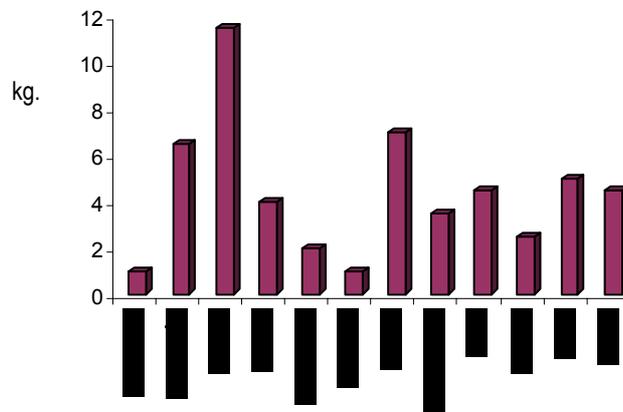
**Figura 5.** Superficie cosechada de hortalizas en Sinaloa (1984-2000) (SAGARPA, 2001).

### 3.2. Consumo de plaguicidas

El consumo de plaguicidas en la producción agrícola se encuentra estrechamente relacionado con factores climáticos, como precipitación pluvial, humedad atmosférica, temperatura y factores biológicos de patógenos y plagas. En términos generales el uso de plaguicidas se asocia a los paquetes tecnológicos y políticas fitosanitarias regionales. En la estimación de consumo de plaguicidas, que realizó el programa Campo Limpio, se tomó como base la superficie cosechada durante el ciclo agrícola 1997-1998, y se aplicó un índice de consumo de plaguicidas por hectárea y por cultivo; de 47 unidades por hectárea para cultivos hortícolas y 4 unidades por hectárea para cultivo de granos dicha estimación se presenta en las siguientes dos figuras, (Cruz y Cárdenas., 2000)

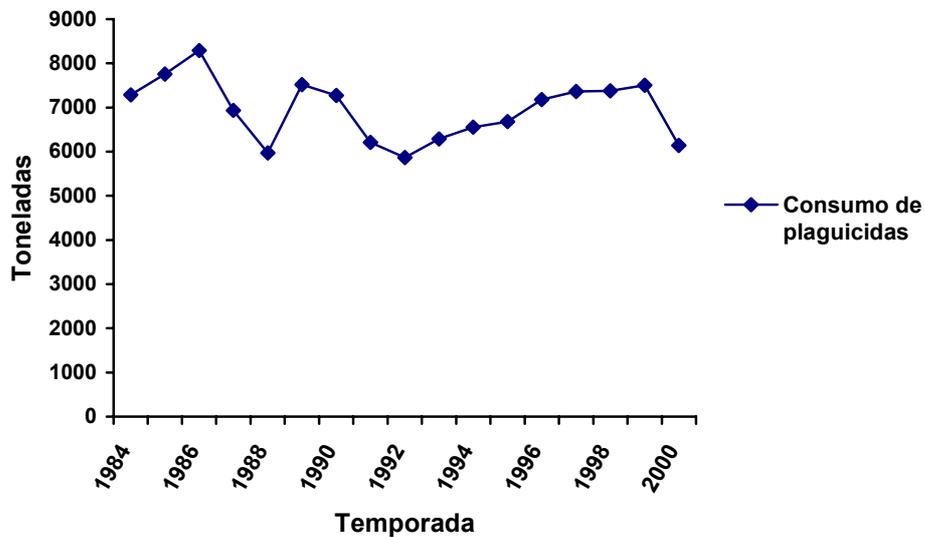


**Figura 6.** Consumo de plaguicidas en hortalizas kg/ha CADES (2001).



**Figura 7.** Consumo de plaguicidas en granos kg/ha (Estimación propia).

Siguiendo el procedimiento señalado en el párrafo anterior, aplicando las medias de consumo de plaguicidas estimadas por cultivo, y multiplicando por la superficie cultivada durante el periodo comprendido entre el año 1984 y 2000, la media de consumo de plaguicidas en el estado de Sinaloa se aproxima a las 7 mil toneladas por año. Dicho consumo se representa en la siguiente figura.



**Figura 8.** Consumo de plaguicidas en el estado de Sinaloa. Estimación propia elaborada con base en la información SAGARPA-CAADES

Los productos que se utilizan en los cultivos en el Valle de Culiacán se definen en relación con las condiciones climáticas, el tipo de plaga o patógeno, las prácticas de cultivo y labores culturales que desarrollan los agricultores y la existencia de los productos en el mercado.

El Valle de Culiacán demanda entre el 25 y el 30% del consumo estatal de plaguicidas, (CAADES, 2001), lo que puede ser equivalente a 1800 ó 2200 toneladas anuales. Del consumo de este volumen de productos se derivan entre 140 y 150 toneladas de envases vacíos de plaguicidas al año, los que al quedar abandonados a campo abierto, o trasladarlos a los hogares para uso doméstico, representan un alto riesgo ambiental y sanitario.

### 3.3. Impacto de plaguicidas en el Valle de Culiacán

El uso reiterado de productos plaguicidas en la producción agrícola del estado de Sinaloa, y especialmente en el Valle de Culiacán, que constituye la región en producción de hortalizas con sistemas intensivos, se ha manifestado de diferentes formas. Una de estas formas es la creciente presencia de padecimiento en la piel y vías respiratorias, así

como casos asociados a leucemia presentados en la población rural que habita las zonas aledañas a los campos de cultivo; las estadísticas de intoxicación indican que en el estado se presenta una media de 300 casos anuales, siendo el municipio de Culiacán el que ocupa el primer lugar en todo el estado, (Soto, 2001)

En relación con el impacto de los plaguicidas sobre los recursos naturales abundan los trabajos de investigación relativos a la presencia de residuos de estos productos en el sistema de lagunas costeras, y en las granjas dedicadas al cultivo de camarón; Galindo (2000) ha aportado información valiosa que muestra los niveles de afectación tanto en el agua de lagunas costeras, como en el lecho de cuerpos laguneros e inclusive en la biomasa del camarón cultivado, como se puede observar en el cuadro siguiente.

**Cuadro 17.** Presencia de plaguicidas en muestras de agua, sedimento y camarón en la Bahía de Santa María, Sinaloa, México.

| <b>Plaguicida</b>     | <b>Agua <math>\mu\text{g/l}</math></b> | <b>Sedimento <math>\mu\text{g/l}</math></b> | <b>Camarón <math>\mu\text{g/l}</math></b> |
|-----------------------|--|---|---|
| Endosulfán            | 0.00714                                | 0.0040                                      | 0.01167                                   |
| Endrín aldehído       | 0.1238                                 |   |   |
| Sulfato de endosulfán | 0.0299                                 |   | 0.1068                                    |
| DDD                   | 0.0250                                 | 0.004                                       |   |
| BHC                   | 0.02412                                |   |   |
| Endrín                | 0.02955                                |   | 0.0456                                    |
| Heptacloro            |  |   | 0.0083                                    |
| Dieldrín              |  | 0.01235                                     | 0.0156                                    |
| Disulfotón            |  | 6.27  |   |
| Epóxido de heptacloro |  | 0.029575                                    |   |
| Lindano               |  | 0.0890                                      |   |
| Paratión              | 0.0102                                 | 0.01415                                     |   |
| DDE                   |  | 0.0006                                      | 0.0021                                    |
| Aldrín                | 0.02366                                | 0.006157                                    |   |
| Dimetoato             | 0.0612                                 |   |   |
| Disulfotón            | 0.0119                                 |   |   |
| Famfur                | 0.0609                                 |   |   |
| Malatión              | 0.00965                                |   |   |
| Endosulfán 1          | 0.01339                                |   |   |
| DDT                   |  | 0.008                                       |   |

Fuente: Galindo (2000)

Otros investigadores, como Villagrana *et al* (2000), han reportado la presencia de plaguicidas en especies comerciales de peces, mismos que fueron estudiados en la región centro-norte del estado de Sinaloa, cercana a la zona de descarga de drenes agrícolas del valle agrícola de Guasave.

**Cuadro 18.** Contenido de plaguicidas en peces de la familia Musilidae

| <b>Fecha de muestreo<br/>1998</b> | <b>Muestra</b> | <b>Plaguicida<br/>encontrado</b> | <b>Concentración<br/>(ng/g)</b> |
|-----------------------------------|----------------|----------------------------------|---------------------------------|
| Enero                             | Hígado         | $\beta$ -BHC                     | 0.915                           |
| Enero                             | Hígado         | $\delta$ -BHC                    | 2.660                           |
| Enero                             | Hígado         | Aldrin                           | 0.547                           |
| Enero                             | Hígado         | Endosulfán I                     | 6.260                           |
| Enero                             | Hígado         | Dieldrín                         | 0.524                           |
| Enero                             | Hígado         | Endrín                           | 0.480                           |
| Enero                             | Hígado         | DDT                              | 2.065                           |
| Abril                             | Hígado         | Endrín Aldehyd.                  | 0.208                           |
| Abril                             | Hígado         | DDT                              | 1.596                           |
| Mayo                              | Hígado         | Endosulfán I                     | 1.904                           |
| Mayo                              | Hígado         | DDT                              | 1.408                           |
| Junio                             | Músculo        | Endrín Aldehyd.                  | 0.208                           |
| Septiembre                        | Hígado         | $\beta$ -BHC                     | 5.680                           |
| Septiembre                        | Hígado         | $\delta$ -BHC                    | 6.660                           |
| Septiembre                        | Hígado         | Aldrin                           | 0.696                           |
| Septiembre                        | Hígado         | Endosulfán I                     | 5.510                           |
| Septiembre                        | Hígado         | Endrín                           | 7.440                           |
| Septiembre                        | Hígado         | DDT                              | 0.657                           |

Fuente: Villagrana *et al.* (2000).

Un grupo de investigadores de la Universidad Autónoma de Sinaloa, ha dado especial seguimiento a la presencia de plaguicidas organofosforados, realizando estudios de monitoreo en la región sur en zonas aledañas al puerto de Mazatlán, y el complejo (lagunar) Huizache-Caimanero, el cual constituye el lecho natural de la pesca tradicional de camarón y pescado. En la región centro del estado se han monitoreado los cuerpos de agua denominados Bahía de Santa María y Navachiste; estos cuerpos de agua son de gran importancia para captura de pescado y camarón, y para actividades recreativas, ya que en ellos se enclavan la Bahía de Altata y la playa de El Tambor; en la región norte del estado se monitorearon los cuerpos de agua pertenecientes a las Bahías de Ohuira y

Topolobampo. En todos estos cuerpos de agua y sedimentos, se han localizado residuos de productos organofosforados como:

- Clorpirifos
- Clorfenvinfos
- Cygon
- DDVP
- Dimetoato
- Diazynon
- Disyston
- Etion
- EPN
- Fosdrin
- Malation
- Metilparation
- TEPP

La presencia de plaguicidas en los cuerpos laguneros y sedimentos de éstos se considera acumulativa, debido al uso permanente de estos productos en la producción agrícola, por lo que puede representar riesgos tanto para la estabilidad de los ecosistemas, como para la propia salud de los consumidores de los productos pesqueros que se cultivan o capturan en estos cuerpos de agua, (Ramírez, C.J. *et al.* 1998)

### **3.4. Definición de estrategias para manejo de envases de plaguicidas**

Como se ha indicado en los apartados anteriores, una de las problemáticas que enfrenta México para poder resolver los problemas ambientales es la baja aplicación efectiva de la legislación ambiental vigente. En un estudio de reciente elaborado por SECOFI, se analizan las causas de la fallas operativas de CICOPALAFEST señalando entre otras la indefinición de jurisdicción y ámbito de competencia de las diferentes instituciones que participan en este organismo, la sobrerregulación o emisión de normas simultaneas en las diferentes secretarías de estados para regular la misma actividad, como es el caso específico de manejo de plaguicidas, que se regula desde la SSA, SAGARPA y SEMARNAT, pero ninguna de estas secretaria cuenta con estructura de vigilancia eficientes, tampoco existen acciones coordinadas de las tres secretarias para mejorar la eficiencia de vigilancia y aplicación de la ley (SECOFI, 1999).

Como antecedente al establecimiento del programa de manejo de envases en el Valle de Culiacán, se realizaron algunos trabajos de investigación relativos a las prácticas de manejo de envases vacíos a las empresas agrícolas, formuladoras, fumigadora y distribuidoras de plaguicidas establecidas en la región. En el trabajo de seguimiento a las prácticas de manejo de envases de plaguicidas y de conocimiento de la legislación relativa al manejo de plaguicida y residuos de estos. El trabajo se realizó en las empresas establecidas en la Ciudad y el Valle de Culiacán y comprendió 43 empresas agrícolas productoras de hortalizas miembros de la Asociación de Agricultores del Río Culiacán, 7 formuladoras y reenvasadoras de plaguicidas, 17 distribuidores y 4 fumigadoras (Escalante 1998).

En el mencionado trabajo se reporta que el manejo de envases de plaguicidas que realizan las empresas agrícolas en el Valle de Culiacán se caracteriza por destinar un alto porcentaje de éstos a la basura doméstica, también se acostumbra realizar el reuso para envasar productos fertilizantes y plaguicidas, en menor medida se realizan las prácticas de inutilización, quemado y enterrado de residuos.

**Cuadro 19.** Manejo de envases de plaguicidas en empresas agrícolas en el Valle de Culiacán %.

| <b>Manejo de envases de plaguicida</b> | <b>%</b> |
|--|----------|
| Reuso                                  | 53       |
| Inutilización                          | 30       |
| Enterrado                              | 9        |
| Quemado                                | 25       |
| Basura                                 | 74       |

Fuente Escalante, 1998.

Otros datos importantes son los relativos a los niveles de conocimiento de la legislación y normas relativas al manejo de envases y a las medidas sanitarias que las empresas deben realizar para evitar los riesgos de contaminación y daños a la salud. En estos rubros se encontró que las empresas agrícolas entrevistadas solamente en el 18% de los casos reportan conocimiento de la legislación en tanto que los formuladores y fumigadores reportan el 80 %; en relación a las normas de protección a los trabajadores las empresas agrícolas respondieron conocer esta normatividad en el 7 % de los casos,

17 % para las empresas distribuidoras, 50 % las empresas fumigadoras y el 70 % de las empresas formuladoras.

En relación al cumplimiento del sector institucional, la autora del trabajo reporta especial atención a las empresas formuladoras y distribuidoras, en demérito de otros sectores como agrícolas y bodegas.

**Cuadro 20.** No. de inspección a empresas para verificar condiciones de manejo de plaguicidas, 1997

|                | <b>Agrícola</b> | <b>Formulador</b> | <b>Distribuidor</b> | <b>Bodega</b> |
|----------------|-----------------|-------------------|---------------------|---------------|
| <b>SAGARPA</b> | 0               | 8                 | 7                   | 7             |
| <b>SSA</b>     | 2               | 5                 | 3                   | 2             |
| <b>PROFEPA</b> | 0               | 2                 | 0                   | 0             |
| <b>STPS</b>    |                 |                   |                     | 0             |
| <b>Total</b>   | <b>2</b>        | <b>17</b>         | <b>10</b>           | <b>9</b>      |

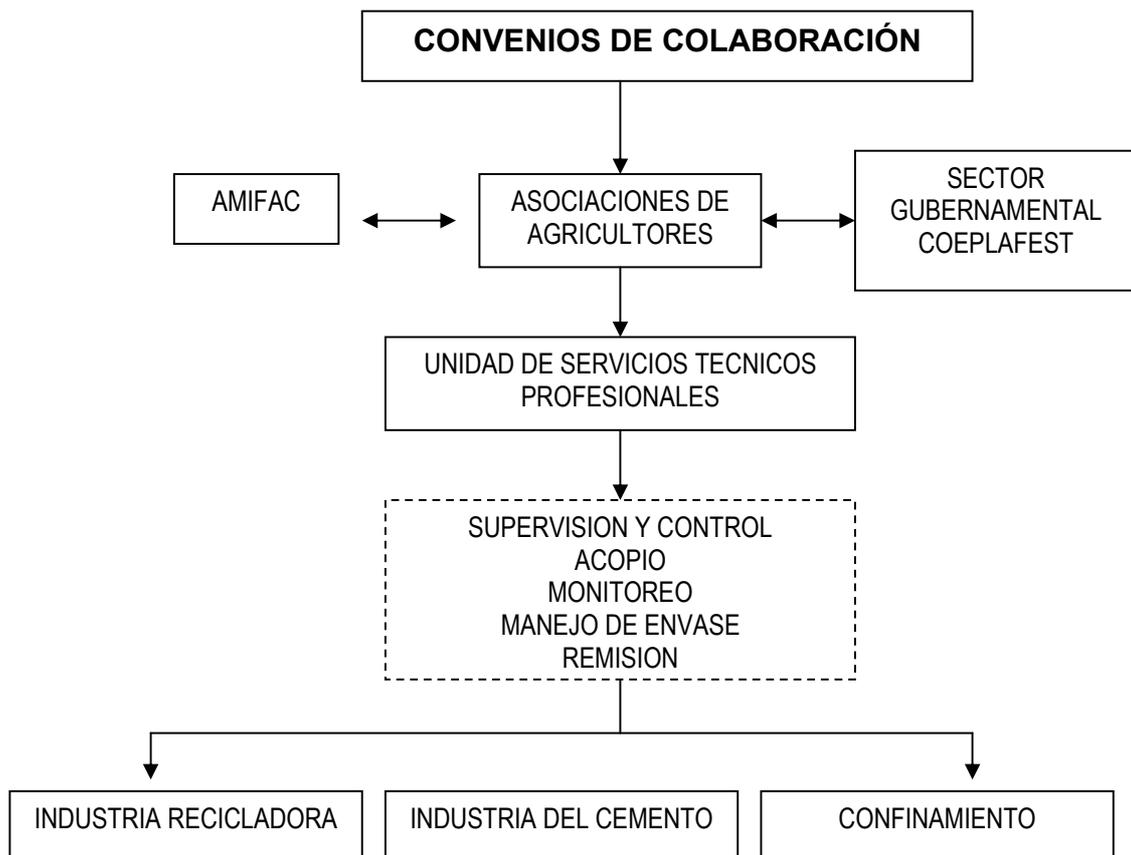
Fuente Escalante, 1998.

### **3.4.1. Participación intersectorial**

Ante la situación descrita anteriormente, aunadas a la falta de capacidad técnica y financiera del Estado Mexicano en materia de vigilancia ambiental, los problemas de contaminación y deterioro ambiental se manifiestan de manera creciente, por lo que ha sido necesario desarrollar estrategias que involucren la participación social en la búsqueda de soluciones a estos problemas; este es el caso del programa de manejo de envases de plaguicidas, en el que participan la Asociación Mexicana de la Industria Fitosanitaria A.C., las organizaciones de agricultores, las organizaciones de distribuidores de plaguicidas y las autoridades municipales, estatales y federales.

Los trabajos relativos a las estrategias para el manejo de envases vacíos de plaguicidas en el estado de Sinaloa, iniciaron en el año de 1997, mediante la firma de un convenio de colaboración entre la Asociación Mexicana de la Industria Fitosanitaria, A.C., la Confederación de Asociaciones Agrícolas del estado de Sinaloa, la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales y la Secretaría de Salud, mediante el cual se establecieron las siguientes obligaciones para cada sector:

- a) La AMIFAC se obliga a desarrollar programas educativos para el lavado y manejo de envases, así como el acopio, compactación y destino final, mediante reciclaje, incineración y/o confinamiento.
- b) Las Asociaciones de Agricultores se obligan a promover entre sus asociados las prácticas de lavado de envases, el acopio temporal de éstos en las instalaciones propias, y construcción de centros regionales especializados para la recepción y manejo de envases vacíos.
- c) Las autoridades ambientales y sanitarias (SEMARNAT y SSA), se obligan a coadyuvar en los programas de educación y a facilitar todas las gestiones en materia ambiental y sanitaria para el cumplimiento de las tareas de acopio, transporte y transformación de materiales o destrucción de éstos por el sistema aprobado para tal fin: reciclaje, incineración y confinamiento.



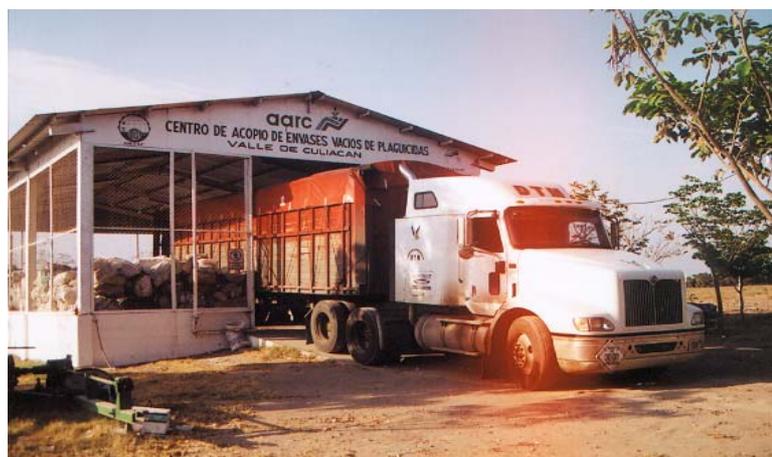
**Figura 9.** Diagrama Operativo de Participación Intersectorial para Manejo de Envases de Plaguicidas en el Valle de Culiacán.

### 3.4.2. Construcción e implementación de centros de acopio de envases

En cumplimiento al convenio de acuerdos intersectoriales para desarrollar estrategias para el manejo de envases de plaguicidas, las asociaciones de agricultores se dieron a la tarea de seleccionar los sitios más adecuados para la construcción de centros de acopio.

Estos sitios cubren tres condiciones básicas: a) ubicarse en las zonas de cultivo y con fácil acceso a los agricultores, b) ser sitios alejados de los centros de población, c) ser sitios libres de riesgos, como inundaciones o incendios.

El diseño de la capacidad de los centros de acopio se estableció en atención a la superficie de cultivo del área de influencia del centro de acopio, y al volumen total de productos plaguicidas potencialmente aplicables en un año agrícola. El Valle de Culiacán con una superficie de cultivo aproximada a las 280 mil hectáreas, demanda una aplicación anual de cuando menos 2 millones de unidades (litros o kilogramos) de productos, por lo que la capacidad de recepción del centro es de 30 a 35 % del volumen total de envases potencialmente generado. En el Valle de Culiacán la capacidad requerida es de 700 m<sup>3</sup>, equivalente a 700 mil unidades de un litro. Esta capacidad de recepción permite periodos de 3 a 4 meses para que el material se almacene temporalmente en tanto se define el destino del mismo, a la industria de reciclado, la incineración o el confinamiento.



**Figura 10.** Centro de acopio de envases de plaguicidas.

En atención a los criterios mencionados se construyeron tres centros de acopio, de los cuales dos se ubican en las principales zonas de producción hortícola: el Valle de Culiacán y el Valle de Guasave que tiene una capacidad de recepción de 560 mil unidades de un litro en tanto que el del Valle de el Carrizo puede hasta 50 mil unidades de un litro.

### **3.4.3. Programas de capacitación**

Con el propósito de lograr la participación social en el manejo de envases vacíos de plaguicidas se desarrollaron programas de capacitación en Buenas Prácticas de Manejo de Plaguicidas. Este programa se implementó en coordinación con las asociaciones de agricultores y las autoridades de la Secretaría de Salud (SSA). El objetivo de los programas de capacitación, fue desarrollar capacidades en el personal operario en los siguientes aspectos: a) prevención y manejo de intoxicación por plaguicidas, b) prevención de riesgos de contaminación derivados de mal uso de residuos y envases de plaguicidas, c) uso de equipo para la protección personal, y d) técnicas de limpieza de envases y procedimientos de acopio y manejo.



**Figura 11.** Capacitación a jefes de almacén y mezclas.

La capacitación se desarrolla de manera permanente en cada ciclo agrícola y se dirige especialmente a tres sectores de operarios de empresas agrícolas potencialmente expuestos, que son los siguientes: a) encargados o jefes de almacén, b) encargados o jefes de mezclas de productos plaguicidas, c) encargados o jefes de aplicación de productos en campo, y d) grupos de aplicadores o fumigadores. Este último grupo constituye el sector de mayor riesgo, debido a que el tiempo de exposición directa es mayor, se compone por población con bajo nivel de educación, y generalmente no usa los equipos de protección personal, aún cuando sean proporcionados por la empresa.

#### **3.4.4. Acopio de envases**

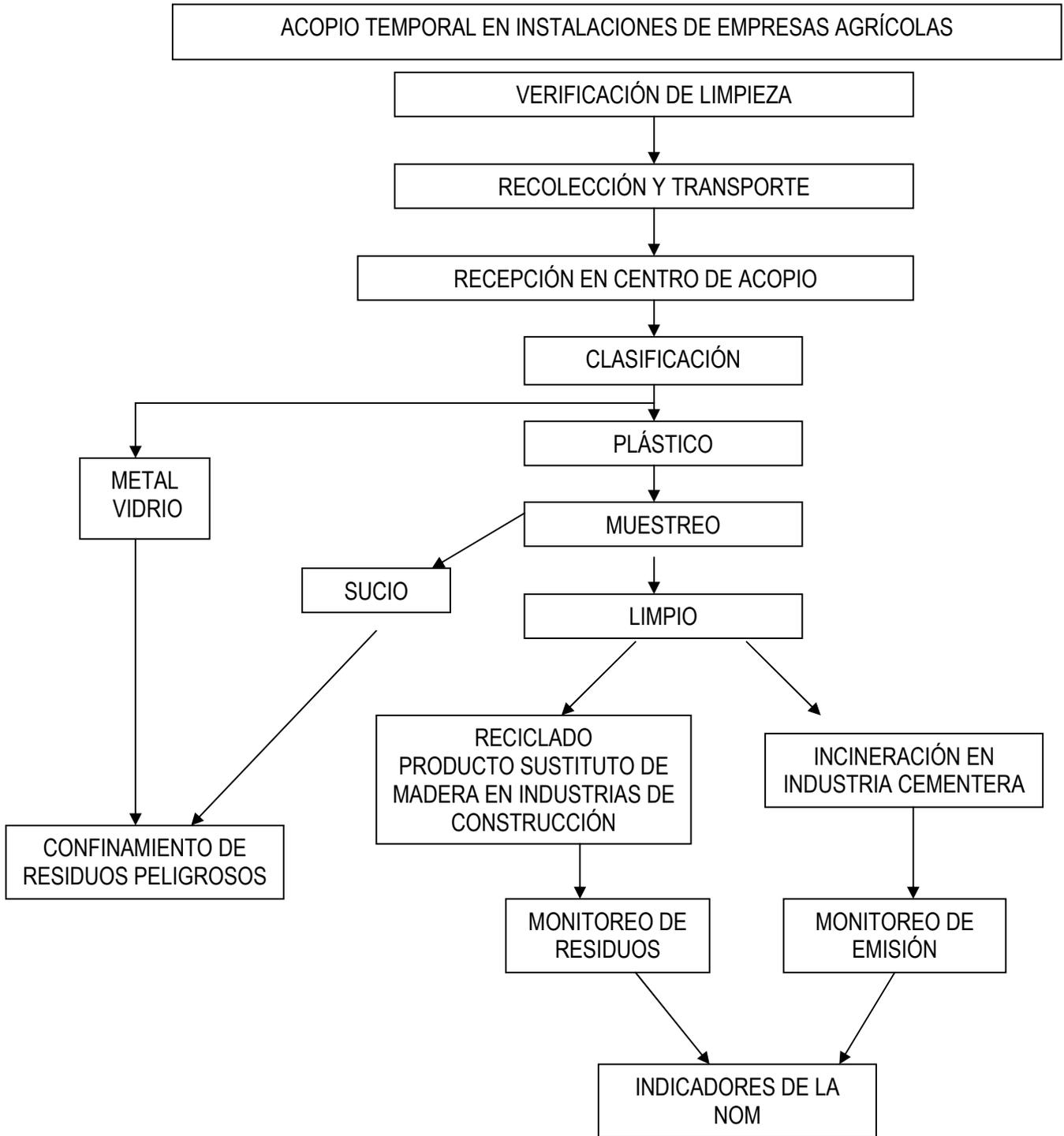
Los trabajos de capacitación relativos a las *Buenas Prácticas en el Manejo de Plaguicidas* han constituido el principal apoyo para obtener la participación de empresas y agricultores en las actividades de acopio de envases. Las empresas participantes en el programa son responsables de hacer la limpieza de los envases vacíos de plaguicidas mediante la técnica que se ha denominado Triple Lavado; después de esta práctica los envases se almacenan temporalmente en las instalaciones de la empresa para que posteriormente se trasladen a los centros de acopio o se entreguen a la unidad recolectora del programa. Para el caso de algunos envases, como cubetas de 20 litros y contenedores plásticos de 100 y 200 litros, se realizan prácticas de inutilización, como desprendimiento de fondo y perforaciones diversas para evitar el uso comercial de los mismos.

En los centros de acopio se realiza la recepción de los envases y la revisión técnica de éstos, para evitar material sucio o materiales ajenos. El material que cumple con las condiciones de limpieza se clasifica en relación con la siguiente información: empresa generadora o agricultor que entrega el envase, campo del que proviene el envase, clasificación de envase por el volumen, tipo de material y categoría toxicológica.

Una vez realizada la clasificación de envases se determina el destino de éstos, según el tipo de material o el contenido de residuos. El envase metálico, vidrio y aluminizado se

remitirá a confinamiento de residuos peligrosos a las instalaciones de la empresa Residuos Industriales Multiquim, S.A. de C.V. ubicada en el estado de Nuevo León.

En aquellos casos en que las empresas agrícolas no cumplen con los estándares de limpieza en los envases plásticos, éstos se consideran material contaminado y también se remiten a confinamiento, cuyo costo total debe ser cubierto por la empresa que no cumple los lineamientos del programa.



**Figura 12.** Diagrama de flujo para el manejo de envases en el Valle de Culiacán.

### **3.5. Determinación de residuos y emisiones**

La determinación de residuos en los envases de plaguicidas acopiados permite definir cuestiones centrales como los riesgos de contaminación de intoxicación en el manejo de éstos, y especialmente el tipo de manejo técnico que se debe hacer de los mismos.

En la primera etapa del programa (1997-1998) los envases que se recibían en los centros de acopio presentaron serias deficiencias en las prácticas de lavado, por lo que fue necesario incrementar las actividades de supervisión y de capacitación de usuarios. Debido al alto contenido de residuos que comúnmente presentaban los envases, se realizó una primera clasificación de éstos, definiéndolos como el grupo testigo que aportaría información sobre la cantidad de residuos de plaguicidas que normalmente contienen los envases sometidos a prácticas de limpieza; de esta forma se determinó la cantidad de residuos contenidos en envases de diferentes capacidades: uno, dos, cinco, diez y veinte litros en envases plásticos, y en envase metálico únicamente de veinte litros.

En una segunda etapa (1998-1999 y 1999-2000) se realizaron muestreos para la evaluación de residuos contenidos en envases; en esta etapa se incluyeron únicamente envases plásticos aceptados en el centro de acopio como material que había sido sometido a prácticas de limpieza. El muestreo fue sistemático y al azar, tomándose dos envases plásticos en sus diferentes presentaciones volumétricas, estos envases se trituran y se selecciona una muestra de 200 g, misma que se remite al laboratorio de residuos tóxicos en el que se determina la cantidad de residuos tóxicos, expresándose en partes por millón (ppm).

#### **3.5.1. Método para la determinación de residuos en envases**

Al no existir un proceso específico para la extracción de los residuos adheridos en envases vacíos de plaguicidas, el Laboratorio de la Confederación de Asociaciones Agrícolas del Estado de Sinaloa (CAADES) desarrolló un método consistente en el lavado múltiple con agitación sónica, utilizando solventes orgánicos, los cuales fueron

considerados de acuerdo con la solubilidad y polaridad de los distintos plaguicidas de uso más común en la región (Acetona-Hexano-Isooctano-Methanol). (Bastidas, 1999).

Para poder evaluar la efectividad del método, dado que por el tipo de material (plástico, metal y vidrio) no se puede fortificar la muestra, se inyectó en los distintos detectores (Detector Fotométrico de Flama Pulsada Específico para Fosforo) para producto organofosforados; (Detector Termoionico Específico) para Organonitrogenados y methyl carbamatos; (Detector de Conductividad Electrolítica) para Organohalogenados y en el (Detector de Captura de Electrones) cada uno de los lavados (desadhesión) hasta obtener niveles por abajo del límite mínimo detectable en cada uno de los detectores, lo cual es un indicativo de la desadhesión total de los residuos presentes en la muestra; los lavados pueden ir de 6 hasta 10, lo cual dependerá del grado de adhesión y adsorción de los materiales presentes en la muestra, así como la concentración de los residuos presentes.

Una vez combinados los lavados y registrado el volumen final, es reconcentrado o diluido para inyección directa en los CG y una alícuota es tomada para ser removida la mezcla de solventes por un rota-evaporador; el residuo fue rediseuelto en methanol para limpieza con cartucho C-18, para determinación de Methyl carbamatos por HPLC-PICKERING.

Para la implementación de esta fase se utilizaron los siguientes:

***a) Reactivos***

- Estándares surtidos por Chem-Service
- Acetona grado plaguicida
- Hexano grado plaguicida
- Isooctano grado plaguicida
- Metanol grado HPLC

***b) Equipo e Instrumentos***

- Matraces Erlenmeyer de 250 ml. (Pirex)
- Ultrasonido – Brandsonic 220 Branson
- Embudo de vidrio tallo corto (Pirex)

- Papel filtro Sharkskin (VWR Scientific)
- Rotaevaporador – Buchi Model M
- Cartuchos C-18 (SPE)
- Cámara para vacío múltiple- Alltech
- Cromatógrafos de gases – Varían 3800, equipados con columnas megabore y detectores PFPD, TSD, ELCD y ECD.

### ***c) Preparación de la Muestra***

De la muestra recibida en el Laboratorio, se preparan 100 gramos por cuarteo, los cuales son cortados en piezas de tamaño uniforme para luego ser homogeneizadas y tomada la muestra para el análisis. Durante el proceso de preparación de los materiales, se debe trabajar bajo todas las medidas de seguridad indicadas, ya que se corre el riesgo de exposición a residuos peligrosos o de contaminación de las áreas de trabajo.

### ***d) Extracción***

De 1 a 5 gramos de la muestra homogeneizada son pesados en un matraz Erlenmeyer de 250 ml, se adicionan 100 ml de acetona y se coloca en el ultrasonido por 30 minutos., posteriormente son decantados a través de papel filtro y recibidos en matraz que será etiquetado con el número de identificación de la muestra y primer lavado; el matraz inicial con la muestra es adicionado nuevamente con 100 ml de acetona y repetido el tiempo de agitación mientras el primer lavado es inyectado en los cromatógrafos de gases, se repite un tercer lavado con acetona, para continuar con 2 lavados con hexano, seguir con 1 lavado con isooctano y terminar con 1 lavado con metanol, cada uno de los lavados se irá inyectando. Conforme van transcurriendo los lavados va decreciendo la concentración de los residuos presentes y, para asegurar la desadsorción total de los residuos, se hace un octavo lavado con acetona, seguido de otro con hexano y terminando con uno de metanol; por lo general en estos últimos lavados son encontradas únicamente trazas de los residuos presentes en la muestra.

Finalmente son combinados todos los lavados y registrado el volumen final, para luego ser reconcentrado o diluido, según el caso, para ser corridos en los cromatógrafos de gases para la cuantificación final de los residuos.

***e) Limpieza con C18 (SPE)***

Se toman 5 ml del volumen final combinado, los cuales son evaporados en un rotaevaporador y redisolto el residuo con 2 ml de metanol, los que a su vez son transferidos a un cartucho C18, colocado en la cámara de vacío múltiple y previamente lavado con 4 ml de metanol; el matraz bola del rotaevaporador es lavado con 2 ml adicionales de metanol y transferidos al cartucho C18; el solvente es diluido aplicando vacío y recibido en un matraz bola de 100 ml, después el cartucho C18 es eluido con 12 ml adicionales de metanol.

El volumen de metanol diluido es reconcentrado a 5 ml y filtrado a través de una membrana de nylon de 0.45  $\mu\text{m}$  para su posterior inyección en el sistema HPLC-PICKERING para la determinación y cuantificación de Methyl Carbamatos, (Bastidas, 1999).

**3.5.2. Determinación de emisión de contaminantes derivados de la incineración de envases**

Los envases que se destinaron a incineración, se trasladaron a la planta de cemento Apasco S.A. de C.V., ubicada en el municipio de Apasco, estado de México; el monitoreo de emisiones se realizó en apego a lo que establece la NOM-085-SEMARNAT-1994 relativa a la emisión de contaminantes derivada de fuentes fijas de combustión; a través de esta Norma se establecen los estándares de emisión de los siguientes contaminantes: ácido clorhídrico, monóxido de carbono, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos totales. Sin embargo, esta norma no regula la emisión de dioxinas y furanos, que son las sustancias de interés específico para estas pruebas, por lo que el monitoreo de emisiones de estos productos se realizó en atención a los métodos establecidos por la EPA tipificados como EPA, 81-40 que se aplica para

análisis de combustión de plaguicidas fosforados, y EPA 80-80<sup>a</sup> que se aplica para análisis de combustión de plaguicidas organoclorados y PCBs.

Para la determinación de dioxinas y furanos, se contrató el servicio del laboratorio ABC, Química, Investigación y Análisis S.A. de C.V., y se formó un grupo interdisciplinario en el que participó personal técnico de la Dirección General de Residuos, Materiales y Actividades Riesgosas del Instituto Nacional de Ecología; también participaron técnicos del Departamento Ambiental del Instituto Politécnico Nacional y de la Asociación Mexicana de la Industria Fitosanitaria A.C. Dicho grupo operó con el fin de determinar la validación del procedimiento y el acuerdo para aplicar la incineración de envases como proceso de destrucción de éstos.

#### **3.5.2.1. Método para determinación de dioxinas y furanos**

Las pruebas efectuadas para el cumplimiento del protocolo antes mencionado se llevaron a cabo conforme a la normatividad existente y bajo la siguiente secuencia:

La determinación de partículas, ácidos, dioxinas y furanos se efectuó utilizando dos equipos diferentes para muestreos isocinéticos, un equipo Andersen Universal Stack Sampler y un equipo de fabricación nacional marca COMEXSA; estos equipos cuentan con una sonda de acero inoxidable y de cuarzo, equipadas con un tubo pitot tipo “S”, termopar tipo “K”, medidor de orificio y un manómetro inclinado para efectuar las mediciones de presión velocidad.

Como fase inicial se midió el diámetro de la chimenea y se determinó que el número de puntos a monitorear era 12; enseguida se calculó la ubicación de éstos a lo largo de la sonda de acuerdo al diagrama de la primera hoja de los formatos de campo.

Después de tener el número de puntos localizados en la sonda, se inició con el armado del tren de muestreo para hacer la prueba de fugas y posteriormente la prueba preliminar, colocando un tren de tres burbujeadores, el primero y el segundo con 100 ml de agua cada uno y el tercero con una cantidad de 200 g de sílica gel, aproximadamente.

Luego de haber realizado el chequeo de fugas correspondiente se procedió a iniciar la prueba que sirvió para conocer las condiciones en las que se encontraba operando el equipo incinerador.

Con los datos de la prueba preliminar se obtuvo la humedad, la temperatura promedio de los gases, la presión velocidad, la presión estática y la temperatura promedio del gasómetro.

Con estos datos y tomando en cuenta la presión barométrica del lugar, se calculó el diámetro de la boquilla a utilizar y las condiciones isocinéticas para iniciar la primera prueba definitiva. La boquilla que se utilizó, de acuerdo a los cálculos efectuados fue de 0.5 pulgadas de diámetro.

Para proceder con la primera prueba definitiva para dioxinas y furanos, se llevó a cabo simultáneamente el muestreo para el análisis de gases de combustión, además para calcular el peso molecular. Para la determinación de dioxinas y furanos se arma un tren de muestreo que consiste en una sonda de acero inoxidable, portafiltros con filtro de fibra de vidrio, un condensador para bajar la temperatura de los gases de chimenea hasta 20 grados centígrados, un módulo que contiene la resina XAD-2 y un tren de impactadores, el primero vacío, el segundo y tercero con un volumen de agua grado HPLC, el cuarto vacío y el equipo con aproximadamente 250 g de sílica gel con indicador de humedad.

La determinación de las dioxinas es mediante un muestreo isocinético, todos los datos tomados en campo son vaciados en un formato llamado “DATOS DE MUESTREO ISOCINÉTICO”, estos datos son alimentados a un programa de computadora para llegar a los resultados presentados en el formato “DATOS Y RESULTADOS GENERALES” y posteriormente a los presentados en las tablas de resultados que se comparan con la norma.

En este trabajo, se efectuaron dos mediciones para dioxinas y furanos, la primera que se le llamó “prueba en blanco” la cual consistió en operar el horno No. 2 con carga normal, y una segunda prueba que se llevó a cabo durante el quemado de envases que anteriormente contuvieron plaguicidas.

Después de haber concluido el muestreo en la chimenea, todo el tren de muestreo es cuidadosamente trasladado a un área libre de contaminación (o limpia) para proceder a recuperar la muestra.

La recuperación de la muestra se hace de la siguiente manera:

Cuidadosamente se remueve el filtro del portafiltro y se coloca en el contenedor identificado como “Contenedor No. 1” usando unas pinzas prelavadas para manejar el filtro. El filtro se dobla asegurándose que las partículas queden dentro del filtro. Después se transfiere al contenedor el material particulado y las fibras del filtro que se hayan quedado en el contenedor del filtro. Para limpiar el contenedor del filtro se utiliza un cepillo seco e inerte.

El módulo sorbente con la resina se desmonta y se tapa perfectamente para transportarse al laboratorio. Recuperar cuantitativamente el material depositado en la boquilla, en la sonda, en la línea de transferencia, en la parte frontal del portafiltro. Primero se cepilla y luego se enjuague secuencialmente tres veces con Metanol, Benceno y Cloruro de Metileno. Todos estos enjuagues se colocan en el recipiente marcado como contenedor No. 2.

Luego se enjuaga la parte trasera del portafolio, la conexión entre la línea y el refrigerante tres veces con Metanol, Benceno y Cloruro de Metileno, y se colectan en un recipiente marcado como contenedor No. 3.

Se retira el primer impacto, se seca y limpia la parte exterior del mismo. El contenido y los enjuagues se depositan en el contenedor No. 4. Enseguida se enjuaga el impactador secuencialmente tres veces con Metanol, Benceno y Cloruro de Metileno. Secar el

segundo y tercer impactador de la parte exterior y limpiarlos. El contenido y los enjuagues se vacían dentro del recipiente identificado como contenedor No. 5. Al tener las muestras perfectamente identificadas y preservadas, se procede a llenar la cadena de custodia correspondiente y se trasladan al laboratorio para su análisis

### **3.6. Determinación de costos de operación**

Los costos de operación del programa se definieron considerando los gastos totales del período de estudio (1998-2000) y su aplicación en los siguientes rubros:

- a) Acopio. Comprende las actividades de recolección de envases en las instalaciones de la empresa, el traslado de los mismos hasta el centro de acopio (a una distancia media de 50 km), la clasificación de éstos en las instalaciones del centro y la compactación para reducción de volumen, de tal forma que se permita su manejo para el traslado a disposición final.
- b) Transporte a sitio de disposición final. Esta actividad comprende las actividades de carga y descarga de material así como el traslado según el destino del mismo. Para la industria recicladora se transporta 250 km hasta la Cd. de Mazatlán. Para incineración en horno cementero, se transporta 1200 km, hasta las instalaciones del grupo Apasco S.A. de C.V. ubicadas en el estado de México. En el caso del confinamiento del material con niveles altos de contaminantes se remite al estado de Nuevo León, trasladándose a una distancia de 1100 km. Se aclara que en este último caso solamente se puede utilizar un transporte especializado en residuos peligrosos por lo que los costos se incrementan hasta en un 30% en relación con los costos del transporte normal.
- c) Costos de disposición. En este rubro se consideró la cuota que se paga a la empresa que recibe los materiales para someterlos a tratamiento, transformación y/o disposición. Para el caso específico de este trabajo únicamente se pagó este servicio a la industria cementera y el confinamiento de residuos peligrosos.

**Cuadro 21.** Proceso metodológico para el estudio del manejo de envases en el Valle de Culiacán.

| <b>Fase metodológica</b>  | <b>Objetivo</b>  | <b>Marco de Análisis</b> | <b>Producto y/o indicadores</b>   |
|---------------------------|--|--------------------------|---|
| Marco Teórico             | Diagnóstico de la problemática<br>Contextualización de la problemática<br>Revisión de estrategias globales (EU y CE) | Estadístico Descriptivo  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conceptualización</li> <li>• Normatividad</li> <li>• Mercado y consumo</li> <li>• Estrategias de manejo</li> </ul>                       |
| Investigación en Campo    |  | Tecnológico              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinación de residuos</li> <li>• Determinación de contaminantes</li> <li>• Determinación de costos de operación</li> </ul>           |
|                           |  | Social                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Programas educativos y culturales</li> <li>• Corresponsabilidad intersectorial</li> <li>• Estructuras de vigilancia</li> </ul>           |
|                           | Monitoreo de indicadores para cinco marcos de análisis   | Normativo                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acción institucional</li> <li>• Aplicación de Normas</li> <li>• Reglamentos Ambientales</li> <li>• Competencia de autoridades</li> </ul> |
|                           |  | Económico                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación de costos ambientales</li> <li>• Evaluación de costos y beneficios</li> <li>• Sanciones y estímulos</li> </ul>                |
|                           |  | Ambiental                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividades Ambientales</li> <li>• Disminución de contaminantes</li> </ul>   |
| Integración de Propuestas | Estrategia general de manejo apropiado de envases de plaguicidas   | Analítico Descriptivo    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Esquemas operativos</li> <li>NOM para manejo de envases.</li> </ul>  |
| Sistematización           | Recomendaciones para el manejo de envases de plaguicidas   | Descriptivo              |   |



#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el marco socioeconómico este trabajo ha permitido estructurar una organización social para atender los problemas de acopio y manejo de envases de plaguicidas, dicha organización se estructura a través de un convenio de colaboración voluntaria que se firmó entre la Confederación de Asociaciones Agrícolas del Estado de Sinaloa y la Asociación Mexicana de la Industria Fitosanitaria, AC., para desarrollar este programa en el estado de Sinaloa.

En el ámbito social, este trabajo ha tenido resultados que se manifiestan en la capacitación de los usuarios para el manejo de productos plaguicidas, a fin de que dichas personas utilicen los equipos de protección personal, y realicen las prácticas del “triple lavado” o limpieza de los envases vacíos, así como la disposición técnica de éstos en centros de acopio.

Dentro de los aspectos técnicos, este trabajo permitió definir la cantidad de residuos contenidos en aquellos envases que no se les aplica la limpieza o lavado, comúnmente denominado “triple lavado”, así como la cantidad de residuos contenidos en aquellos envases que se manejan de acuerdo a las indicaciones del Programa Campo Limpio; estas determinaciones fueron de suma importancia para el programa de acopio de envases, ya que esta variable determina la forma de disposición técnica que se deba hacer de los envases vacíos con el menor riesgo de daños ambientales y sanitarios.

En el contexto ambiental, el trabajo ha permitido generar una cultura y prácticas en manejo de envases evitando que estos queden a campo abierto, también ha generado una estrategia para el uso de los envases plásticos en las industrias del reciclado y del cemento.

Al reducir la cantidad de residuos contenidos en los envases vacíos y al evitar que estos queden en campo abierto se eliminan fuentes de contaminación contribuyendo al beneficio ambiental de la región.

#### **4.1. Material acopiado**

La producción agrícola en el estado de Sinaloa se realiza en dos ciclos de cultivo bien definidos. El primero, denominado ciclo otoño-invierno, comprende el cultivo de hortalizas y algunos granos como maíz, trigo y sorgo; es el ciclo de mayor importancia y se realiza entre los meses de septiembre a marzo. El segundo ciclo, denominado de primavera-verano, corresponde especialmente al cultivo de algunos granos como soya, sorgo, cártamo, maíz y frijol que se pueden desarrollar en agricultura de temporal. En este ciclo no se incluyen hortalizas, a excepción de aquellas que se cultivan en invernaderos o en instalaciones protegidas con malla sombra.

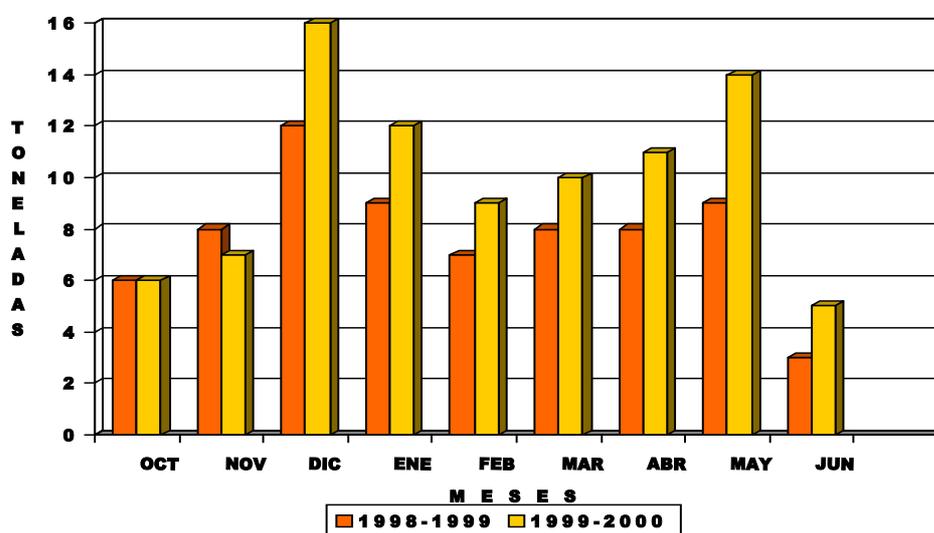
La cuantificación de los envases que se han acopiado, y cuyos resultados se integran en este trabajo, corresponden a los ciclos de cultivo 1998-99 y 1999-2000, que muestran especialmente los envases de los plaguicidas aplicados en los ciclos de cultivo otoño-invierno, por las empresas y productores que participan en el programa, y que son los organizados a través de las diferentes asociaciones de agricultores.

La estadística de acopio nos indica que existe una tendencia fuerte al suministro de productos en envases de un litro, aún cuando el tamaño de la empresa permita el manejo de recipientes mayores, debido a las altas cantidades de consumo de productos. En el cuadro 22 se muestra la distribución de los envases en comparación con su capacidad en litros.

**Cuadro 22.** Distribución de envases acopiados según su capacidad (litros) 1998-2000

| Capacidad (litros) | Porcentaje    |
|--------------------|---------------|
| 1                  | 77.10         |
| 2                  | 5.31          |
| 5                  | 9.25          |
| 10                 | 6.71          |
| 20                 | 1.48          |
| 50                 | 0.15          |
| <b>Total</b>       | <b>100.00</b> |

Los materiales más comunes con los que se construyen los envases de plaguicidas son el plástico, el metal, el cartón y los “aluminizados”. El programa ha puesto especial atención al acopio y manejo de productos plásticos y metálicos; los primeros para integrarlos a su procesamiento industrial ya sea como reciclados, o como combustible alternativo acopiado y los segundos para remitirlos a confinamiento de residuos peligrosos. En la figura 13 se representa el número de toneladas recolectadas en el Valle de Culiacán en el período 1998-2000 sólo de envases plásticos. El volumen anual recolectado en esta región es de 100 toneladas a partir del año 2000.



**Figura 13.** Envases plásticos acopiados en el Valle de Culiacán de 1998-2000.

Las principales empresas que participan en el programa son las agrícolas que producen hortalizas y granos, las formuladoras de plaguicidas establecidas en la región, las especializadas en fumigaciones urbanas y algunas bodegas de granos.

**Cuadro 23.** Empresas participantes en el programa de acopio de envases de plaguicidas en el Valle de Culiacán, en el año 2000.

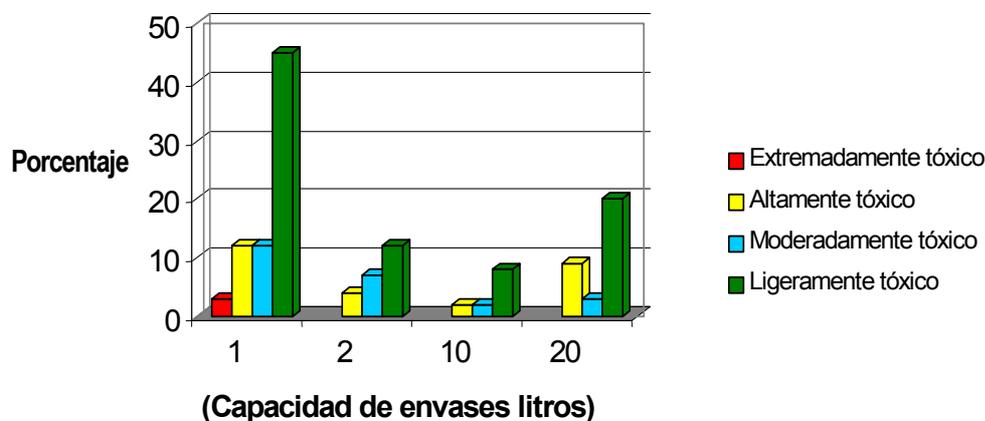
| <b>Giro de la Empresa (1)</b> | <b>No. de empresas</b> | <b>Cantidad de Material en Ton.</b> |
|-------------------------------|------------------------|-------------------------------------|
| Agrícola                      | 43                     | 89.2                                |
| Formuladora                   | 4                      | 7.3                                 |
| Fumigadora                    | 3                      | 0.9                                 |
| Bodega                        | 4                      | 2.6                                 |
| <b>Total</b>                  | <b>54</b>              | <b>100.0</b>                        |

Existe un alto porcentaje de envases recolectados con capacidad de un litro, a pesar de que la demanda media de plaguicidas por hectárea y cultivo de hortalizas es aproximada a las 47 unidades (kg ó l) por lo que se estima conveniente promover entre empresas distribuidoras y agrícolas el uso de recipientes de mayor volumen, o el suministro a depósitos fijos ubicados en las instalaciones de las agrícolas, con el fin de reducir la cantidad de material desechado como envase de plaguicida.

La aportación de envases al centro de acopio se realiza preferentemente por empresas hortícolas y algunas de servicios, sin embargo es muy baja la participación de pequeños productores como ejidatarios y productores de granos, por lo que se considera conveniente desarrollar una alternativa de acopio y manejo de envases apropiada a este sector, el establecimiento de pequeñas casetas en asentamientos rurales puede contribuir positivamente a fortalecer las actividades de acopio de envases.

#### **4.2. Clasificación de envases por banda toxicológica**

Los envases plásticos que fueron recolectados se clasificaron de acuerdo a la banda toxicológica del producto que contuvieron; esta clasificación permite la determinación de un posterior manejo. La cuantificación y clasificación de los envases de plástico, de acuerdo a estas bandas, permitieron obtener los resultados que se expresan en la siguiente figura.



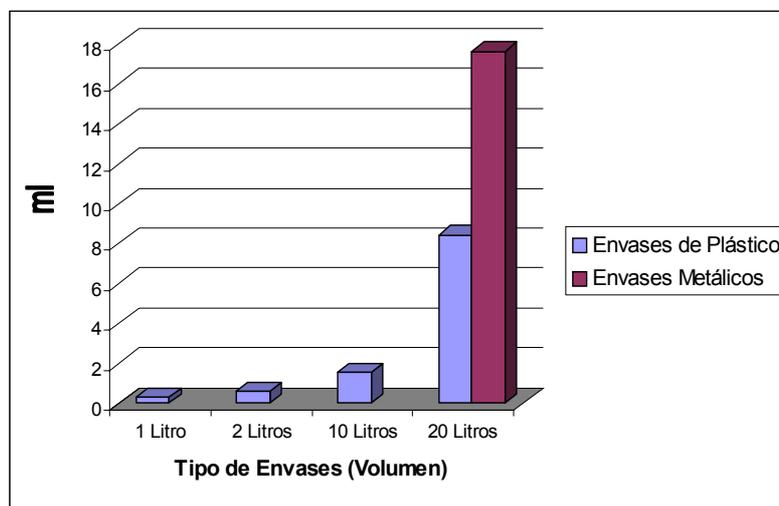
**Figura 14.** Categoría toxicológica de envases en centro de acopio

### 4.3 Cantidad de residuos contenidos en envases que no se les aplica triple lavado

Se realizaron evaluaciones de residuos de plaguicidas en envases que no fueron sometidos a “triple lavado”, es decir, en envases sucios de plástico, con la finalidad de determinar la cantidad de plaguicidas (en ml). Se pudo observar que las cantidades de residuos contenidos en este tipo de envases pueden ser significativas y altamente contaminantes del medio ambiente, así como de alto riesgo para la salud, debido a que algunos envases, como los tambores metálicos de 20 litros, llegaron a presentar más de 30 ml de residuos de producto por tambor, cantidad de producto que puede ser de considerable impacto al contaminar cualquier corriente de agua o el medio doméstico en familias rurales.

Asimismo, se determinó que en envases sin el enjuague o “triple lavado”, la cantidad de residuos puede variar desde 0.32 ml en envases de un litro hasta 8.45 ml en envases plásticos de 20 litros, y 17.65 ml en envases metálicos de 20 litros. Esta cantidad de residuos contenida en envases sin “triple lavado”, equivale a 13 kg. de residuos por tonelada de envases. En el Valle de Culiacán la cantidad de residuos vertida al ambiente a través de envases sucios es equivalente 2,000 kg. Estos residuos, pueden impactar el suelo, las corrientes de agua e incluso los hogares de los usuarios rurales de este tipo de

envases. En la figura siguiente se muestra la cantidad de residuos obtenidos por tipo de envase (volumen total del recipiente).



**Figura 15.** Contenido de residuos de plaguicidas en envases que no se les hizo triple lavado

#### 4.4. Capacitación

El programa del manejo de envases hizo especial énfasis en la capacitación del personal relacionado con el manejo de plaguicidas, desarrollando temas relativos al cuidado del ambiente, la protección personal, el uso de equipo de seguridad y el manejo de los envases vacíos. Entre 1998 y el año 2000 se desarrollaron dichas actividades en las 43 empresas agrícolas participantes en el programa:

**Cuadro 24.** Capacitación de personal sobre manejo de plaguicidas (1998-2000)

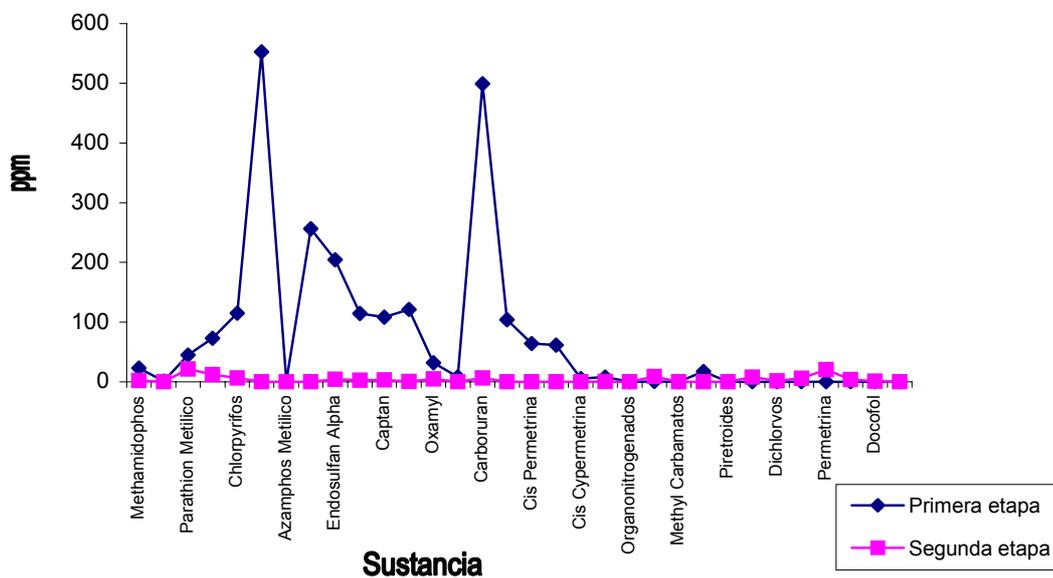
| Personal capacitado | Número |
|---------------------|--------|
| Jefes de almacén    | 48     |
| Jefes de mezclas    | 35     |
| Aplicadores         | 850    |

Las actividades de capacitación reportaron resultados positivos en cada uno de las áreas de conocimientos impartidas, fue de especial impacto el relativo al manejo de envases ya que la cantidad de residuos en los envases entregados al centro de acopio se redujo de manera significativa.

En el año 2000 se recolectaron 100 ton. de envases vacíos, esta cantidad de material de haber sido dispuesta a campo abierto y sin limpieza como se hacía tradicionalmente antes de desarrollar el programa de acopio, hubiera derramado una cantidad aproximada a los 1,300 kg de residuos tóxicos cuyo impacto se hubiera manifestado a través de contaminación de suelo, corrientes de agua y problemas sanitarios de la población.

#### **4.5. Determinación de residuos en envases que se les aplicó triple lavado**

Mediante análisis de laboratorio se determinó la cantidad de residuos de plaguicidas contenidos en envases en los que se realizó “triple lavado”; se identificaron residuos de 32 productos diferentes, usados como plaguicidas en la zona de estudio; los residuos se evaluaron mediante la toma de una serie de 10 muestras de los envases recibidos en el centro de acopio, que contuvieron productos plaguicidas aplicados durante los ciclos agrícolas 1998-1999, 1999-2000 en la zona de estudio. Los resultados de laboratorio indican que las muestras tomadas durante el período 1998-1999, contuvieron mayor cantidad de productos plaguicidas que las realizadas en el período 1999-2000. La media general de residuos fue de 30 ppm, resultados similares a los que se reportan en el programa de acopio de envases de plaguicidas que se realiza en los estados de California y Arizona, de los Estados Unidos de Norteamérica y cuyo producto se destina a reciclaje, incineración e incluso rellenos sanitarios de los condados, (Martínez, 2000).



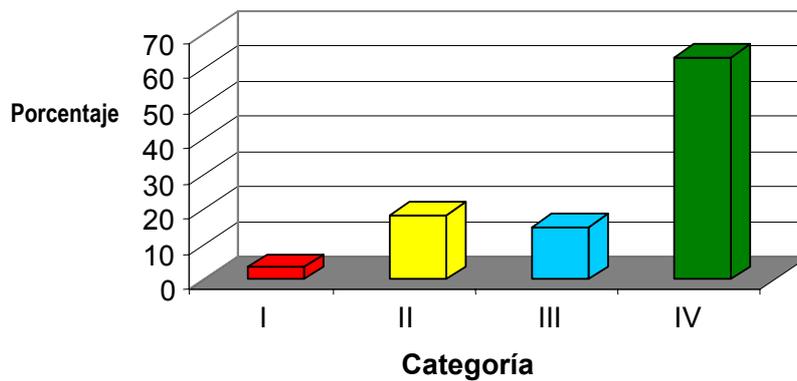
**Figura 16.** Residuos en envases que se les aplicó triple lavado

El laboratorio realizó análisis sobre un total de 32 sustancias de plaguicidas, de las cuales únicamente hubo presencia de 22 de ellas en la primera etapa y 21 en la segunda. Sin embargo, los niveles de residualidad disminuyeron notablemente en la segunda etapa, lo que nos señala la aplicación positiva de actividades y prácticas de limpieza de envases y buen uso de plaguicidas.

Mediante las prácticas de limpieza se ha reducido el contenido de residuos tóxicos en envases de plaguicidas, a una media de 30 ppm, con esta cantidad SEMARNAT ha dado opción para disponer estos productos mediante incineración o a través del reciclado para la fabricación de productos de uso industrial. Sin embargo no existe una norma o instrumento jurídico que regule el reciclado de productos contaminados, y la aplicación de los productos obtenidos por este medio. Por esta razón la recepción de materiales queda sujeta al criterio de la empresa recicladora. Se considera indispensable profundizar las investigaciones relativas a las aplicaciones de reciclados y las normas que lo regulen.

#### 4.6. Emisiones de incineración

El material que se destinó a incineración fue clasificado en una primera etapa por la categoría toxicológica de los productos que contuvieron los envases, como se muestra en la siguiente gráfica, destacando que el mayor porcentaje del material correspondió a la categoría toxicológica IV (ligeramente tóxico).



**Figura. 17.** Categoría toxicológica de envases que se destinaron a incineración.

La segunda etapa de la evaluación de residuos en el proceso de incineración consistió en la determinación de dioxinas y furanos; los resultados obtenidos se muestran en el cuadro 25. Es posible hacer una síntesis de este cuadro señalando que para el caso de las dioxinas se analizaron siete grupos de productos, en tanto que para el caso de los furanos se analizaron nueve grupos congéneres. En ambos casos, los resultados fueron negativos, es decir no se detectaron emisiones por encima del límite de detección de los equipos técnicos utilizados.

El resultado de las emisiones indica que la incineración de plásticos contaminados con plaguicidas en hornos cementeros, y bajo las condiciones técnicas descritas, representa una opción técnicamente segura por lo que los plásticos contaminados con plaguicidas en los niveles que se suministraron en este proceso, o por debajo de ellos, podrán ser utilizados como combustible alternativo en la industria.

**Cuadro 25.** Determinación de emisión de contaminantes derivados de la incineración de envases.

| <b>Elementos</b> | <b>Unidades</b>   | <b>Método</b>       | <b>Blanco</b> | <b>Con envases</b> |
|------------------|-------------------|---------------------|---------------|--------------------|
| Dioxinas         | ng/m <sup>3</sup> | CARB 420            | No Detectado  | No Detectado       |
| Furanos          | ng/m <sup>3</sup> | CARB 420            | No Detectado  | No Detectado       |
| PST              | Mg/m <sup>3</sup> | NMX-AA-10           | 42.00         | 57.81              |
| SO <sub>2</sub>  | Mg/m <sup>3</sup> | NMX-AA-56           | No detectado  | No detectado       |
| NO <sub>x</sub>  | Mg/m <sup>3</sup> | EPA 7E              | 160.49        | 180.32             |
| HCl              | Mg/m <sup>3</sup> | NMX-AA-70           | 0.00318       | No detectado       |
| CO               | Mg/m <sup>3</sup> | CELDA ELECT.        | 389.65        | 722.74             |
| HC <sub>T</sub>  | Ppm               | EPA 25 <sup>a</sup> | 62.80         | 51.87              |

1. Nota: Resultados corregidos al 7% de oxígeno

Fuente: Ecoltec. 1999

La disposición de plásticos contaminados mediante el proceso de incineración debe ser avalado con un protocolo de pruebas para detectar emisión de dioxinas y furanos; sin embargo esta medida preventiva establecida por SEMARNAT dificulta las decisiones técnicas debido a que en México no existen laboratorios de prueba para estas determinaciones, por lo que los protocolos se encarecen significativamente. Actualmente solo dos plantas de la industria cementera cuentan con autorización; una de ellas ubicada en Apasco, Estado de México y la otra en Tecomán, Colima, por lo que los productos a incinerar deberán trasladarse en distancias proporcionales al lugar donde se originan. Los plásticos de envases deben cubrir un costo de incineración de \$2.5 pesos por kilogramo.

#### **4.7. Estimación de costos**

La definición de costos y beneficios del programa de acopio de envases se estableció a partir de la media de costos de los tres principales procesos implicados en el programa:

- a) Acopio de envases que incluye las siguientes actividades: recolección de envases en las empresas, traslado de éstos hasta el centro de acopio, monitoreo de residuos y formación de pacas para su remisión a destino final.
- b) Transporte de pacas de envases a su destino de proceso, reciclado en la Cd. de Mazatlán, incineración en la cementera Apasco en el estado de México y

confinamiento en las instalaciones de la empresa “Residuos Industriales Multiquim”, ubicada en el estado de Nuevo León.

- c) Disposición final, se refiere al costo que debe cubrir el programa para que el material de envases sea recibido por la empresa que los someterá a proceso de transformación. Este costo lo define la empresa receptora.

En el cuadro 26 se desglosa el costo del programa de acopio de envases durante el período 1998-2000 en el Valle de Culiacán, lo cual permite revisar el nivel de costos de operación y los principales conceptos de gasto.

**Cuadro 26.** Costos de acopio de envases vacíos de plaguicidas del Valle de Culiacán (1998-2000).

| Concepto   | Costo total   | Aplicación mensual | Total 36 meses acumulado (1998-2000) |
|--|---------------|--------------------|--------------------------------------|
| Infraestructura física (nave para acopio 10 X 20) <sup>1</sup> | \$ 550,000.00 | 2,292.00           | 82,512.00                            |
| Vehículo (arrastre) <sup>2</sup>                               | 90,000.00     | 1,500.00           | 54,000.00                            |
| Operación nave (pintura y reparaciones)                        |               | 558.00             | 20,080.00                            |
| Combustible y mantenimiento de vehículo                        |               | 6,500.00           | 234,000.00                           |
| Materiales:  |               |                    |                                      |
| Fleje  |               | 580.00             | 20,880.00                            |
| Electricidad   |               | 1,320.00           | 47,520.00                            |
| Equipo de protección   |               | 350.00             | 12,600.00                            |
| Mano de obra:  |               |                    |                                      |
| 1 Técnico  |               | 7,500.00           | 270,000.00                           |
| 2 Peones   |               | 4,525.00           | 162,900.00                           |
| <b>T O T A L</b>   |               | <b>25,125.00</b>   | <b>904,492.00</b>                    |

<sup>1</sup> La nave de acopio se construyó con estructura metálica, no cuenta con muros, únicamente con malla ciclónica. Se estima una vida útil de 20 años (240 meses).

<sup>2</sup> El vehículo se utiliza para las actividades de recolección con recorrido medio de 200 km diarios y se estima vida útil de 5 años (60 meses).

#### 4.7.1. Inversiones y gasto operativo

El Programa de acopio de envases de plaguicidas en el estado de Sinaloa, se inicia mediante un acuerdo de cooperación entre la Asociación Mexicana de la Industria Fitosanitaria, A.C., que agrupa a los principales laboratorios y empresas transnacionales,

fabricantes de plaguicidas en México y la Confederación de Asociaciones Agrícolas del Estado de Sinaloa, a través de sus organismos asociados. En el Valle de Culiacán, la Asociación de Agricultores del Río Culiacán construyó un centro de acopio o nave de recepción, con superficie hábil de 200 m<sup>2</sup> y capacidad para recibir hasta 700 m<sup>3</sup> de envases. Este centro de acopio se construyó con estructura metálica, atendiendo a criterios técnicos para facilitar el acopio y reducir los riesgos de contaminación y accidentes derivados del manejo de envases. El terreno seleccionado para la construcción del centro, se seleccionó con base en los siguientes criterios:

- Fácil acceso a los agricultores,
- Alejado de corrientes de aguas superficiales y libre de riesgos de inundación
- Alejado de centros de población

Entre 1997 y 1998 se construyó el centro de acopio, ubicado a la altura del kilómetro 20 de la carretera que comunica a la ciudad de Culiacán con la ciudad de Navolato; este lugar se localiza en la región céntrica del Valle de Culiacán, por lo que es accesible y facilita la comunicación y el transporte con la mayor parte de empresas agrícolas de esta región.

La Asociación de Agricultores del Río Culiacán, A.C., aportó el valor de la construcción del referido centro y fue de un monto de \$550,000.00. Para los fines de este trabajo, se ha estimado una depreciación fija mensual, considerando la vida útil de la estructura de 20 años, por lo que la depreciación se estima dividiendo el monto total entre 240 meses del período de vida útil.

La Asociación Mexicana de la Industria Fitosanitaria, A.C., aportó un vehículo para recolección con un valor de \$90,000.00. Dado que esta unidad hace un recorrido medio diario de 200 km, se estima una vida útil de 5 años, por lo que se aplicó una depreciación considerando el costo total dividido entre la vida útil de 60 meses.

Los gastos de operación y mano de obra, se estiman en relación con la cuota corriente aplicada para estos conceptos, como son combustibles y mantenimiento de vehículos y equipo, materiales y salarios del personal operario.

#### **4.7.2. Definición de costos por kilogramo de material acopiado**

Debido a que este programa de manejo de envases de plaguicidas se estructuró sin experiencias previas, el volumen de material acopiado se ha incrementado año tras año en la medida en que se incorporaron mayor número de empresas, y de que éstas realizaron de mejor manera los procesos internos de limpieza y acopio temporal de los envases. Durante el primer año de operaciones (1998) que comprende la información que se maneja en este estudio, se acopiaron únicamente 70 toneladas de materiales plásticos. En el siguiente año (1999) se incrementó el acopio a 90 toneladas y para el año 2000 fue de 100 ton, por lo que la suma acumulada de material acopiado durante los tres años a que hace referencia este estudio (1998-2000) fue de 260 toneladas.

El costo de acopio por kilogramo de material se obtuvo dividiendo la suma de los costos del programa (incluyendo la depreciación de equipos y construcción civil) entre el total de material acopiado en el período de 3 años analizado; es decir, la suma de gastos y depreciaciones es de \$904,492.00 en el período mencionado, mismo en el que se recolectaron 260,000 kilogramos de material, por lo que el precio unitario por kilogramo, es de \$3.48.

Como se indica en el cuadro 27, el costo más bajo de disposición corresponde a la opción de reciclaje, lo que debe a que la empresa no cobra la recepción de material, en tanto que en las otras dos opciones sí se cobra este concepto. Sin embargo, es necesario hacer las siguientes consideraciones, el proceso de reciclaje se realiza en la región (Mazatlán) lo que reduce considerablemente los costos de transporte de material, ya que únicamente se cubre una distancia media de 250 km; en tanto que en las otras dos opciones se debe cubrir una distancia superior a los 1000 km, lo que repercute directamente en los costos de este concepto.

Por otra parte, es necesario mencionar que la opción de reciclaje para fabricación de tarimas industriales, tuberías de drenaje, materiales accesorios para la construcción, registros de aguas negras y otros, abren la posibilidad de manejo integral de envases de plaguicidas estructurándolos a otros procesos productivos.

Es conveniente señalar que el material destinado a incineración causa un cobro de recepción de 2.5 pesos por kilo, aún cuando este material que se usa como combustible alternativo en la cementera, le puede significar a esta empresa un ahorro considerable en costos; el litro de combustóleo tiene un precio de 1.78 pesos, el material plástico de los envases puede representar hasta el 80% del poder calorífico de éste, lo que se traduciría en un ahorro de 1.42 pesos por litro.

El confinamiento de material resulta la más costosa opción, además no ofrece ningún beneficio complementario por lo que se considera la menos indicada. En el cuadro 27 se desglosan los costos unitarios por kilogramo según el tipo de disposición, con lo cual se puede realizar un rápido análisis de la conveniencia económica por tipo de disposición.

**Cuadro 27.** Costos en pesos por kg, según tipo de disposición.

| <b>Concepto</b>   | <b>Reciclaje</b> | <b>Incineración</b> | <b>Confinamiento</b> |
|-------------------|------------------|---------------------|----------------------|
| Acopio            | 3.48             | 3.48                | 3.48                 |
| Transporte        | 0.41             | 1.83                | 2.25                 |
| Disposición final | 0.00             | 2.50                | 3.42                 |
| Costo total       | 3.89             | 7.81                | 9.15                 |

Fuente: Estimación directa

Los resultados muestran un costo diferencial muy significativo de la disposición de envases, según el destino. Como puede observarse, la diferencia de costos se debe principalmente al transporte y al costo de la recepción, los cuales representan un alto incremento de la industria de reciclados y el confinamiento de residuos peligrosos. En el caso del transporte pasó de \$0.41 a \$2.25, en tanto que el costo de recepción pasó de 0 a \$3.42 por kg.

Estos resultados permiten inferir que se debe fomentar la inversión para la construcción de infraestructura local que permita la captación, manejo y transformación de estos materiales, ya sea a través de la industria del reciclado o la construcción de incineradores propios y adecuados, que puedan dar servicio a otros sectores generadores de materiales similares para su incineración, como son: los agroplásticos y acolchados, plásticos domiciliarios y aceites gastados.

#### **4.8. Cobertura del programa**

Como se puede observar en los resultados presentados en el apartado anterior, el programa de acopio de envases cubre el 20% de la generación total de estos en el estado de Sinaloa, ya que de las 500 toneladas únicamente se recuperan 100 ton. Además, la participación de los pequeños y medianos agricultores productores de grano es muy limitada, solamente las empresas hortícolas canalizan el 100 % de sus envases.

Es necesario ampliar la cobertura de la infraestructura física para la recepción de envases, ya que únicamente se cuentan con tres centros regionales propiedad de las empresas de horticultores. Esto permite inferir la necesidad de construir una red de casetas rurales que permitan recibir los envases que generan los pequeños agricultores.

En relación con este tema, la experiencia ha permitido desarrollar el diseño de casetas de bajo costo y alta seguridad para evitar contaminación por manejo de envases, un croquis de dichas instalaciones se presenta en el Anexo 1.

#### **4.9. Organización intersectorial**

Asimismo, los resultados del programa se manifiestan a través de convenios de colaboración voluntaria que se realizaron entre la Confederación de Asociaciones Agrícolas del Estado de Sinaloa y la Asociación Mexicana de la Industria Fitosanitaria, A.C., para desarrollar un programa de acopio de envases y resolver el problema que desde el punto de vista ambiental y sanitario ha representado durante muchos años la presencia de envases vacíos abandonados a campo abierto (Anexo 2).

Este trabajo ha tenido resultados que se manifiestan en la capacitación de los usuarios de productos plaguicidas, a fin de que dichas personas utilicen los equipos de protección personal, y realicen las prácticas del “triple lavado” o limpieza de los envases vacíos, así como la disposición técnica de éstos en centros de acopio, manifestándose en un creciente volumen de envases que se entregan en los centros de acopio, así como de mayores niveles de limpieza de los mismos envases.

De lo anterior se deriva que la creación de organismos intersectoriales es imperativa para la operatividad del programa. Las funciones que deben desempeñar estos organismos están relacionadas con la supervisión del acopio de materiales y de la limpieza de los mismos, el cumplimiento de las obligaciones por parte de los agricultores y la existencia de un sistema eficaz de monitoreo de residuos en los envases acopiados. Además, dicho organismo debe tener la capacidad de promover el desarrollo del programa, reduciendo costos y creando alternativas de uso a los productos derivados, como pueden ser los reciclados.

#### **4.10. Norma para manejo de envases de plaguicidas**

Actualmente, los envases vacíos de plaguicidas se conciben en dos categorías: como productos peligrosos, aquellos que no son sometidos a limpieza de residuos al momento de la aplicación del producto, y como productos de bajo riesgo, aquellos envases vacíos que han sido sometidos a lavado o limpieza, actividad que técnicamente se denomina “triple lavado”, y que es un concepto que ya se encuentra tipificado en algunas normas oficiales, especialmente la *NOM-003-STPS-1999*, que se refiere a las prácticas de manejo de productos plaguicidas y a la prevención de riesgos sanitarios, derivados de este tipo de actividad. Para los envases sucios o contaminados con remanentes de plaguicidas, se recomienda su confinamiento como residuos peligrosos, en tanto que para los envases que han sido sometidos a limpieza, se pueden destinar a la industria del reciclaje, siempre que con ellos se elaboren materiales o productos industriales que no se destinen a usos domésticos o que impliquen el contacto directo con el ser humano y alimentos.

Es necesario destacar que en México no se encuentran bien definidos los procedimientos de manejo para envases de plaguicidas y todos aquellos productos que, derivados de la actividad agrícola, presenten algún grado de contaminación con plaguicidas, tal es el caso de los plásticos que se utilizan como acolchados, en invernaderos y de todos aquellos usados en los sistemas de riego por goteo y fertirrigación, que al concluir la temporada agrícola o la vida útil de estos productos, generalmente se abandonan o se incineran a campo abierto, provocando problemas de contaminación ambiental por emisiones a la atmósfera y arrastre de partículas mediante el escurrimiento de las aguas superficiales, pudiendo contaminar los cuerpos receptores de agua que, en muchas ocasiones, son fuentes de abastecimiento para abrevadero de ganado, riego agrícola e incluso para los sistemas de suministro a poblaciones rurales.

Por estas razones es necesaria la emisión de instrumentos jurídicos como las Normas Oficiales Mexicanas, o las Normas Oficiales Estatales, en las que se establezcan los procedimientos de manejo de este tipo de productos mencionados en los párrafos anteriores. Los instrumentos normativos deben contener claramente los siguientes aspectos:

- a) Tipo envase de plaguicida y/o fertilizante que se considera sujeto a normatividad.
- b) Procedimiento de manejo y limpieza de los envases vacíos de plaguicidas.
- c) Definición de los procedimientos de almacenamiento temporal de envases de plaguicidas en las instalaciones de empresas agrícolas que los generan o de las empresas que comercializan estos productos.
- d) Procedimiento de acopio y disposición de envases vacíos en centros especialmente destinados para éstos.
- e) Definición de los contenidos máximos de residuos de plaguicidas en los envases concentrados en los centros de acopio.
- f) Verificación del contenido de residuos en envases acopiados.
- g) Definición del destino de los envases acopiados
- h) Definición del tipo de productos a fabricar.
- i) Monitoreo y verificación del contenido de residuos en productos fabricados con envases de plaguicidas y materiales plásticos contaminados.

En el anexo 3 se presenta un proyecto de norma elaborado por el autor con el formato ajustado a la Ley de Metrología y Normalización.

#### **4.11. Promoción al uso de productos reciclados de plásticos agrícolas**

El aprovechamiento y disposición de residuos y productos como los envases plásticos de plaguicidas, que actualmente se consideran productos peligrosos y cuyo destino y uso final enfrenta un conjunto de obstáculos derivados de la normatividad y de las prácticas institucionales vigentes, requieren el desarrollo de tecnologías para su aplicación regional, que permitan el uso productivo de dichos residuos. Por la naturaleza plástica de los envases de plaguicidas, es urgente desarrollar tecnologías de reciclado, pero especialmente alternativas para el uso de productos reciclados en sustitución o uso simultáneo a productos de concreto y metálicos, sin el demérito de la calidad de las obras.

En materia tecnológica es importante definir los criterios que permitan el uso de plásticos que contenían plaguicidas, para productos reciclados a usar en la industria de la construcción y el desarrollo urbano, tales como:

- a) Tarimas industriales
- b) Cimbras
- c) Registros de aguas negras
- d) Tuberías para drenajes de aguas residuales urbanas, industriales y agrícolas.
- e) Barreras de contención en carreteras
- f) Topes de estacionamientos
- g) Registros y trampas de grasas y aceites para talleres mecánicos e industria metal mecánica.



**Figura 18.** Tarima industrial fabricada con plástico de envase de plaguicida.

En el sector agrícola un conjunto de productos de reciclados plásticos, pueden ser una alternativa al uso productivo de envases plásticos de plaguicida y de agroplásticos utilizados como acolchado, barreras rompevientos, equipos de ferti-irrigación y otros.

Tales productos reciclados pueden destinarse a los siguientes usos:

- a) Postes y estación para soporte de cultivo
- b) Tuberías para drenaje agrícola
- c) Postes para cercado de terreno agrícola y ganadero
- d) Contenedores de plaguicidas
- e) Contenedores de fertilizantes
- f) Contenedores de equipo de ferti-irrigación
- g) Taquetes

Este nuevo uso permitirá reducir la demanda de los productos vegetales que actualmente se utilizan como soporte de cultivos hortícolas y que, en general, implican un demérito a la calidad de la cubierta vegetal de la región, si no es que el deterioro de ésta, tal como sucede en el estado de Sinaloa con la especie *Crotton sp.* (vara blanca). Dicha demanda se estima entre 100 y 120 mil metros cúbicos, según estudios de CAADES (2001).

#### **4.12. Esquema de implementación de programa de acopio de envase**

A continuación se presenta un esquema general de estrategias y procedimientos para implementar un programa de acopio y manejo de envases de plaguicidas, basado en la experiencia y en los resultados obtenidos en el transcurso de este trabajo.

**Cuadro 28.** Estrategia de implementación del programa de manejo de envases de plaguicidas

| Programas         | Proyectos  | Actividades  | Sectores involucrados y de Financiamiento   |
|-------------------|--|--|---|
| Marco normativo   | Norma oficial para el manejo de envases                  | Convenios intersecretariales, estatales y federales<br>Definiciones de criterios de residualidad, niveles de aplicación<br>Definición del tipo de productos finales<br>Definición de criterios de residualidad de productos de reciclamiento | Municipio<br>Asociaciones estatales y Secretarías                                 |
|                   | Reglamento ambiental estatal y municipal                 | Integración de opciones para manejo de envases de plaguicidas<br>Reuniones en coordinación con sectores involucrados<br>Activación de COEPLAFEST<br>Tipificación de obligaciones y sanciones   | Estatal y municipal   |
|                   | Formación de estructuras de vigilancia                   | Formación de comités mixtos para la aplicación de la normativa y reglamento  | Estatales y municipales   |
| Marco tecnológico | Selección de sitios para construcción de naves de acopio | Ingeniería del proyecto<br>Análisis de riesgos ambientales de sitio<br>Logística de acopio   | Organizaciones de productores<br>Empresas distribuidoras<br>Participación estatal |
|                   | Construcción de naves de acopio                          | Selección y diseño y materiales de construcción  | Organizaciones de productores<br>Empresas distribuidoras<br>Participación estatal |
|                   | Proyectos locales de acopio                              | Selección rutas<br>Definir formas de participación de empresas<br>Supervisión de limpieza de envases<br>Análisis de residuales en envase acopiado<br>Manejo de envases por trituración o compactación<br>Destino y uso de material acopiado  | Organizaciones de productores<br>Empresas distribuidoras<br>Participación estatal |

Continuación Cuadro 28.

| <b>Programas</b>  | <b>Proyectos</b>                                      | <b>Actividades</b>  | <b>Sectores involucrados y de<br/>Financiamiento</b>  |
|-------------------|---|---|---|
| Marco tecnológico | Alternativas para disposición e industrialización     | Identificación de industrias para reciclamiento e incineración<br>Definición de productos reciclados demandados en la región<br>Determinación de residuos en productos de reciclamiento                   | Organizaciones de productores<br>Empresas distribuidoras<br>Participación estatal           |
| Marco social      | Educación ambiental-conductual                        | Campañas de capacitación permanente de operarios<br>Convenios de capacitación institucionales<br>Difusión en medios masivos de comunicación<br>Integración de las temáticas en los programas de educación | Organizaciones de productores<br>Empresas distribuidoras<br>Participación estatal           |
|                   | Formación de organizaciones de productores            | Integración de productores<br>Definición de formas de participación   | Organizaciones de productores<br>Empresas distribuidoras<br>Participación estatal           |
|                   | Estructuras de vigilancia                             | Integración de productores<br>Definición de formas de participación<br>Definición de ámbitos de acción  | Institución estatal y municipal<br>Organizaciones de productores<br>Empresas distribuidoras |
| Marco económico   | Evaluación económica de alternativas                  | Definición de costos y beneficios del programa<br>Definición de costos y beneficios por alternativa de destino final  | Organizaciones de productores<br>Empresas distribuidoras<br>Participación estatal           |
|                   | Evaluación de efectos comerciales                     | Entorno de mercado externo<br>Estudio de inocuidad y competitividad   | Organizaciones de productores<br>Instituciones académicas y de investigación                |
|                   | Proyecto de exención estímulos y castigos municipales | Evaluación de costos ambientales municipales<br>Propuesta de incentivos fiscales para reutilización y reciclamiento   | Administración municipal<br>Organizaciones de productores<br>Empresas distribuidoras        |

Continuación Cuadro 28.

| <b>Programas</b> | <b>Proyectos</b>                              | <b>Actividades</b>   | <b>Sectores involucrados y de<br/>Financiamiento</b>   |
|------------------|---|--|--|
| Marco ambiental  | Proyecto de evaluación ambiental del programa | Costo beneficio ambiental<br>Sistemas de monitoreo en aguas residuales y costeras                        | Red Mexicana de Manejo de Residuos (REMEXMAR)<br>Organizaciones de productores<br>Empresas distribuidoras<br>Participación estatal<br>Comités mixtos |
|                  | Proyecto de salud ambiental                   | Costos y beneficios sanitarios<br>Monitoreo de casos de intoxicaciones y padecimiento de casos asociados | Red Mexicana de Manejo de Residuos (REMEXMAR)<br>Organizaciones de productores<br>Empresas distribuidoras<br>Participación estatal<br>Comités mixtos |

## 5. CONCLUSIONES

1. Los envases de plaguicidas que no se someten a limpieza (triple lavado) contienen una media de residuos de plaguicidas de 13 kg. por tonelada. El impacto de estos residuos al suelo, al agua y a los usuarios es proporcional al volumen de productos que se manejan. En el Valle de Culiacán representan una derrama de 2 toneladas de residuos; en tanto que, en el estado de Sinaloa los residuos contenidos en envases son equivalentes a 6.5 toneladas. A nivel nacional, se estima que el volumen de contaminantes es equivalente a 40 toneladas de productos tóxicos que acompañan a los envases de plaguicidas que se disponen a campo abierto.
2. Las actividades de capacitación desarrolladas como parte del programa de acopio de envases han permitido reducir la cantidad de residuos de 13 kg, a tan solo 0.030 kg por tonelada de envases, es decir se ha logrado reducir en más de 400 veces el contenido de residuos. Este nivel de residuos, logrado a través del programa, es similar al logrado en países como Estados Unidos de Norteamérica y países miembros de la Unión Europea. Se considera que con este nivel de contaminantes se reducen los riesgos ambientales y sanitarios en el manejo de envases, y permite el uso de estos materiales como materia prima en los procesos de reciclado de plásticos y de incineración de los mismos.
3. La combustión de envases vacíos en los hornos de la industria cementera no reportó emisiones a la atmósfera de productos contaminantes como dioxinas y furanos; otros contaminantes como óxidos de nitrógeno y azufre, óxidos de carbono y compuestos clorados reportaron niveles de emisión por debajo de la norma oficial mexicana (NOM 085ECOL, 1993) que regula las emisiones a la atmósfera de la incineración de productos autorizados para combustibles industriales. Por lo que se concluye que esta alternativa de eliminación es recomendable.
4. Los costos de disposición de envases vacíos fueron de \$3.81 por kilogramo para procesos de reciclado, \$7.81 por kilogramo para procesos de incineración y \$9.15 para confinamiento controlado. Aún cuando el reciclado constituye la opción con menor costo de disposición, no se considera la mejor alternativa desde el punto de

vista ambiental, debido a que actualmente en nuestro país no se cuenta con normas técnicas que definan la cantidad de residuos tóxicos que puede contener un producto reciclado, los usos autorizados para este producto y los procesos de seguimiento del mismo. La opción de confinamiento, además de resultar la más cara también presenta serios cuestionamientos debido a que no especifica el destino de los productos confinados en tiempos futuros.

Para disponer los envases mediante procesos de reciclado es necesario elaborar la norma técnica que defina los contenidos permisibles de residuos tanto en materia prima como en productos terminados.

La incineración de materiales de envases será recomendable siempre que se realicen infraestructura que permita el monitoreo de emisiones.

5. El acopio de envases vacíos de plaguicidas ha representado beneficios regionales en materia ambiental, debido a que mediante las actividades de éste, se ha reducido la cantidad de contaminantes contenidos en los envases vacíos; además, el acopio de los mismos, evita que éstos sean arrastrados hasta alcanzar corrientes de aguas superficiales y/o lagunas costeras. En materia sanitaria, los beneficios del proyecto se manifiestan al reducir los riesgos de intoxicación por manejo doméstico de envases contaminados.
6. El estado de Sinaloa demanda anualmente una media de 7,000 toneladas de productos plaguicidas, estos generan un promedio de 500 toneladas de envases vacíos por año en el estado; sólo en el Valle de Culiacán se consumen 2,000 toneladas de productos plaguicidas, mismos que originan alrededor de 150 toneladas de envases. En esta misma región, el programa de acopio de envases recupera 100 toneladas anuales, el sector hortícola entrega al programa el 100% de sus envases, en tanto que otros usuarios y generadores de envases lo hacen en menor proporción.
7. Como se indica en los resultados de material acopiado, el 77 % de los envases acopiados fueron contenedores con capacidad de un litro, a pesar de que la demanda media por hectárea de cultivo es de 47 unidades y las empresas hortícolas manejan superficies superiores a las 50 ha., lo que representa una demanda mínima de 2,300 unidades por empresa. Esta situación sugiere que se atienda el sistema de

distribución de plaguicidas, a fin de que se utilicen recipientes de mayor capacidad, y las empresas distribuidoras utilicen unidades especializadas para el suministro a contenedores fijos en las instalaciones de las empresas agrícolas. También es importante señalar que los contenedores de 20 l puede ser reutilizados al interior de las empresas. Ambas medidas contribuirán significativamente a reducir la cantidad de envases generados.

8. El programa constituye un esfuerzo regional exitoso en manejo adecuado de envases vacíos y residuos de plaguicidas; sin embargo, este ha sido financiado totalmente por la Asociación Mexicana de la Industria Fitosanitaria, A.C. y las asociaciones locales de agricultores, representadas por la Confederación de Asociaciones Agrícolas del Estado de Sinaloa en el estado de Sinaloa lo que limita su desarrollo a otras regiones, donde los agricultores presentan menor capacidad de organización, por lo cual se considera necesario que el Gobierno Mexicano en sus tres niveles de jerarquía, implemente una política pública para el manejo de residuos y productos contaminados derivados de la producción agrícola, desarrollando estrategias de apoyo financiero a estos programas, de tal manera que el manejo de residuos y productos contaminados se pueda integrar también como proyectos de inversión para productos alternos, tales como plásticos reciclados de uso agroindustrial y combustibles alternos de uso industrial.
9. Dado los beneficios derivados del programa de manejo de envases es conveniente las instituciones gubernamentales en coordinación con organización de agricultores, fabricantes y distribuidores de plaguicidas promuevan la formación de centros de capacitación y centros de acopio de envases de usuarios de plaguicidas, como centros de acopio de envases en las principales zonas de desarrollo agrícola del país. De tal forma que se pueda constituir una red de capacitación y acopio que facilite las decisiones del manejo de estos productos en coordinación con las industrias capacitadas para su aprovechamiento.

10. El manejo de envases de plaguicidas y productos contaminados derivados de la producción agrícola, requiere de la emisión de normatividad específica, a través de Normas Técnicas Estatales y de Normas Oficiales Mexicanas, mediante las cuales se determine la cantidad de residuos permisibles en envases vacíos, plásticos, acolchados, equipos de fertirrigación, y otros; así como de la definición de los residuos permisibles en productos elaborados con materiales contaminados y de la emisión a la atmósfera, derivada de la incineración de dichos residuos en hornos cementeros, caleras, tabiqueras, industria fundidora y cualquier otra que consuma combustible fósil, pues la falta de esta normatividad dificulta la estructuración de programas regionales en materia de manejo de residuos.

## 6. BIBLIOGRAFIA CITADA

- Agrow. 1993. World Crop Protection News. April 2, 1993; march 5, 1993; January 8, 1993; y April 21, 1993./ FT. editorial paris.  
[www.igc.org/panna/resiyrces/pestis/PESTIS.burst.361.html](http://www.igc.org/panna/resiyrces/pestis/PESTIS.burst.361.html). Consultado el 14 octubre del 2001.
- Albareda-Sirvent, M., Merkoçi, A. y Alegret, S. 2001. Pesticide determination in tap water and juice samples using disposable amperometric biosensors made using thick-film technology. *Analytica Chimica Acta*, No. 442. Elsevier. pp. 35– 44
- Albert, L. 1990. Repercusión del uso de plaguicidas sobre el ambiente y la salud. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. México, D.F., 331p.
- Albino, G. F. 1998. Instrumentos económicos para el estudio del impacto industrial en el ambiente. *Economía Informa*, No. 270, septiembre de 1998. FE-UNAM. México, D.F. 20-28 pp.
- Anderson K. 2000. Reformas al comercio de productos agropecuarios, incentivos para la investigación del ambiente. *Agricultura y Medio Ambiente*. Banco Mundial, Washington, D.C. 74-86 pp.
- Armienta, A. V. 1974. Contaminación por plaguicidas organoclorados en un sistema de drenaje agrícola del estado de Sinaloa. Tesis. Universidad Autónoma de Sinaloa. Culiacán, Sin. México. 73 p.
- Asociación Mexicana de la Industria Fitosanitaria, A.C. 2002. AMIFAC: Informe Anual, 2002. México, D.F., pp32.
- Avendaño R. B., Shwentesius R. R. y Lugo M. S. 2002. Inocuidad en hortalizas ¿Beneficio para el consumidor o nueva barrera al comercio? Reporte de Investigación. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp9-25.
- Barret S. (1999) Montreal contra Kyoto. La cooperación internacional y el medio ambiente mundial. *Bienes Públicos Mundiales, La Cooperación Internacional en el XXI*. México. pp. 206-256.
- Barkin D. y Suarez B. 1983. Las semillas y la seguridad alimentaría. *El Fin del Principio*. México. 183 pp.
- Bastidas P. 1999. LAB/CAADES No. 02 (04 99) Determinación de Residuos de Plaguicidas en Contenedores Vacíos (plástico, metal y vidrio) usando cromatografía de gases con detectores selectivos (PFPD, TSD, ELCD y ECD). Culiacán, Sin., México. pp. 15

- Bonnet, A. R. 2002. La Globalización y las crisis Latinoamericanas. Globalización, Revista Electrónica. Febrero del 2002. <http://www.rcci.net/globalizacion/2002/fg219.htm>, consultada 13 de mayo del 2002.
- Borlaug N. E. 2002. La Revolución Verde Paz y Humanidad. Universidad Autónoma Chapingo. Centro de Investigaciones Económicas Sociales y Tecnológicas de la Agroindustrias y la Agricultura Mundial. México. pp. 60.
- Braathen A. N. 2002. Diseño y efectividad de los instrumentos fiscales relacionados con el medio ambiente en los países de la OCDE. Impuestos Ambientales Lecciones en Países de la OCDE y Experiencias en México. INE, México. pp. 41-62.
- Brandy, C. N. y Weil, R. R. 1999. The Nature and Propieties of Soils. Prentice-Hall, Inc. pp. 365-379.
- Brown R. L. 1997. Ante la perspectiva de la escasez de alimentos en: La situación del mundo, un informe del Worldwatch Institute sobre el progreso hacia una sociedad sostenible. España, Edit. Icaria, pp. 55-88.
- CAADES. 2001. Informe de actividades 2000. Culiacán Sinaloa. S/e. 73 pp.
- Cantlon, J.E. y Koenig, H.E. 1999. Sustainable ecological economies. Ecological Economics, No. 31. Elsevier. Pp. 107-121.
- Castellanos, Z. J. y Peña Cabriales, J.J 1990. Los nitratos provenientes de la agricultura. Una fuente de contaminación en los acuíferos. Terra 8(1) México pp. 113-126
- Centner, T.J. y Gunter L.F. 1999. Financing the disposal of unwanted agricultural pesticides. Environment International, Vol. 25, No.5,. Elsevier Science Ltd. Great Britain. pp. 635-646
- Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, División de Salud y Ambiente. 1995. Evaluación de Riesgos en Salud por la Exposición a Residuos Peligrosos. ECO/OPS. México, D.F. 33 p.
- CICOPLAFEST, 1998. Catálogo oficial de plaguicidas, México. Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, fertilizantes y Sustancias Tóxicas. México, 360 p.
- Chavez C. M y Whiteford S. 2001. Globalización y bloques regionales en el continente americano: Problemáticas y perspectivas. Nueva Economía Política de la Globalización y Bloques Regionales. 15-42 p. Universidad Chapingo.
- Cisneros, X. F.; González, F. y Fuentes, C. 1999. Contaminación por agroquímicos en lagunas costeras aledañas al D.R. 076, El Carrizo, Sinaloa. En: Memoria del IX Congreso Nacional de Irrigación. 27-29 de octubre. Culiacán, Sinaloa. México, pp. 239-245.

- CNA, 2000. Programa Hidraulico de Sinaloa. Comisión Nacional del Agua. Gerencia Regional del Pacífico Norte. México, pp. 105
- CNA, 1995. Programa Hidráulico Nacional 1995-2000. Comisión Nacional del Agua. México. pp. 157.
- Comisión par la Cooperación Ambiental (CCAAN). 1999. Evaluación de los efectos ambientales del Tratado de Libre Comercio de América del Norte, marco de trabajo analítico (fase II) y estudios temáticos. CCA, Canadá. 384 p.
- Cortina S. 2002. Algunas contribuciones a la legislación mexicana: El diseño de instrumentos fiscales en México. Impuestos Ambientales Lecciones en Países de la OCDE y Experiencias en México. INE, México 33-40 p.
- Cremlyn, R. 1995. Plaguicidas Modernos y su Acción Bioquímica. Ed. Noriega. México, D.F. 355 p.
- CropLife Latin America. 2002, Una visión compartida. Más de 10 años trabajando por el desarrollo agrícola en América Latina. CropLife Latin America Brasil. 204 p.
- Cruz, H. A., Cárdenas V. 2000. Programa Campo Limpio. Un esfuerzo compartido para el acopio y manejo seguro de envases de plaguicidas. 1er. Simposio Internacional sobre Agroquímicos, sus efectos al ambiente la salud y alternativas. Culiacán, Sinaloa. Mayo de 2000. 19 p.
- Darling, J. 1991. Nafta seen has México pollution threat. Los Angeles Times, Julio 7. p. 199.
- Donoso, G.; Cancino, J. y Magri, A. 1999. Effects of agricultural activities on water pollution with nitrates and pesticides in the Central Valley of Chile. Water Science Technology. Vol. 39, No.3,. Elsevier, Great Britain. pp. 49-60.
- Diaz H. G. 2000. Manejo Adecuado de Envases de Plaguicidas en el Valle de Culiacán. Tesis. Licenciatura Escuela de Biología. Universidad Autónoma de Sinaloa. México. P. 75.
- Ecoltec. 1999. Ecoltec, S.A. de C.V., Química, Investigación y Análisis, S.A. de C.V. Informe de Resultados del Protocolo de Pruebas de Quemado de Envases de Plaguicidas en el Horno No. 2 de Cementos Apaxco, S.A. de C.V. en Apaxco Estado de México. México. P. 110.
- Enkerlin, E. C.; G. Cano; R. A. Garza y E. Vogel. 1997. Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible. International Thomson Editores. México, D.F., 690 p.
- Epp, D. 2000. Latin American crop protection. Informe de actividades. S/e. 25 p.

- Escalante I. 1998. Beneficios del Acopio de Envases de Plaguicidas en Sinaloa. Tesis, Licenciatura. Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Sinaloa. México. P. 80.
- Estrada, M. 1998. Uso Moderado de Plaguicidas en México. Memorias, Ciclo de conferencias "Hacia una renovación ambiental en México". Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos, México. 268 p.
- Falconer, K. E. y Hodge, I. 2000. Using economic incentives for pesticide usage reductions: responsiveness to input taxation and agricultural systems. *Agricultural Systems*, No.. 175-194. Elsevier. 63. p
- Falconer, K. E. 1998. Managing diffuse environmental contamination from agricultural pesticides: an economic perspective on issues and policy options, with particular reference to Europe. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, No. 69, pp. 37-54. Elsevier, Great Britain.
- FAO, 1985, Directrices Económicas para la Lucha contra las Plagas en la Agricultura. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Organización Mundial de la Salud, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura la Alimentación, Roma, 94 p.
- FAO, 1988, Manual sobre Elaboración y Empleo de la Especificaciones de la FAO para Productos Destinados a la Protección de las Plantas. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Organización Mundial de la Salud, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura la Alimentación, Roma, Tercera Edición Revisada, 98 p.
- FAO, 1996. Eliminación de Grandes Cantidades de Plaguicidas en Desuso en los Países en Desarrollo. Directrices provisorias. Colección FAO: Eliminación de Plaguicidas. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Organización Mundial de la Salud, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, 1996. 87 p.
- FAO. 1982. Criterios Ecológicos para el Registro de Plaguicidas. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Organización Mundial de la Salud, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura la Alimentación, Roma, 42 p.
- Ferrera, C. R. y Pérez, J. 1995. Agromicrobiología, Elemento útil en la Agricultura Sustentable. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, Montecillo, Estado de México. 233 p.
- Galindo, 2000. Condiciones ambientales y de contaminación en los ecosistemas costeros. UAS, SEMARNAP. México. 158 p.

- Galindo, J. G. R.; Medina, M. A.; Villagrana, C. e Ibarra, L. 1997. Environmental and pollution condition of the Huizache-Caimanero Lagoon, in the North-west of Mexico. *Marine Pollution Bulletin*. Vol. 34, No. 12. Elsevier p. 1072-1077.
- Galindo-Reyes, J. G.; Fossato, V. U.; Villagrana-Lizarraga, C. y Dolci. F. 1999. Pesticides in Water, Sediments, and Shrimp from a Coastal Lagoon on the Gulf of California. *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 38, No. 9, Elsevier Science Ltd. Great Britain. pp. 837-841, 1999.
- García de Llasera, M. P. y Bernal-González, M. 2001. Presence of carbamate pesticides in environmental waters from the northwest of Mexico: determination by liquid chromatography. *Water Research*. Vol.35, No.8, Elsevier. pp. 1933 –1940.
- García. M. F. 2001. Los límites de la globalización. *Globalización, Revista Electrónica*. Febrero del 2002. <http://www.rcci.net/globalizacion/2001/fg160.htm>, consultada 13 de mayo del 2002
- Gobierno de Canadá, 1992. North American free trade agreement: Canadian. *Environmental Review*. Octubre, 1992. 42 p.
- Grupo de Asesoría de Mercados y ESANE consultores, 1999. Diagnóstico y Alternativas para la Producción de Granos en el Estado de Sinaloa. Culiacán, Sinaloa, México. 63 p.
- Gudynas, E. 2000. Globalización, políticas sociales y medio ambiente. *Globalización, Revista Electrónica*. Octubre del 2000. <http://www.rcci.net/globalizacion/2000/fg145.htm>, consultada 13 de mayo del 2002.
- Guenzi, D. W.; Ahlrichs, J. L.; Chester, S. G.; Nassh, R.G. y Bloodworth, M. E. 1974. Pesticides in soil and water. Science Society of America, Inc. Publisher Madison, Wisconsin USA. Pp. 331-375.
- Hazell P. 2000. “Modificadores” ambientales y de equidad en estrategias de desarrollo rural. *Agricultura y Medio Ambiente*. Banco Mundial, Washington, D.C. p. 96-98
- Hazell P. y Lutz E. 2000. Integración de los temas de sostenibilidad y ambiente a las políticas de desarrollo rural. *Agricultura y Medio Ambiente*. Banco Mundial, Washington, D.C. pp. 9-21
- Heady C. 2002. Opciones para el uso de recursos fiscales derivados de impuestos ambientales. *Impuestos Ambientales Lecciones en Países de la OCDE y Experiencias en México*. INE, México. pp. 63-75.
- Hewitt A. C. 1978. *La Modernización de la Agricultura Mexicana 1940-1970*. Editorial E.D. Siglo XXI. México. 264 p.

- Houghton, J.T., G.J. Jenkins, J.J. Ephraums, eds, 1990: 1990 Intergovernment Panel on Climate Change, Cambridge University Press, 280 pp.
- Huber M. R.; Ruitenbeek J y Seroa da Motta R. 1998. Market-Based Instruments for Environmental Policymaking in Latin America and the Caribbean. World Bank Discussion paper. Washington, D.C. 79 p.
- INEGI, 1997. Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos. INEGI, México, 264 p.
- Kammerbauer, J. y Moncada, J. 1998. Pesticide residue assessment in three selected agricultural production systems in the Choluteca River Basin of Honduras. *Environmental Pollution* 103 (1998), Elsevier, USA. pp. 171 a 181.
- Kaul I., Grunberg I y Stern M. A. 1999. Bienes Públicos Mundiales, La Cooperación Internacional en el XXI. México. 570 p.
- Landa, H.J. y C. Valenzuela J., 1995. Manejo y tratamiento de residuos sólidos en la Universidad Autónoma Chapingo. Dirección de Administración. Subdirección de Servicios Generales. Chapingo, México.
- Lehotay, S. J.; Harman-Fetcho, J.A.; y McConnell, L. L. 1998. Agricultural Pesticide Residues in Oysters and Water from Two Tributaries of the Chesapeake Bay. *Marine Pollution Bulletin*. Vol. 37 (12), Elsevier. pp. 32-44.
- Lichtenberg, E. y Zimmerman, R. 1999. Information and farmers' attitudes about pesticides, water quality, and related environmental effects. *Agriculture, Ecosystems and Environment* No. 227–236. Elsevier. 73, p.
- Loera, R. 1990. Los plaguicidas, el ambiente y la salud. Editorial Centro de Ecodesarrollo, México, D.F. 29 p.
- Lutz E., 2000. Agricultura y Medio Ambiente Perspectivas sobre el desarrollo rural sostenible. Banco Mundial, Washington, D.C. 370 p
- Marjanovic, P. y M. Miloradov. 1998. Systems view of integrated water quality monitoring within the requirements of the new national water policy in South Africa. *Water Science and Technology*. Vol. 38, No. 11, Pergamon, Great Britain. pp. 141-148.
- Maroni, M.; Fait, A. y Colosio, C. 1999. Risk assessment and management of occupational exposure to pesticides. *Toxicology Letters* No. 107, pp. 145–153. Elsevier.
- Marquita K. H. 1997. Understanding Environmental Pollution. Cambridge University Press, Cambridge, New York. 316 p.

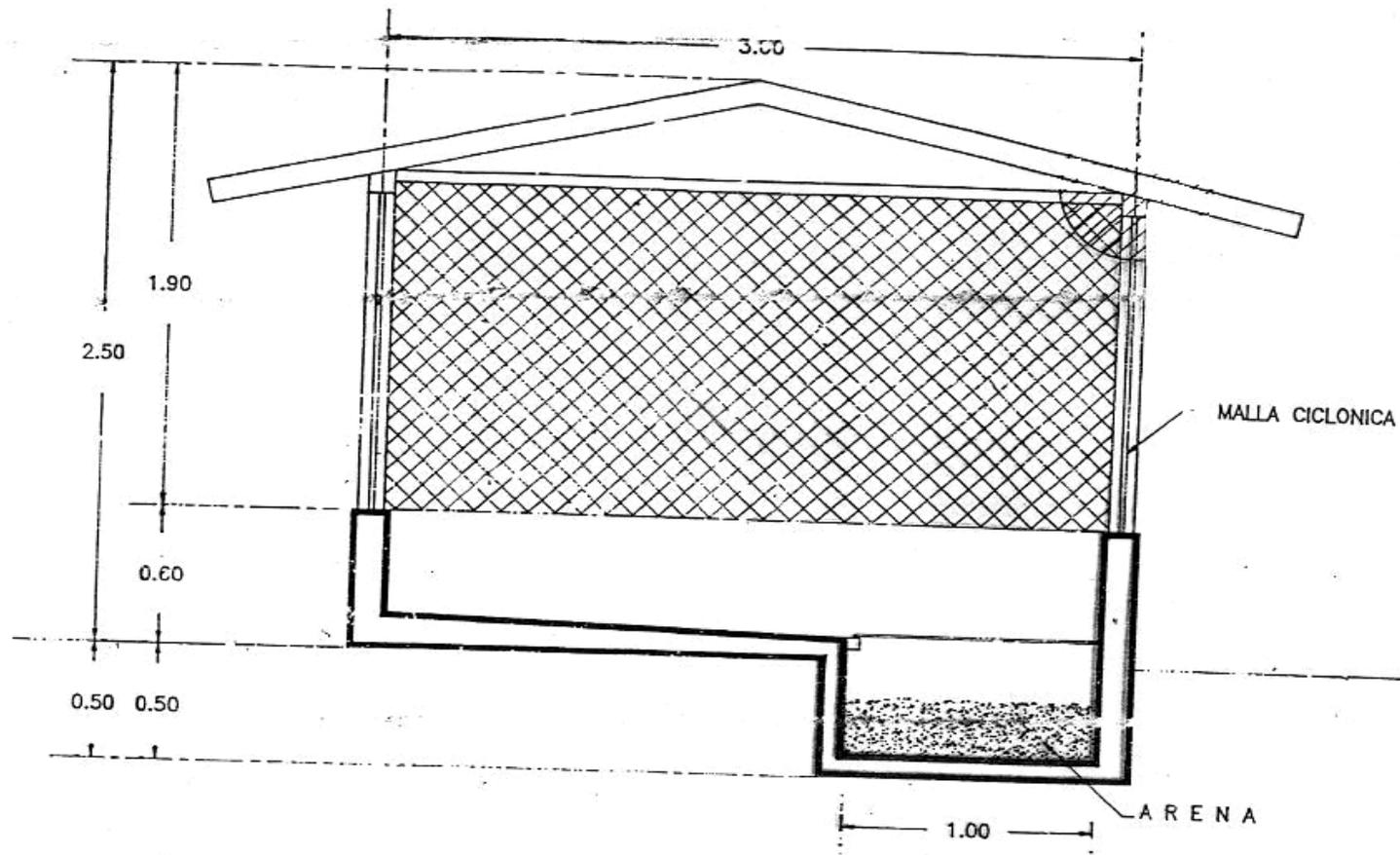
- Martínez, R. 2000. Legislación ambiental californiana sobre agroquímicos, en Simposium Internacional Sobre Agroquímicos. Culiacán, Sinaloa, México.
- Martínez A., Roca J., Sánchez J. 1998. Curso de Economía Ecológica. Programa de Naciones Unidas para el Medio ambiente. Oficina Regional para America Latina y el Caribe. Textos Básicos para la Formación Ambiental No. 1. México P. 164
- Moreno A. G; Mendoza S. P. y Ávila F. S. 2002, Impuestos Ambientales Lecciones en Países de la OCDE y Experiencias en México. INE, México. 83 p
- Ongley, E. D. 1997. Lucha Contra la Contaminación Agrícola de los Recursos Hídricos. Estudio FAO Riego y Drenaje, No. 55. FAO. Roma, Italia. 135 p.
- Ortiz-Hernández. M, Sánchez-Salinas, E., Vázquez-Duhalt, R., y Quintero- Ramírez, R. 1997. Plaguicidas Organofosforados y Ambiente. Biotecnología. 3(2): México. pp. 129-151
- Palacio V. H., Luna E. J. y Gómez H. T. 2001. Tendencias de la globalización en México. Nueva Economía Política y de la globalización y Bloques Regionales. Universidad Autónoma, Chapingo., Chapingo, México. 81-97 p
- Patterson, J.H., 1993. Trade liberalization agricultural policy, and Wild NAFTA and the enviroment. Editado por Terry L. Anderson, San Francisco: Pacific research Institute for public policy. 242 p.
- Pesticide Action Network Update Service. 1994. Global Pesticide Market Review. Enero 12, 1994. San Francisco, C.A., USA.
- Philippe B. J; 2002, Reformas Ambientales: Una revisión de la experiencia en países de la OCEDE. Impuestos Ambientales Lecciones en Países de la OCDE y Experiencias en México. INE, México. 13-32 p
- Pimentel D. 1995. The Literature of Crop Science. Protecting Crops. In: WC Olsen (editor). Cornell University Press. Ithaca, New York. pp 46-66.
- Pretty J. N. 2000. Hacia políticas más propicias para una agricultura sostenible. Agricultura y Medio Ambiente. Banco Mundial, Washington, D.C. 36-51 p.
- Rama R. y Vigorito R. 1979. El complejo de frutas y legumbres en México. Transnacionales en América Latina. México. 267 pp.
- Ramírez, C. J.; F. Ordorica; O. López; A. Ríos; I. Osuna y P. Bastidas. 1998. Evaluación de la Contaminación por Plaguicidas en Camarón Cultivado y Capturado en Sinaloa: Impacto de la Contaminación de su Hábitat. Facultad de Ciencias Químico Biológicas-UAS, Culiacán, Sinaloa, 21 pp.

- Ramírez C.J.; García R. V. 1998. Descripción de las condiciones de riesgos, derivados del uso de insecticidas organofosforados en la agricultura sinaloense de la zona centro del estado. Universidad Autónoma de Sinaloa, Instituto Mexicano del Seguro Social. México. P. 141.
- Ramírez, E., 1999. Perspectiva del mercado mexicano de agroquímicos, *Industria de Agroquímicos*, año 3, No. 7, marzo, 1999, 40 p.
- Rendón, V. 1995. Sinaloa una visión de futuro. Centro de Estudios Estratégicos del ITESM, Campus Sinaloa. Fundación Desarrollo Económico de Sinaloa, A.C. (Edit), 331 p.
- Rendón, V. 1998. Sinaloa ante los Retos del siglo XXI, Sección Acuicultura, ITESM Campus Culiacán, Culiacán, Sinaloa, México.
- Rendón, V. O. 1990. Los plaguicidas, el ambiente y la salud. Editorial Centro de Ecodesarrollo, México, D.F., 87-92 pp.
- Ríos, M. 1999. Perspectiva del mercado mundial de agroquímicos, *Industria de Agroquímicos*, México, D.F., año 3, No. 7, marzo, 1999, 36 pp.
- Robinson R.A. 2000. Fitomejoramiento para depender menos de los plaguicidas. Retorno a la Resistencia. México. 292 p.
- Robledo, N. 1998. Análisis de Residuos de Plaguicidas en Hortalizas. Memorias, Ciclo de conferencias "Hacia una renovación ambiental en México". Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca Morelos, México. 268 p.
- Rolfe, C. 1993. Protecting the environment in the context of the North American Free Trade Agreement. West Coast Environmental Law Association. 12 p.
- Rovedatti, M. G.; Castañé, P. M.; Topalían, M. L. y Salibían, A. 2001. Monitoring of organochlorine and organophosphorus pesticides in the water of the reconquista river (Buenos Aires, Argentina). *Water Research*, Vol. 35, No.14., Elsevier Science Ltd. Great Britain. pp. 3457-3461
- SAGARPA. 2001. Cierre definitivos de cosechas. Delegación estatal en Sinaloa, Culiacán, Sin. México 13 p.
- Sánchez, V.A. Cruz H.A. ; Sánchez F.V. Salazar G.A. 2000. TLCAN y Medio Ambiente. Algunas consideraciones básicas para su análisis. Reporte de Investigación 53. CIESTAAM- UACH. Chapingo, México. 40 p.
- Sawunyama, P. y Bailey, G. W. 2001. Modeling the interaction of agrochemicals with environmental surfaces: pesticides on rutile and organo-rutile surfaces. *Journal of Molecular Structure (Theochem)*, No. 541, pp 119-129. Elsevier.

- Schwentesius R. R. y Gómez C. M. 2001. TLCAN y sector agroalimentario: Análisis y propuestas de política. Nueva Economía Política y de la Globalización y Bloques Regionales. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México 101-120 pp.
- SECOFI 1999. Causas por la que no ha funcionado CICOPLAFEST y propuestas para su mejoramiento. Unidad de Deregulación Económica. México. P. 30.
- Segura, 1991. Uso de plaguicidas en la degradación de los suelos. International Pesticide Actino Network. Colombia. pp. 1-12.
- Semarnat. 1998. Programa para la minimización y manejo integral de residuos peligrosos en México 1996-2000. México, D.F., 165 pp.
- Soto, R. 2001. Informe Semanal de Casos Nuevos. Boletín: Epidemiología No. 2, V.18. Sem. 2. 2001.
- Srivastava J., Smith N. y Forno D.A. 2000. Hacia una estrategia que integre la biodiversidad al desarrollo agrícola. Agricultura y Medio Ambiente. Banco Mundial, Washington, D.C. 232-243 pp.
- Stachecki, J. 1995. Pesticide Applicator Core Training Manual: Certification, Resertification and Registered Technician Training. Extension Bulletin e-2195. Michigan State University Extension. pp. 54-64.
- Villagrana, L. C.; Galindo, J. G.; Montes, J. A. y Lazcano, M. G. 2000. Estudio del Contenido de Plaguicidas en Peces de la Familia Mugilidae (Lisa) en la Bahía de Ohuira, Topolobampo, Sinaloa, México. En: Memorias del 1er. Simposium Internacional sobre Agroquímicos, sus Efectos al Medio Ambiente y Alternativas. Mayo del 2000. Culiacán, Sinaloa, México. 16 pp.
- Ward, J. y G. Prickett, 1992. Prospects for a green Trade Agreement. Enviroment No. 34, 4 p.
- Ward, J. y L. Fischer. 1992. An agenda for the enviroment: priorities for NAFTA and Beyond. The Harvard Journal of World Affairs No. 2, pp 1-4.

## **7. ANEXOS**

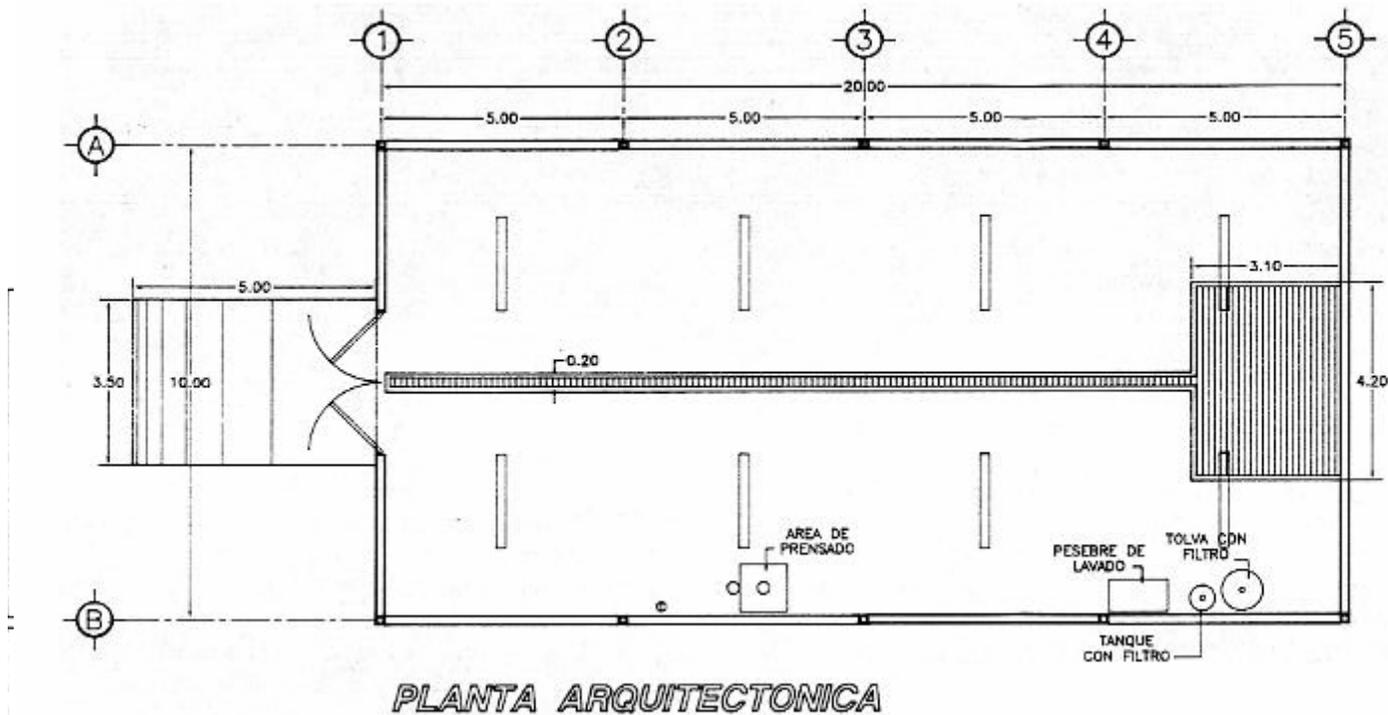
### **ANEXO 1. CROQUIS DE CASETA RURAL Y CENTRO DE ACOPIO DE ENVASES**



|           |                                 |                            |
|-----------|---------------------------------|----------------------------|
| PROYECTO: | AREA DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL |                            |
| ELABORO:  | ALEJANDRO CRUZ HERNANDEZ        |                            |
| DIBUJO:   | ARQ. LUZ IRENE VALLE CAMACHO    |                            |
| ESCALA:   | ACOTACION<br>METROS             | FECHA<br>29 / ENERO / 1995 |

PROTOTIPO DE CASETA RURAL PARA ACOPIO TEMPORAL DE ENVASES DE PLAGUICIDAS

## CENTRO DE ACOPIO DE ENVASES DE PLAGUICIDAS VALLE DE CULIACAN



OBRA:  
CENTRO DE ACOPIO DE ENVASES  
VACIOS DE PLAGUICIDAS

PLANO:  
PLANTA ARQUITECTONICA Y FACHADAS

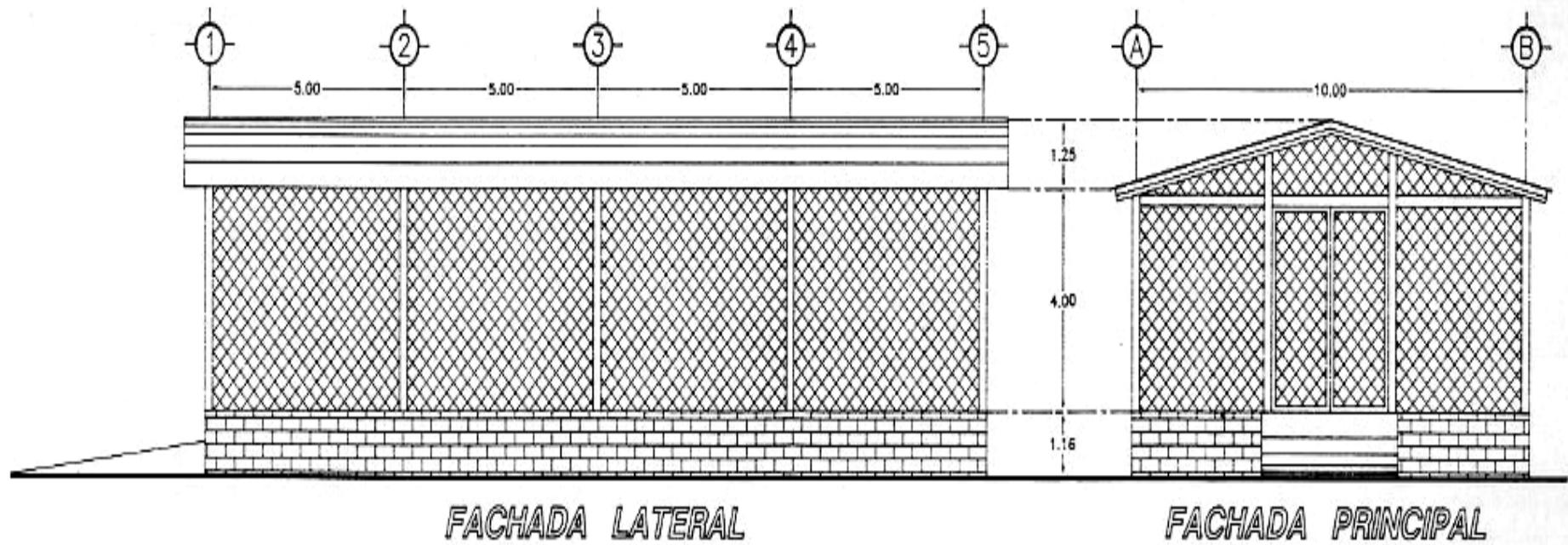
PROPIETARIO:  
ASOCIACION DE AGRICULTORES DEL  
RIO CUALIACAN, A.C.

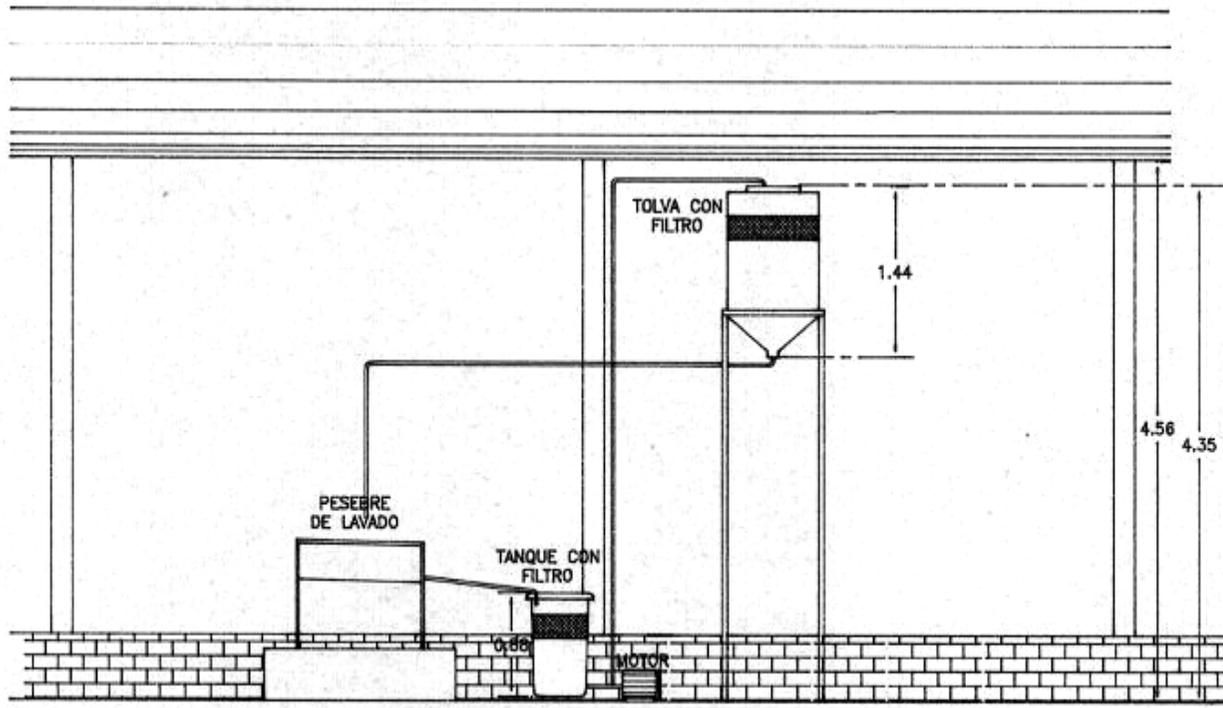
UBICACIÓN:  
CARRETERA A NAVOLATO KM. 23  
BARIOMETO, MPIO. DE NAVOLATO

|              |
|--------------|
| No. DE PLANO |
| 02           |
| FECHA:       |
| NOV. / 1997  |
| ESCALA:      |
| ACOTACIONES: |
| METROS       |

|                          |
|--------------------------|
| PROYECTO:                |
| ALEJANDRO CRUZ HERNANDEZ |

|                              |
|------------------------------|
| DIBUJO:                      |
| ARQ. LUZ IRENE VALLE CAMACHO |

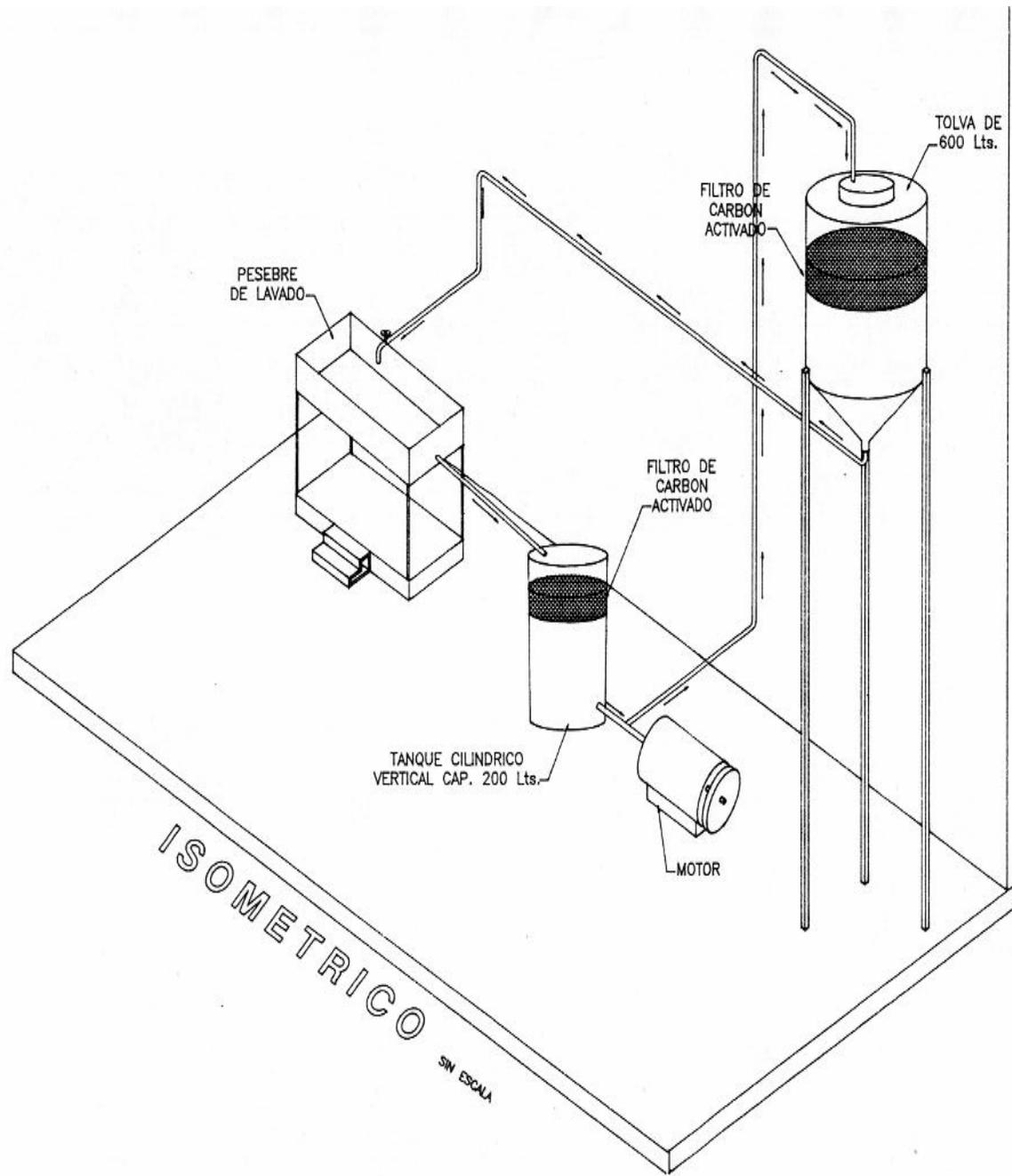




CORTE A-A'

ESCALA: 1:50

|   |   |
|---|---|
| OBRA:<br><b>CENTRO DE ACOPIO DE ENVASES<br/>VACIOS DE PLAGUICIDAS</b>     | No. DE PLANO:<br><br><b>03</b>              |
| PLANO:<br>SISTEMA DE LAVADO<br>CORTE E ISOMETRICO                         | FECHA:<br>NOV./1997                         |
| PROPIETARIO:<br>ASOCIACION DE AGRICULTORES DEL RIO<br>CULIACAN, A.C.      | ESCALA:<br>LA INDICADA                      |
| UBICACION:<br>CARRETERA A NAVOLATO Km. 23<br>BARIOMETO, MPIO. DE NAVOLATO | ACOTACIONES:<br>METROS                      |
| PROYECTO:<br><br>ALEJANDRO CRUZ HERNANDEZ                                 | DIBUJO:<br><br>ARQ. LUZ IRENE VALLE CAMACHO |



# ESPECIFICACIONES

- CAPACIDAD: LA CAPACIDAD MINIMA DE ALMACENAMIENTO DEBERÁ SER EQUIVALENTE AL 30 % DEL VOLUMEN TOTAL ESTIMADO DE ENVASES QUE SE GENERAN EN EL ÁREA AGRICOLA, PARA LA CUAL SE CONSTRUYE.
- UBICACIÓN: DEBERÁ UBICARSE EN ZONAS O TERRENOS QUE EVITEN QUE LOS VIENTOS DOMINANTES TRANSPORTEN LAS POSIBLES EMANACIONES HACIA CENTROS POBLADOS Y/O ASENTAMIENTOS HUMANOS. SE RECOMIENDA UNA DISTANCIA MINIMA DE 500 m EN RELACIÓN A LAS AREAS POBLADAS.
- CORRIENTES HIDRAULICAS SUPERFICIALES: DEBERÁ UBICARSE LA CASETA ALEJADA DE CORRIENTES SUPERFICIALES COMO CANALES, DRENES Y/O ARROYOS EN DISTANCIA MINIMA DE 400 M.
- INUNDACION: LA CONSTRUCCIÓN CIVIL DEBERÁ UBICARSE EN TERRENOS LIBRES DE RIESGOS DE INUNDACION. POR SEGURIDAD PODRÁ CONSTRUIRSE EN ALTURA MINIMA DE 0.60 M. SOBRE EL NIVEL NATURAL DEL SUELO.
- MATERIALES DE CONSTRUCCION: PISOS Y MUROS IMPERMEABLES, DE PREFERENCIA CONCRETO ARMADO; MUROS LATERALES QUE PERMITAN UNA LIBRE VENTILACION, DE PREFERENCIA MALLA CICLONICA. TECHO RESISTENTE AL FUEGO, DE PREFERENCIA METALICOS.
- EQUIPAMIENTO DE SEGURIDAD: SE RECOMIENDA CONSTRUIR REJILLAS Y FOSA DE RECEPCIÓN DE ESCURRIMIENTOS. TAMBIÉN SE DEBE DE CONTAR CON EQUIPO PARA COMBATE DE INCENDIOS.

PROYECTO:  
AREA DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL

ELABORO:  
ALEJANDRO CRUZ HERNANDEZ

DIBUJO:  
ARQ. LUZ IRENE VALLE CAMACHO

ESCALA:  
1:25

ACOTACION:  
METROS

FECHA:  
29 / ENERO / 1995

**ANEXO 2. Prototipo de convenio para colaboración  
intersectorial.**

**CONVENIO DE CONCERTACIÓN QUE PARA LA INSTRUMENTACION DEL PROGRAMA “CONSERVEMOS UN CAMPO LIMPIO” DETERMINANDO EL MANEJO Y DISPOSICIÓN SEGURA DE LOS ENVASES VACIOS DE AGROQUÍMICOS CELEBRAN, POR UNA PARTE, EL GOBIERNO DEL ESTADO DE SINALOA, A TRAVES DEL COMITÉ ESTATAL DE SEGURIDAD PARA EL MANEJO Y USO DE PLAGUICIDAS, Y A FERTILIZANTES Y SUSTANCIAS TOXICAS, REPRESENTADA POR SUS TITULARES, VICTOR MANUEL DIAZ SIMENTAL, LAURO DIAZ CASTRO, ADALBERTO CASTRO CASTRO Y ALBERTO LOPEZ VARGAS, EN SU CARÁCTER DE COORDINADOR Y REPRESENTANTES PROPIETARIOS RESPECTIVAMENTE, Y POR LA OTRA PARTE, LA ASOCIACIÓN MEXICANA DE LA INDUSTRIA FITOSANITARIA, A.C., REPRESENTADO POR SU GERENTE GENERAL, ISMAEL ESQUIVEL RODRÍGUEZ Y LA CONFEDERACIÓN DE ASOCIACIONES AGRÍCOLAS DEL ESTADO DE SINALOA, REPRESENTADA POR SU PRESIDENTE LUIS ANTONIO CARDENAS FONSECA; PARTES A LO QUE EN LO SUCESIVO Y PARA LOS EFECTOS DE ESTE CONVENIO SE LES DENOMINARA “COESPLAFEST”, “AMIFAC” Y “CAADES”, RESPECTIVAMENTE, AL TENOR DE LOS SIGUIENTES ANTECEDENTES Y CLAUSULAS.**

### **ANTECEDENTES**

- I. EN EL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 1995-2000, EN EL RUBRO DE POLÍTICA AMBIENTAL PARA UN CRECIMIENTO SUSTENTABLE, SE ESTABLECE QUE LA ESTRATEGIA NACIONAL DE DESARROLLO, BUSCARÁ UN EQUILIBRIO GLOBAL Y REGIONAL ENTRE LOS OBJETIVOS ECONÓMICOS, SOCIALES Y AMBIENTALES, DE FORMA TAL QUE SE LOGREN CONTENER LOS PROCESOS DE DETERIORO AMBIENTAL E INTRODUCIR UN ORDENAMIENTO AMBIENTAL DEL TERRITORIO NACIONAL, TOMANDO EN CUENTA QUE EL DESARROLLO SEA COMPATIBLE CON LAS APTITUDES Y CAPACIDADES AMBIENTALES DE CADA REGIÓN.
- II. EL DIA 19 DE NOVIEMBRE DE 1996, LA SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE, RECURSOS NATURALES Y PESCA, A TRAVÉS DEL INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y LA PROCURADURÍA FEDERAL DE PROTECCIÓN AL AMBIENTE, ÓRGANOS ADMINISTRATIVOS DESCONCENTRADOS, CELEBRO UN CONVENIO DE CONCERTACIÓN CON LA “AMIFAC” PARA EL MANEJO Y DISPOSICIÓN SEGURA DE ENVASES VACÍOS DE PLAGUICIDAS.
- III. LA COMISIÓN INTERSECRETARIAL PARA EL CONTROL DEL PROCESO Y USO DE PLAGUICIDAS, FERTILIZANTES Y SUSTANCIAS TÓXICAS (CICOPLAFEST), FUE CREADA EN OCTUBRE DE 1987, COMO PARTE DE UNA POLÍTICA NACIONAL DE SIMPLIFICACIÓN ADMINISTRATIVA.- SU OBJETIVO ES REALIZAR ACTIVIDADES COORDINADAS DE REGULACIÓN Y CONTROL, ASI COMO AGILIZAR LA EXPEDICIÓN DE REGISTROS Y AUTORIZACIONES DE IMPORTACIÓN, ASEGURANDO QUE LOS PRODUCTOS AUTORIZADOS CUMPLAN CON LOS REQUISITOS INTERNACIONALES DE CALIDAD, AL MISMO TIEMPO QUE EVITA EL USO EN MÉXICO DE SUSTANCIAS NO AUTORIZADAS POR CICOPLAFEST. ESTA COMISIÓN SE INTEGRA ACTUALMENTE POR LAS SECRETARÍAS DE AGRICULTURA, GANADERIA Y DESARROLLO RURAL, DE COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL, DEL MEDIO AMBIENTE, RECURSOS NATURALES Y PESCA Y DE SALUD; EN EL AÑO DE 1994, CONTINUANDO CON LA POLÍTICA DE SIMPLIFICACIÓN ADMINISTRATIVA, SE CREÓ

EN EL ESTADO DE SINALOA MEDIANTE DECRETO DEL CONGRESO DEL ESTADO PUBLICADO EN EL PERIODICO OFICIAL "EL ESTADO DE SINALOA" EL 11 DE FEBRERO DE 1994, EL ORGANISMO DESCONCENTRADO DENOMINADO "COESPLAFEST" CON EL OBJETIVO DE PROMOVER Y COORDINAR LAS ACCIONES DE VIGILANCIA Y MEDIDAS DE SEGURIDAD EN EL USO DE LOS AGROQUÍMICOS QUE SE APLICAN Y DISTRIBUYEN EN EL ESTADO DE SINALOA, INTEGRADO POR LOS SECRETARIOS AFINES A LAS CUATRO SECRETARIAS ANTES MENCIONADAS.

- IV. LA "AMIFAC" ESTÁ CONSTITUIDA DE CONFORMIDAD CON LAS LEYES, DE LA REPUBLICA MEXICANA, SEGÚN CONSTA EN LA ESCRITURA PÚBLICA NUMERO 12,514 DE FECHA 198 DE JULIO DE 1963, OTORGADA ANTE LA FE DEL NOTARIO PÚBLICO NUMERO 65 DEL DISTRITO FEDERAL, LIC. ALFREDO DEL VALLE GOMEZ, INSCRITA EN LA SECCIÓN COMERCIO DEL REGISTRO PÚBLICO DE LA PROPIEDAD DEL DISTRITO FEDERAL, BAJO EL NÚMERO 176, FOJAS 39, TOMO 25, SECCIÓN IV; ASÍMISMO, POR ESCRITURAS NÚMEROS 35,467 DE FECHA 8 DE DICIEMBRE DE 1993, Y 37,296 DE FECHA 19 DE DICIEMBRE DE 1994, OTORGADAS ANTE LA FE DEL NOTARIO PUBLICO NUMERO 1 DEL DISTRITO FEDERAL, ROBERTO NÚÑEZ Y BANDERA SE REFORMARON LOS ESTATUTOS SOCIALES DE "AMIFAC", QUEDANDO DEBIDAMENTE INSCRITOS ANTE EL REGISTRO PÚBLICO DE LA PROPIEDAD Y DEL COMERCIO, BAJO EL FOLIO NÚMERO 34,348.

EL OBJETO SOCIAL DE "AMIFAC" ES LA PROMOCIÓN DEL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA DE AGROQUÍMICOS, ASI COMO DE LAS INDUSTRIAS QUE DIRECTA O INDIRECTAMENTE SE RELACIONAN CON ELLA, EL ESTUDIO, PLANEACION Y REALIZACIÓN DE SOLUCIONES EN LAS MATERIAS RELACIONADAS CON LA INDUSTRIA; "AMIFAC" Y LAS EMPRESAS ASOCIADAS A ELLA TIENEN COMO OBJETIVO, ENTRE OTROS, EL PROCURAR LA REDUCCIÓN DE LOS PELIGROS DEL USO DE PLAGUICIDAS Y PROMOVER, DENTRO DEL AMBITO DE SUS CAPACIDADES, EL ESTABLECIMIENTO DE DISPOSICIONES PARA EL ALMACENAMIENTO Y DISPOSICIÓN SEGURA DE ENVASES VACIOS DE AGROQUÍMICOS.

SU GERENTE GENERAL, EN REPRESENTACIÓN DE "AMIFAC" Y DE SUS EMPRESAS ASOCIADAS, CUENTA CON FACULTADES PARA SUSCRIBIR EL PRESENTE CONVENIO.

- V. "CAADES" ES UN ORGANISMO QUE SE CONSTITUYE Y SE RIGE POR LA LEY DE ORGANIZACIONES AGRÍCOLAS DEL ESTADO DE SINALOA, SEGÚN DECRETO NÚMERO 249 DEL H. CONGRESO DEL ESTADO, PUBLICADO EN EL PERIÓDICO OFICIAL DEL 31 DE MARZO DE 1997, QUE ABROGA LA LEY DE ASOCIACIONES AGRÍCOLAS DEL ESTADO DE SINALOA DEL 29 DE ENERO DE 1985; "CAADES" SE CONSTITUYE CON LAS ASOCIACIONES DE AGRICULTORES DEL ESTADO DE SINALOA Y LE CORRESPONDE, ENTRE OTRAS ATRIBUCIONES, FORMULAR, CONDUCIR Y EVALUAR LA POLÍTICA AGROPECUARIA, PARA OBTENER MEJORES BENEFICIOS EN EL APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS NATURALES Y LA REGULACIÓN DE ACTIVIDADES CON LA PARTICIPACIÓN DE OTRAS DEPENDENCIAS.

SU PRESIDENTE, EN REPRESENTACIÓN DE “CAADES”, CUENTA CON LAS FACULTADES PARA SUSCRIBIR EL PRESENTE CONVENIO.

- VI. PARA LOS EFECTOS DEL PRESENTE CONVENIO, SE ENTIENDE POR “AGROQUÍMICOS” AL CONJUNTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS Y SUBSTANCIAS QUE SE APLICAN EN LA AGRICULTURA PARA EL CONTROL DE LAS PLAGAS, MALAS HIERBAS Y ENFERMEDADES DE LOS CULTIVOS, EXTENDIÉNDOSE POR ESTA DEFINICIÓN A LOS INSECTICIDAS, HERBICIDAS Y FUNGUICIDAS.

PRESENTADOS LOS ANTERIORES ANTECEDENTES Y DECLARACIONES, LAS PARTES DECIDEN OTORGARSE LAS SIGUIENTES:

### CLAUSULAS

**PRIMERA.** EL PRESENTE CONVENIO TIENE POR OBJETO ESTABLECER LAS BASES, CONFORME A LAS CUALES “COESPLAFEST”, “AMIFAC” Y “CAADES”, INSTRUMENTARAN UN PROGRAMA PARA EL MANEJO Y DISPOSICIÓN SEGURA DE ENVASES VACÍOS DE AGROQUÍMICOS.

**SEGUNDA.** “AMIFAC” PROMOVERÁ ANTE LAS EMPRESAS FORMULADORAS Y DISTRIBUIDORAS DE AGROQUÍMICOS ESTABLECIDAS EN EL ESTADO DE SINALOA, QUE PARTICIPEN EN EL PROGRAMA A QUE HACE REFERENCIA LA CLAUSULA ANTERIOR, TENDIENTE A PROCURAR LA REDUCCIÓN DE LOS PELIGROS DEL USO DE AGROQUÍMICOS ASI COMO A PROMOVER ACCIONES QUE DESALIENTEN LA REUTILIZACIÓN DE ENVASES VACÍOS, PARA PROCURAR LA PROTECCIÓN DE LA SALUD Y SEGURIDAD DE LOS OPERADORES, USUARIOS Y DEL AMBIENTE.

**TERCERA.** LAS EMPRESAS FORMULADORAS Y DISTRIBUIDORAS DE AGROQUÍMICOS ESTABLECIDAS EN EL ESTADO DE SINALOA, DEBERÁN ENTERAR A LOS USUARIOS DE PRODUCTOS AGROQUÍMICOS SOBRE SU PARTICIPACIÓN EN EL PROGRAMA OBJETO DEL PRESENTE INSTRUMENTO, ENTERANDO A LOS CONSUMIDORES DE AGROQUÍMICOS SOBRE LA REALIZACIÓN DEL TRIPLE LAVADO DE LOS ENVASES VACIOS Y DE LA UBICACIÓN DE LOS CENTROS DE ACOPIO QUE SE ESTABLEZCAN PARA RECIBIR LOS ENVASES VACIOS QUE UTILICEN.

**CUARTA.** “AMIFAC” SE COMPROMETE A ESTABLECER, EN COORDINACIÓN CON “CAADES”, LAS ESTRATEGIAS NECESARIAS PARA RECOLECTAR LOS ENVASES VACÍOS Y DEPOSITARLOS EN LOS CENTROS DE ACOPIO QUE PARA TAL EFECTO SE ESTABLEZCAN.

**QUINTA.** “AMIFAC” SE COMPROMETE A ESTABLECER, LAS ESTRATEGIAS PARA QUE EL PRODUCTO DERIVADO DEL PROCESO DE DESTRUCCIÓN DE LOS ENVASES VACIOS SEA RECOPIADO, Y NO SEA UTILIZADO PARA LA FABRICACIÓN DE NUEVOS ENVASES PARA ALIMENTOS, BEBIDAS, MEDICINAS, ARTICULOS DOMÉSTICOS, JUGUETES, ROPA O CUALQUIER OTRO ARTÍCULO QUE PUDIERA PONER EN RIESGO LA SALUD DE LAS PERSONAS.

**SEXTA.** “AMIFAC” SE COMPROMETE, PARA LA OPERACIÓN DE ESTE PROGRAMA MOTIVO DEL CONVENIO, A APOYAR CON UNA MAQUINA COMPACTADORA, ASI COMO CON UN VEHÍCULO PARA LA RECOLECCIÓN DE LOS ENVASES VACÍOS Y A DISPONER RACIONALMENTE DE LOS ENVASES SIN AFECTAR LA SALUD DE LAS PERSONAS Y EL MEDIO AMBIENTE.

**SÉPTIMA.** “AMIFAC” SE COMPROMETE A CONTRATAR A 2 PERSONAS, UNA PARA QUE DE SEGUIMIENTO AL PROGRAMA Y OTRA PARA QUE OPERE EL VEHÍCULO RECOLECTOR DE ENVASES VACÍOS, ADEMÁS A APOYAR CON MATERIAL PROMOCIONAL (VIDEOCASSETES, AUDIOCASSETES, CARTELES Y FOLLETOS), PARA DAR DIFUSIÓN AL PROGRAMA.

**OCTAVA.** “CAADES” SE COMPROMETE A FACILITAR LOS ESPACIOS NECESARIOS EN BODEGAS O AREAS ACONDICIONADAS, PARA QUE FUNCIONEN COMO CENTROS DE ACOPIO DE ENVASES VACÍOS, UNO EN EL VALLE DE CULIACÁN (NAVOLATO) Y DOS EN EL VALLE DE EL FUERTO (UNO EN GUASAVE Y EL OTRO EN LOS MOCHIS).

**NOVENA.** “CAADES” SE COMPROMETE A DIFUNDIR ENTRE SUS AGREMIADOS, LOS EMPLEADOS DE ESTOS Y SUS TRABAJADORES AGRÍCOLAS, LA TÉCNICA DEL TRIPLE LAVADO DE LOS ENVASES Y LA DEVOLUCIÓN DE LOS MISMOS AL DISTRIBUIDOR O A LOS CENTROS DE ACOPIO DESIGNADOS PARA TAL EFECTO, SIGUIENDO LAS NORMAS DE “AMIFAC” Y DEL “COESPLAFEST”, ASI COMO DE LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS APLICABLES.

**DÉCIMA.** “COESPLAFEST” SE COMPROMETE A:

1. DIFUNDIR EN LOS MEDIOS DE COMUNICACIÓN DE RADIO Y TELEVISIÓN, LOS VIDEOCASSETES Y AUDIOCASSETES QUE PROPORCIONE “AMIFAC”.
2. DIFUNDIR LOS OBJETIVOS, ALCANCES Y BENEFICIOS DEL CITADO PROGRAMA ENTRE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DE LA REGIÓN, ASI COMO A LA COMUNIDAD EN GENERAL.
3. PROMOVER ENTRE LAS ASOCIACIONES DE AGRICULTORES Y PRODUCTORES SU PARTICIPACIÓN EN EL PROGRAMA.

**DÉCIMA PRIMERA.** “COESPLAFEST”, “AMIFAC” Y “CAADES”, CONVIENEN EN INTEGRAR UNA COMISION TECNICA PARA DAR SEGUIMIENTO Y EVALUAR EL CUMPLIMEINTO DE LAS ACCIONES DERIVADAS DEL PROGRAMA A QUE SE REFIERE ESTE INSTRUMENTO, MISMA QUE ESTARÁ INTEGRADA POR UN REPRESENTANTE DE CADA UNA DE LAS PARTES.

**DÉCIMA SEGUNDA.** “COESPLAFEST”, “AMIFAC” Y “CAADES”, CONVIENEN QUE CUALQUIER CONTROVERSA QUE SE SUSCITE CON MOTIVO DEL PRESENTE CONVENIO, LA RESOLVERÁN DE COMÚN ACUERDO A TRAVES DE SUS REPRESENTANTES.

**DÉCIMA TERCERA.** LAS PARTES CONVIENEN EN QUE EL PERSONAL QUE CADA UNA DESIGNE PARA LA REALIZACIÓN DE LAS ACCIONES OBJETO DE ESTE CONVENIO, SE ENTENDERÁ EXCLUSIVAMENTE RELACIONADO CON AQUELLA QUE LO CONTRATO Y POR ENDE CADA UNA DE ELLAS ASUMIRÁ LA RESPONSABILIDAD POR ESTE CONCEPO Y EN NINGUN CASO SERÁN CONSIDERADOS COMO PATRONES SOLIDARIOS O SUSTITUTOS.

**DÉCIMA CUARTA.** “COESPLAFEST”, “AMIFAC” Y “CAADES”, CONVIENEN EN QUE EL PRESENTE CONVENIO JURÍDICO ES PRODUCTO DE LA BUENA FE, EN VIRTUD DE LO CUAL LOS CONFLICTOS QUE LLEGARAN A PRESENTARSE RESPECTO DE SU FORMALIZACIÓN, INTERPRETACIÓN Y CUMPLIMIENTO, SERÁN RESUELTOS POR LA COMISION TECNICA A QUE HACE REFERENCIA LA CLÁUSULA DECIMA PRIMERA; ASI MISMO CONVIENEN QUE DE NO LLEGAR A UN ACUERDO EN EL SENO DE LA COMISION MENCIONADA, SE SOMETERÁN A LA JURISDICCIÓN DE LOS TRIBUNALES COMPETENTES DEL ESTADO DE SINALOA, LUGAR DONDE SE EJERCERAN LAS ACCIONES DERIVADAS DE ESTE CONVENIO; PARA LOS DEMAS EFECTOS LAS PARTES CONVIENEN EN SUJETARSE A LAS DISPOSICIONES LEGALES APLICABLES RELATIVAS A LA MATERIA DE ESTE CONVENIO.

**DÉCIMA QUINTA.** “COESPLAFEST”, “AMIFAC” Y “CAADES”, ACUERDAN QUE: SERAN CAUSAS DE TERMINACIÓN DEL PRESENTE CONVENIO, SIN RESPONSABILIDAD ALGUNA, LAS SIGUIENTES: EL CONSENTIMIENTO MUTUO DE LAS PARTES, EL INCUMPLIMIENTO DE ALGUNA DE LAS PARTES AL PRESENTE O LA IMPOSIBILIDAD FÍSICA O JURÍDICA DE CONTINUAR CON EL PRESENTE CONVENIO.

**DÉCIMA SEXTA.** EL PRESENTE CONVENIO SURTIRÁ EFECTOS A PARTIR DEL DÍA DE SU FIRMA Y TENDRÁ VIGENCIA INDEFINIDA, PUDIÉNDOSE ADICIONAR, MODIFICAR O PRORROGAR DE COMÚN ACUERDO.- LAS MODIFICACIONES ADICIONES O PRÓRROGAS QUE SE CONVENGAN, DEBERÁN CONSTATAR POR ESCRITO Y SURTIRAN EFECTO A PARTIR DE LA FECHA QUE DETERMINEN LAS PARTES, DE COMUN ACUERDO.

LEÍDO QUE FUE EL PRESENTE CONVENIO DE CONCERTACIÓN Y ENTERADAS LAS PARTES DE SU CONTENIDIO Y ALCANCE LEGAL, LO FIRMAN POR TRIPLICADO PARA SU CONSTANCIA Y VALIDEZ, EN LA CIUDAD DE CULIACÁN DE ROSALES, ESTADO DE SINALOA, A LOS 12 DIAS DEL MES DE SEPTIEMBRE DE MIL NOVECIENTOS NOVENTA Y SIETE.

## **ANEXO 3**

**ANTEPROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-000, QUE ESTABLECE LAS ESPECIFICACIONES PARA EL CORRECTO MANEJO, ACOPIO Y DISPOSICIÓN FINAL DE ENVASES VACIOS QUE CONTUVIERON PLAGUICIDAS.**

### **INDICE**

1. INTRODUCCIÓN
2. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN
3. REFERENCIAS
4. DEFINICIONES
5. MANEJO, ACOPIO Y DISPOSICIÓN DE ENVASES VACIOS
6. FORMAS DE DISPOSICIÓN FINAL DE AGROQUÍMICOS
7. PROGRAMAS PARA EL CORRECTO MANEJO, ACOPIO Y DISPOSICIÓN FINAL DE ENVASES VACIOS DE PLAGUICIDAS.
8. CANTIDAD DE RESIDUOS EN ENVASES
9. CANTIDAD DE RESIDUOS EN PRODUCTOS RECICLADOS
10. TIPO DE PRODUCTOS RECICLADOS PERMITIDOS
11. BIBLIOGRAFÍA
12. CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES
13. OBSERVACIÓN DE LA NORMA
14. VIGENCIA DE LA NORMA.

### **1. INTRODUCCIÓN.**

En la actividad agrícola la protección fitosanitaria de los cultivos, tiene un papel preponderante en la producción y abastecimiento de alimentos para consumo. Dentro de la protección fitosanitaria el uso de plaguicidas es una práctica ampliamente difundida en la que se genera un gran volumen de envases vacíos, los cuales deben ser correctamente manejados, recolectados y dispuestos de forma final, evitando de esta forma que sean desechados en el campo, en ríos, en fuentes de agua, cerca de poblaciones y en general en cualquier otro lugar, provocando la contaminación del ambiente y riesgos a la salud.

De esta forma, la presente norma establece los requisitos que deben cumplirse en este sentido, para proteger el ambiente y promover el establecimiento de programas ágiles y racionales que respondan a las necesidades de la industria, el comercio, la agricultura y la población en general.

## **2. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN.**

Esta Norma Oficial Mexicana, establece las indicaciones para el correcto manejo, acopio y disposición final de envases vacíos que hayan contenido plaguicidas.

La presente norma es de observancia obligatoria para personas físicas o morales relacionadas o dedicadas al proceso de fabricación, formulación, comercialización y distribución de plaguicidas, así como para los usuarios finales.

## **3. REFERENCIAS.**

Para la correcta aplicación de esta norma, consultar las siguientes normas de referencia.

NOM-003-STPS-1999. Actividades agrícolas. Uso de insumos fitosanitarios o plaguicidas e insumos de nutrición vegetal o fertilizantes. Condiciones de seguridad e higiene.

NOM-005-STPS-1999. Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.

NOM-010-STPS-1999. Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se maneje, transporte, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral.

NOM-017-STPS-2001. Equipo de Protección Personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.

NOM-057-FITO-1995. Requisitos y especificaciones fitosanitarias para emitir el dictamen de análisis de residuos de plaguicidas.

NOM-052-ECOL-1996. Características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

NOM-053-ECOL-1996. El procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

NOM-055-ECOL-1996. Requisitos que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de residuos peligrosos, excepto de los radioactivos.

#### **4. DEFINICIONES.**

- 4.1. Secretaría. Para los efectos de esta norma, se entiende como Secretaría, la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales.
- 4.2. Plaguicidas. Insumo fitosanitario destinado a prevenir, repeler, combatir y destruir a los organismos biológicos nocivos a los vegetales, tales como: insecticidas, fungicidas, herbicidas, acaricidas, molusquicidas, nematocidas y roenticidas.
- 4.3. Envase Vacío. Contenedor o recipiente que contuvo cualquier producto plaguicida. Por los materiales de construcción los envases pueden ser plásticos, metálicos, vidrio, cartón, papel y aluminizados.
- 4.4. Distribuidor. Persona física o moral, cuyas funciones consisten en proveer materias primas o productos terminados de plaguicidas o cualquiera de sus componentes a usuarios, fabricantes o formuladores.
- 4.5. Disposición final de envases. Procedimiento técnico de manejo y destino final de envases vacíos, aprobado por la secretaría.
- 4.6. Usuario final. Persona física o moral que utiliza y aplica plaguicidas en sus actividades económicas ya sea con fines de producción agropecuaria, industrial, urbana o doméstica.
- 4.7. Maquilador. Persona física o moral que participa en cualquiera de las etapas del proceso de fabricación, formulación de plaguicidas aportando servicios, materiales y/o productos.
- 4.8. Formulador. Persona física o moral que realiza el proceso de la mezcla física de las sustancias componentes de un plaguicida (ingrediente activo e inerte) a fin de que esté terminado, de acuerdo a la composición porcentual y apto para su aplicación directa o dilución a concentraciones adecuada.
- 4.9. Fabricante. Persona física o moral que sintetiza los ingredientes activos.
- 4.10. Importador. Persona física o moral que realiza actividades de importaciones de ingredientes activos, materiales inertes o productos formulados.
- 4.11. Triple lavado. Procedimiento a través del cual se lava con agua limpia tres veces un envase vacío, para limpiar el remanente del producto antes contenido en el mismo.
- 4.12. Centro de acopio. Construcción civil diseñada especialmente para recibir envases vacíos de plaguicidas, aplicar técnicas de manejo y destinarles a disposición final. Los centros de acopio deberán ser autorizados por la Secretaría.

#### **5. MANEJO, ACOPIO Y DISPOSICIÓN FINAL DE ENVASES VACIOS DE PLAGUICIDAS.**

- 5.1. Es responsabilidad de los fabricantes, formuladores, maquiladores, distribuidores, importadores, comercializadores y usuarios finales de plaguicidas, así como instituciones, asociaciones e instancias

privadas o gubernamentales relacionadas con este ramo, participar en la promoción e implementación de programas para la adecuada disposición de los envases vacíos, de acuerdo a las especificaciones de la presente norma.

## 5.2. RESPONSABILIDADES DE LOS USUARIOS FINALES.

5.2.1. El usuario final de los plaguicidas debe adquirir sus productos con distribuidores autorizados.

5.2.2. Los envases vacíos que contuvieron plaguicidas no deben ser:

- a) Utilizados para almacenar agua y/o alimentos
- b) Desechados o tirados en el campo, terrenos baldíos, terrenos habitados, basureros comunitarios, ríos, lagos o fuentes de agua o en cualquier otro lugar en el cual contaminen el ambiente.
- c) Quemados en centros no reconocidos por la Secretaría
- d) Enterrados.

5.2.3. Al concluir la preparación de la mezcla y aplicación del plaguicida el envase vacío debe ser triplemente lavado bajo el siguiente procedimiento: Agregar agua en volumen equivalente al 10 o 15% de la capacidad del envase, agitar fuertemente con la tapa hacia arriba y bien colocada para evitar derrames, esto constituye el primer lavado; el agua derivada de este deberá ser utilizada en el equipo de aplicación. El segundo y tercer lavado se harán en forma similar aunque la posición de la tapa deberá colocarse en sentido horizontal en el segundo lavado y hacia abajo en el tercer lavado. El agua de lavado siempre deberá colocarse en el equipo de aplicación y/o en el recipiente que contiene la mezcla.

El recipiente triplemente lavado podrá almacenarse temporalmente en instalaciones de la empresa o persona usuaria, siempre se hará separando las tapas de los envases y colocándolos en costales o bolsas de plásticos para remitirlas a los centros de acopio autorizados.

5.2.4. El agua utilizada en el lavado de los envases vacíos debe ser integrada como parte de la mezcla o preparación que se aplicará, de no ser así queda prohibido vaciar esta agua en ríos, lagos, fuentes de agua, cualquier terreno y en general, cerca de personas o animales. El agua residual generada en este caso, debe ser manejadas de acuerdo a las disposiciones legales que marque la Regulación y Normalización correspondiente, en materia de residuos peligrosos.

5.2.5. Los envases triplemente lavados no deben ser usados en cualquiera de las formas que se indican en el inciso 5.2.2.

5.2.6. El usuario final tiene la responsabilidad de regresar los envases vacíos de plaguicidas triplemente lavados al distribuidor donde adquirió el producto o a los centros de acopio autorizados.

5.2.7. Los envases triplemente lavados pueden ser almacenados temporalmente en un lugar seguro y protegido del sol y agua por el usuario final, hasta que sean regresados a su distribuidor o entregados al centro de acopio

5.2.8. El usuario final debe participar y promover en forma conjunta con particulares, organizaciones, asociaciones, institutos, universidades y/o empresas privadas o gubernamentales los programas de disposición final de envases vacíos.

### 5.3. RESPONSABILIDADES DE LOS DISTRIBUIDORES DE PLAGUICIDAS.

5.3.1. Difundir y capacitar a usuarios finales, sobre el manejo, devolución, depósito en los centros de acopio, triple lavado y disposición final de los envases vacíos.

5.3.2. Aceptar los envases triplemente lavados que les sean devueltos por sus clientes.

5.3.3. Revisar que los envases que les sean regresados se encuentren triplemente lavados, de no ser así, el distribuidor debe rechazar la recepción de estos envases. **El manejo y disposición final de los envases no lavados triplemente, quedará bajo la responsabilidad del usuario final y deberán ser manejados como residuos peligrosos bajo la legislación vigente en la materia.**

5.3.4. Disponer de un lugar específico dentro de sus instalaciones, para el almacenamiento temporal de los envases de plaguicidas triplemente lavados que les sean regresados. El lugar debe de estar protegido del sol y agua y los envases no deben ser almacenados con alimentos, agua u otros que tengan contacto con personas y/o animales.

5.3.5. Participar en forma conjunta con particulares, organizaciones, asociaciones, institutos, universidades y/o empresas privadas o gubernamentales, para establece programas de disposición final de envases vacíos y manejar de forma adecuada los envases que le fueron devueltos.

### 5.4. RESPONSABILIDAD DE FABRICANTES, FORMULADORES, MAQUILADORES E IMPORTADORES RELACIONADOS CON PLAGUICIDAS.

5.4.1. Difundir y capacitar a distribuidores y usuarios finales sobre el manejo, devolución, depósito en los centros de acopio, triple lavado y disposición final de los envases vacíos.

5.4.2. Promover la participación de Universidades e Institutos de Investigación en la realización de estudios para la determinación de métodos y sistemas de disposición de envases vacíos.

5.4.3. Promover en forma conjunta con particulares, organizaciones, asociaciones, institutos, universidades y/o empresas privadas o

gubernamentales, el establecimiento de PROGRAMAS DE DISPOSICIÓN FINAL DE ENVASES VACIOS.

## **6. FORMAS DE DISPOSICIÓN FINAL DE ENVASES DE PLAGUICIDAS.**

6.1. La disposición final de los envases triplemente lavados, puede ser llevada a cabo por los siguientes métodos.

- a) Reciclados. La materia prima obtenida no debe ser utilizada en la fabricación de nuevos envases para alimentos, bebidas, medicinas, artículos domésticos, juguetes, ropa o cualquier otro artículo que pueda estar en contacto con los anteriores o con personas o animales.
- b) Destrucción (incineración en hornos autorizados por la Secretaría).
- c) Confinamiento final en lugares autorizados por la Secretaría para este fin. Sólo en caso que no existan alternativas tecnológicas viables para la disposición final de los envases mediante los métodos indicados en los incisos a y b de este apartado.
- d) Otros que sean autorizados por la Secretaría.

## **7. PROGRAMAS PARA EL CORRECTO MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE ENVASES VACÍOS DE PLAGUICIDAS.**

7.1. Los programas de manejo de envases de plaguicidas podrán establecerse mediante la firma de convenio de colaboración en el que participen los diferentes sectores productivos y sociales de la cadena fabricante – usuario de plaguicidas. En estos convenios deberán participar: fabricantes, formuladores, distribuidores, usuarios finales, organizaciones, asociaciones, institutos, empresas privadas o gubernamentales, los cuales definirán su organización y aportarán los recursos de manera conjunta para la adecuada disposición final de envases vacíos de plaguicidas y operación del programa.

7.2. Los participantes en el Programa mediante acciones solidarias:

- a) Establecerán las estrategias necesarias para recolectar los envases vacíos y depositarlos en centros de acopio.
- b) Realizarán los estudios necesarios para la determinación de los métodos y sistemas más adecuados para instrumentar el Programa a que se refiere esta norma y definir las áreas de localización de los centros de acopio de envases vacíos.
- c) Determinarán las estrategias para llevar a cabo conforme a la legislación aplicable en la materia, la destrucción de los envases vacíos que se recolecten en los centros de acopio.

- d) Establecerán las estrategias para que el producto derivado del proceso de destrucción de los envases vacíos que sean recolectados, no sea utilizado para la fabricación de nuevos envases para alimentos, bebidas, medicinas, artículos domésticos, juguetes, ropa o cualquier otro artículo que pueda estar en contacto con los anteriores o con personas o animales.
- e) Definirán los niveles de residualidad permisibles tanto en envases acopiados como en los productos que se fabrican con estos materiales.
- f) Cuando los envases se destinen a incineración, se realizará el monitoreo correspondiente a emisiones para evitar efectos contaminantes de este sistema de destrucción.
- g) Definirán su organización, de tal forma que los volúmenes recolectados de envases corresponda a su capacidad e infraestructura para la correcta recolección y disposición final

7.3. El programa debe ser aprobado por la Secretaría a través de un acuerdo o convenio entre ésta y las partes integrantes.

7.4. Los envases recolectados mediante estos programas deben ser dispuestos de acuerdo al punto 6.1 y no debe tener ningún uso de acuerdo a lo estipulado en el punto 5.2.2.

7.5. Los centros de acopio donde se reúnan todos los envases recolectados de forma temporal para su manejo y disposición final deben:

- a) Estar protegidos del sol y agua.
- b) No encontrarse cerca de ríos, fuentes de agua, o áreas inundables.
- c) Ubicarse fuera de los núcleos de población; en un radio de cuando menos 500 m. Los vientos dominantes no deberán arrastrar olores hacia los núcleos de población.
- d) Los materiales de construcción de centros de acopio deberán ser resistentes al fuego.
- e) Los pisos deberán ser impermeables.

7.6. La Secretaría puede emitir recomendaciones que considere necesarias, para la mejor ejecución del Programa.

7.7. Con objeto de dar seguimiento y evaluar el cumplimiento de las acciones derivadas del Programa a que se refiere esta norma, se considerará lo siguiente:

- a) El representante del Programa ante la Secretaría, otorgará un listado de las instituciones, asociaciones, universidades, particulares, empresas privadas o gubernamentales que se encuentran participando.
- b) El representante del Programa informará a la Secretaría la cantidad anual de envase que fueron colectadas y su forma de disposición final.
- c) La Secretaría vigilará el cumplimiento y desarrollo del Programa, a fin de que se cumplan las disposiciones jurídicas aplicables en la materia. La Secretaría podrá constatar la veracidad de la información presentada.

- 7.8. La Secretaría difundirá y dará a conocer a todos los niveles de la cadena de comercialización de plaguicidas (fabricantes, formuladores, maquiladores, importadores, distribuidores y usuarios finales) así como público en general, la finalidad de los Programas de disposición final de envases vacíos.
- 7.9. La Secretaría recomendará a las empresas que pueden incinerar, reciclar u otro tipo de disposición de envases vacíos de plaguicidas, con el objeto de contar con la infraestructura necesaria para la disposición final.

## **8. MONITOREO DE RESIDUOS EN ENVASES**

- 8.1. La determinación de la cantidad de residuos contenidos en envases vacíos, se realizará mediante pruebas de laboratorio.
- 8.2. La secretaría contará con el padrón de laboratorios autorizados para realizar la determinación de residuos. Las instituciones de educación superior e investigación podrán participar en la determinación y control de estos parámetros.
- 8.3. Los centros de acopio registrarán los procesos de monitoreo mediante las bitácoras para este fin.
- 8.4. Los monitoreos deberían realizarse en atención al volumen del material recibido en los centros de acopio. Cuando menos una vez por mes en temporada de recepción.
- 8.5. La cantidad de residuos máxima permisible será de 30 ppm para los envases vacíos de material plástico que se destinen a proceso de reciclado.
- 8.6. Los materiales que presenten mayor concentración de residuos deberán destinarse a incineración o confinamiento.
- 8.7. Los centros de acopio contarán con las bitácoras de registro sobre los niveles de limpieza y el destino de material.

## **9. MONITOREO DE RESIDUOS EN PRODUCTOS RECICLADOS**

- 9.1. Las empresas recicladoras que procesen materiales plásticos que contienen plaguicidas deberán estar inscritas en un padrón de la Secretaría.
- 9.2. Los plásticos contaminados con plaguicidas deberán ser mezclados con otras materias primas a fin de reducir la cantidad de residuos en proporción de cuando menos 1:10. Es decir por cada kilogramo de plásticos contaminados con plaguicidas la industria recicladora deberá agregar cuando menos 10 kg de materias no contaminadas. A fin de que la proporción final tienda a establecerse en un contenido máximo de residuos de 3 ppm en los productos finales.
- 9.3. Las empresas que hagan reciclaje de materiales contaminados deberán contar con bitácora amparada por resultados de laboratorio relativa a la cantidad de residuos contenidos en sus productos finales.

- 9.4. Los productos finales que contengan residuos de plaguicidas deberán contar con una leyenda impresa o troquelada: producto reciclado con material contaminado. Prohibido usarse para actividades domésticas. Evite contactos con alimentos y agua de consumo.

## **10. TIPO DE PRODUCTOS RECICLADOS PERMITIDOS**

- 10.1. Los productos reciclados que contengan residuos de plaguicidas no podrán utilizarse en ningún tipo de actividad doméstica, conducción o contención de agua para consumo humano o animal, ni tampoco como contenedores de semillas y/o cualquier tipo de alimento humano o animal.
- 10.2. Los productos reciclados que contengan residuos de plaguicidas podrán destinarse a usos agrícolas, pecuarios y/o industriales, especialmente en aquellos usos de sustitutos de madera, tales como postería, cimbras, pilotes, otros usos podrán ser tuberías para manejo de aguas residuales, macetas y recipientes para cultivos en invernaderos y/o hidropónicos, construcción de trampas de grasas y aceites, topes en estacionamiento, contenedores de fertilizantes y plaguicidas y contenedores de productos combustibles o lubricantes.

## **11. BIBLIOGRAFÍA.**

- 11.1. FAO, 1996. Eliminación de Grandes Cantidades de Plaguicidas en Desuso en los Países en Desarrollo. Directrices provisionarias. Colección FAO: Eliminación de Plaguicidas. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Organización Mundial de la Salud, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, 1996. 87 p.
- 11.2. Código Internacional de Conducta FAO
- 11.3. Programa Nacional del Medio Ambiente y Recursos Naturales 2000-2006
- 11.4. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
- 11.5. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Residuos Peligrosos.

## **12. CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES.**

La presente norma no tiene concordancia con normas internacionales al momento de su elaboración.

### **13. OBSERVANCIA DE LA NORMA.**

La vigilancia de la observancia de esta norma estará a cargo de la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales.

### **14. VIGENCIA DE LA NORMA.**

La presente Norma Oficial Mexicana, entrará en vigor con carácter de obligatorio a, partir de su aprobación y publicación en el Diario Oficial de la Federación.