



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

CURSOS INSTITUCIONALES

TÉCNICAS PARA EL CONTROL DE

*TÉCNICAS PARA EL CONTROL DE
SERVICIOS URBANOS EN
EDUCACIÓN CONTINUA*

Del 09 al 20 de septiembre de 2002

APUNTES GENERALES

1. ASPECTOS GENERALES

¿Qué son plagas?

Las plagas son poblaciones de organismos que, al crecer en forma descontrolada, causan daños económicos o transmiten enfermedades en las plantas, los animales o el hombre (ECO, 1988).

Desde el punto de vista agrícola, plaga es una población de organismos fitófagos, es decir, que se alimentan de las plantas, que reducen la producción de cultivo, afectan el valor de la cosecha o incrementan sus costos.

¿Cómo se produce una plaga?

En la naturaleza todos los organismos mantienen un equilibrio. Todos los seres vivos existen por lo general en cantidades que no son dañinas para otras especies. Cada organismo es controlado por otros que son sus enemigos y a éstos se les llama enemigos naturales. Los enemigos naturales evitan que ciertos insectos se reproduzcan en grandes cantidades. De esta manera la escasez de alimento y la presencia de enemigos naturales favorecen un control natural y evitan las plagas.

Sin embargo, este equilibrio puede verse alterado debido a cambios en el ambiente, muchos de ellos producidos por el hombre.

Cuando el equilibrio se rompe en la naturaleza, por la eliminación de depredadores o vegetación natural, algunos organismos logran reproducirse tanto que llegan a afectar la productividad de los cultivos, la salud de los animales o del hombre. En este momento se le denomina plaga.

Como se mencionó anteriormente, cualquier organismo que se encuentra en cantidades suficientes para dañar seriamente cultivos, y el ambiente, la salud del hombre o de los animales, es considerado una plaga. Esto significa que no solo los insectos pueden convertirse en plagas, sino también los moluscos, los hongos, las bacterias, los virus, las ratas, las aves y las malas hierbas. Para controlar las plagas existen una serie de alternativas naturales y sintéticas (plaguicidas sintéticos).

2. DEFINICIÓN

Los plaguicidas son el nombre genérico que recibe cualquier sustancia o mezcla de sustancias que es usada para controlar las plagas que atacan los cultivos o los insectos que son vectores de enfermedades. Los plaguicidas químicos sintéticos, son el resultado de un proceso industrial de síntesis química, y se han convertido en la forma dominante del combate a las plagas, después de la segunda guerra mundial, gracias al desarrollo de la industria química y al tipo de agricultura dependiente de estos insumos.

La Organización Mundial para la Agricultura y la Alimentación (FAO), elaboró un concepto muy amplio de plaguicida, definiéndolo como:

Cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir o controlar cualquier plaga, incluyendo los vectores de enfermedades humanas o de los animales, las especies no deseadas de plantas o animales que causan perjuicio o que interfieren de cualquier otra forma en la producción, elaboración, almacenamiento, transporte o comercialización de alimentos, productos agrícolas, madera y productos de madera o alimentos para animales, también aquellos que pueden administrarse a los animales para combatir insectos arácnidos u otras plagas en o sobre sus cuerpos.

Los plaguicidas son productos para controlar, prevenir o destruir plagas. La mayoría de los plaguicidas son sustancias químicas fabricadas por el hombre, por lo que se denominan genéricamente plaguicidas sintéticos. Existen otros de origen natural como el azufre y la nicotina, sin embargo, no son de uso común.

Desde la década los cuarenta, los países industrializados iniciaron la fabricación de plaguicidas sintéticos en forma comercial con el objetivo de incrementar la producción agrícola. El primer plaguicida sintético usado en forma masiva fue el DDT en 1942 para combatir el Tifus. Este producto fue empleado con gran éxito para combatir plagas de la agricultura y de los mosquitos transmisores de la malaria.

En la actualidad existen en el mundo cerca de 1 500 ingredientes activos de plaguicidas y 60 000 preparados comerciales o formulaciones de los mismos.

En los países subdesarrollados, paralelamente al incremento de ingredientes activos registrados, se observa un incremento en el número de presentaciones comerciales y formulaciones.

Esta situación es contraria a lo que sucede en los países desarrollados, donde la tendencia es reducir el número de sustancias tóxicas permitidas, tanto a través de la prohibición de plaguicidas ya registrados como de restricción de la aprobación de nuevos productos.

3. CLASIFICACIÓN

Se clasifican en una gran variedad de formas: según los organismos que controlan, su concentración, su modo de acción, su composición química, según la presentación de sus formulaciones comerciales y según el uso al que se destinan; sin embargo, es conveniente recordar que por definición todos los plaguicidas son sustancias tóxicas, diseñadas para interferir o modificar mecanismos fisiológicos fundamentales de los insectos, que también son compartidos por otros animales incluido el hombre y que en determinadas circunstancias pueden provocarle la muerte

Los plaguicidas de amplio espectro, son biocidas, y matan indiscriminadamente en el caso de los insecticidas, tanto a los insectos cuya población ha crecido y se convierten en plaga, como a otros insectos benéficos, que pueden servir de controladores biológicos naturales a otras poblaciones de insectos. De este modo, el uso continuo de plaguicidas químicos agudiza el desequilibrio ecológico de un agroecosistema. El uso creciente de plaguicidas químicos puede provocar también la resistencia de insectos, de plantas y de hongos. La

resistencia a insecticidas es un mecanismo por el cual los insectos desarrollan mecanismos bioquímicos que permiten que la dosis aplicada ya no sea mortal y es capaz de heredarla a las generaciones posteriores.

Existen 3 formas generalizadas de clasificar a los plaguicidas, que son:

Se clasifican según los organismos que controlan en:

- I. Según el tipo de organismo que se desee controlar
- II. Según el grupo químico
- III. Según la toxicidad aguda

En el Cuadro 1 se presenta la clasificación de los plaguicidas según el organismo al que se quiere controlar, y en el Cuadro 2 la clasificación según el grupo químico.

Cuadro 1

Clasificación de los plaguicidas según el organismo que interesa controlar

Tipo de plaguicida	Organismo que interesa controlar
Insecticida	Larvicida : Larvas de insectos
	Formicida : Hormigas
	Pulguicida : Pulgas
	Piojicida : Piojos
	Aficida : Pulgones
Acaricida (garrapaticida)	Garrapatas
Nematicida	Nemátodos
Molusquicida	Moluscos
Rodenticida	Roedores
Avicida	Aves
Bactericida	Bacterias
Fungicida	Hongos
Herbicida	Plantas indeseadas

Fuente: Aspectos generales sobre los plaguicidas y sus efectos en las personas y el medio ambiente. INCAP-OPS-MASICA (PLAGSALUD)-OIT. San José de Costa Rica. 1999

Cuadro 2

Clasificación de los plaguicidas según el grupo químico

- Bipiridilos
- Carbamatos
- Compuestos orgánico-estánicos
- Compuestos organoclorados (insecticidas)
- Compuestos organofosforados (insecticidas)
- Compuestos organomercuriales
- Triazinas (herbicidas)
- Derivados del ácido fenoxiacético
- Derivados del cloronitrofenol
- Piretroides y piretrinas (insecticidas)
- Tiocarbamatos (insecticidas)
- Derivados cumarínicos

Fuente: Aspectos generales sobre los plaguicidas y sus efectos en las personas y el medio ambiente. INCAP-OPS-MASICA (PLAGSALUD--OIT. San Jose de Costa Rica 1999

• **Clasificación según la toxicidad aguda**

La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda, -sujeta a actualizaciones periódicas- una clasificación de plaguicidas según el grado de peligrosidad, entendiéndolo éste como su capacidad de producir daño a la salud cuando se dan una o múltiples exposiciones en un tiempo relativamente corto. La clasificación distingue entre:

c) **Formas de mayor y menor riesgo de cada producto**

d) **Ingrediente activo**

e) **Formulaciones**

Esta clasificación se basa en la dosis letal media (DL₅₀) aguda de producto formulado, sólido o líquido en ratas expuestas por vía oral o cutánea, es decir la dosis que mata a la mitad en promedio de la población expuesta, por vía oral o dérmica en las ratas (ver Cuadro 3).

La directriz de etiquetado de plaguicidas de la FAO recomienda que las etiquetas de los productos incluyan frases de advertencia que indica el grado de peligrosidad, una banda de color diferente por cada uno y símbolos pictográficos para cada categoría.

Esta clasificación es limitada, sólo mide la toxicidad aguda, es decir los efectos a corto plazo, y no nos indica nada sobre sus efectos crónicos. Así un plaguicida que aparezca con banda verde, en la categoría IV, como "aparentemente inocuo", puede sin embargo, tener un potencial de causar efectos crónicos graves. Es por ello que no debe ser sinónimo de que el plaguicida "es seguro".

Cuadro 3

Clasificación de los plaguicidas según su peligrosidad recomendada por la OMS

CATEGORIA TOXICOLÓGICA Y COLOR DE LA BANDA	SIMBOLO PICTOGRAFICO PARA CADA CATEGORIA	DISEÑO ACLOA (RATA) mg de formulación por kg de peso corporal			
		VIA ORAL		VIA CUTANEA	
		SOLIDO	LIQUIDO	SOLIDO	LIQUIDO
<p>III Extremadamente peligroso (color rojo)</p>	 MUY TOXICO	5 Ó MENOS	20 Ó MENOS	10 Ó MENOS	40 Ó MENOS
<p>IIb Altamente peligroso (color rojo)</p>	 TOXICO	1-50	20-200	10-100	40-400
<p>II Moderadamente peligroso (color amarillo)</p>	 DAÑO	50-500	100-2000	100-1000	400-4000
<p>IIa Ligeramente peligroso (color azul)</p>	QUIDADADO	10-2000	2000-20000	MÁS DE 1000	MÁS DE 4000
<p>Ia (color verde)</p>	PRECAUCION	MÁS DE 2000	MÁS DE 2000		

Fuente: FAO Guidelines on Good Labeling Practice for Pesticides Roma, 1995

Un plaguicida es ubicado en la clase más estricta cuando:

- Existen diferencias en los resultados de la toxicidad, según vía de ingreso
- Si el ingrediente activo produce daño irreversible a los órganos vitales, es altamente volátil, es acumulativo en su efecto, o en observaciones directas se encuentra que es especialmente peligroso o significativamente alergénico para el hombre.

En algunos casos especiales, como sucede con las preparaciones de aerosoles o fumigantes gaseosos o volátiles, los valores de DL50 oral y dérmica no deben emplearse como base de clasificación, siendo necesario, por lo tanto, utilizar otros criterios tales como los niveles de concentración en el aire.

4. USOS DE LOS PLAGUICIDAS

Los plaguicidas tienen usos diversos, como son:

- En actividades agrícolas y forestales

Los siguientes datos ejemplifican el uso de plaguicidas según el cultivo a nivel internacional.

Cultivo	Plaguicida
Algodón, arroz, frutas y hortalizas	Uso elevado de insecticidas
Cereales, soja y caña de azúcar	Demandan el 70% de los herbicidas
Árboles frutales, vid y hortalizas	Demandan el 50% de los funguicidas
Cereales de grano pequeño (trigo y cebada) maíz, arroz y algodón	El 50% de los productos fitosanitarios

Hace algunos años, cerca del 85% de los plaguicidas utilizados en Centroamérica habían tenido como objetivo los cultivos de algodón. Actualmente, el uso principal de los plaguicidas en estos países está dirigido al cultivo del plátano, café, caña de azúcar, hortalizas, plantas ornamentales y granos básicos.

- **En actividades pecuarias**

La existencia de numerosas especies de ecto y endoparásitos de gran impacto sanitario y económico, ha motivado el uso de plaguicidas en el campo pecuario como antiparasitarios internos y externos. Entre los antiparasitarios externos encontramos:

- Garrapaticidas
- Antimiásicos
- Antisámicos
- Piojicidas

Entre los endoparasitarios, tenemos:

- Antihelmínticos, que actúan contra las moscas y otros artrópodos

- **En actividades de salud pública**

Entre las enfermedades que representan un serio problema de salud pública en los países de América Latina y el Caribe, merecen destacarse.

- Malaria
- Enfermedad de Chagas
- Dengue
- Fiebre amarilla

Estas enfermedades son transmitidas por vectores o por medio de huéspedes intermedios, y para controlarlas, la mayor parte de los programas sanitarios utilizan plaguicidas

Aproximadamente el 10% de los plaguicidas utilizados a nivel mundial se dedican a este fin. El control biológico que también puede usarse para vectores, ha tenido poco desarrollo.

5. LEGISLACIÓN

Las autoridades con competencia en la materia son: las secretarías de Hacienda y Crédito Público (SHCP); del Trabajo y Previsión Social (STPS); de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR); de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI); de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP —antes Secretaría de Desarrollo Social, SEDESOL—); de Salud (SSA); de Comunicaciones y Transportes (SCT); y de Marina (SEDEMAR), así como la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST).

Fases del ciclo de vida de los plaguicidas	Instancias responsables del control
Importación y exportación	SAGARPA/SSA/SEMARNAT/SECOFI/SHCP
Registro	SSA
Proceso y uso	SEMARNAT/SSA/SAGARPA/STPS
Almacenamiento	SSA/SCT/STPS
Transporte	SCT/SSA/SEMARNAT/STPS
Comercialización	SAGARPA/SECOFI/SSA
Efectividad biológica	SAGARPA
Establecimiento de Límites Máximos de Residuos de Plaguicidas (LMR)	SSA/SAGARPA

en productos agrícolas	
Control de residuos en productos agrícolas	SSA*
Control de calidad de plaguicidas	SSA*
Descargas al agua	SEMARNAT/SSA/SEDEMAR
Emisiones al aire	SEMARNAT/SSA
Residuos peligrosos	SEMARNAT/SSA/SCT
Ambiente laboral	STPS/SSA
Salud ocupacional	SSA/STPS
Salud Ambiental	SSA
Saneamiento e impacto ambiental	SEMARNAT

Los plaguicidas se encuentran regulados por disposiciones ambientales, sanitarias, fito y zoosanitarias, laborales y de auto transporte. Asimismo, de manera indirecta diversas disposiciones aduanales y de comercio exterior establecen disposiciones que deben ser observadas en el manejo de plaguicidas

Leyes y reglamentos

1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
 - Reglamento en Materia de Impacto Ambiental
 - Reglamento en Materia de Residuos Peligrosos
2. Ley General de Salud
 - Reglamento en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios
3. Ley Federal del Trabajo

1. Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo
4. Ley Federal de Sanidad Vegetal
5. Ley Federal de Sanidad Animal
6. Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal
- Reglamento de Autotransporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos
7. Ley de Comercio Exterior
8. Ley Aduanera

Normas Oficiales Mexicanas vigentes y en proyecto

1. Ecológicas

- **Norma Oficial Mexicana NOM-090-ECOL-1994**, que establece los requisitos para el diseño y construcción de los receptores de agroquímicos.
- **Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL-1993**, que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

2. Sanitarias

- **Norma Oficial Mexicana NOM-044-SSA1-1993**, que establece los requisitos para contener plaguicidas. Envase y embalaje
- **Norma Oficial Mexicana NOM-045-SSA1-1993**, que establece el etiquetado de plaguicidas. Productos para uso agrícola, forestal, pecuario, de jardinería, urbano e industrial.
- **Norma Oficial Mexicana NOM-046-SSA1-1993**, que establece el etiquetado de plaguicidas. Productos para uso doméstico.
- Proyecto de NOM-058-SSA1-1993, por la que se establecen los requisitos sanitarios para los establecimientos que fabrican y formulan plaguicidas y fertilizantes y que procesan sustancias tóxicas o peligrosas
- Proyecto de NOM-043-SSA1-1993, relativa al almacenamiento de plaguicidas.

3. Zoosanitarias

- **Norma Oficial Mexicana NOM-023-ZOO-1994**, que establece el análisis de residuos de plaguicidas organoclorados y bifenilos policlorados en grasa de bovinos, equinos, porcinos, ovinos y aves por cromatografía de gases.

4. Fitosanitarias

- Proyecto de NOM-032-FITO-1995, por la que se establecen los requisitos y especificaciones fitosanitarias para la realización de estudios de efectividad biológica de plaguicidas agrícolas y su dictamen técnico.
- Proyecto de NOM-033-FITO-1995, por la que se establecen los requisitos y especificaciones fitosanitarias para el aviso de inicio de funcionamiento que deberán cumplir las personas físicas o morales interesadas en comercializar plaguicidas agrícolas.
- Proyecto de NOM-034-FITO-1995, por la que se establecen los requisitos y especificaciones fitosanitarias para el aviso de inicio de funcionamiento que deberán cumplir las personas física o morales interesadas en la fabricación, formulación, formulación por maquila, formulación y/o maquila e importación de plaguicidas agrícolas.
- Proyecto de NOM-050-FITO-1995, por la se establecen los requisitos y especificaciones fitosanitarias para efectuar ensayos de campo para el establecimiento de límites máximos de residuos de plaguicidas en productos agrícolas.
- Proyecto de NOM-051-FITO-1995, por la que se establecen los requisitos y especificaciones fitosanitarias para el manejo de plaguicidas agrícolas cuya adquisición y aplicación está sujeta a la recomendación escrita de un profesional fitosanitario.
- Proyecto de NOM-053-FITO-1995, por la que se establecen los requisitos y especificaciones fitosanitarias para realizar la difusión de la publicidad de insumos fitosanitarios.
- Proyecto de NOM-057-FITO-1995, por la que se establecen los requisitos y especificaciones fitosanitarias para emitir el dictamen de análisis de residuos de plaguicidas.
- Proyecto de NOM para el manejo y disposición final para envases de plaguicidas y fertilizantes.

5. Higiene y seguridad industrial

- **Norma Oficial Mexicana NOM-005-STPS-1993.** Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el almacenamiento, transporte y manejo de sustancias inflamables y combustibles (DOF, 03-dic-93).

- **Norma Oficial Mexicana NOM-006-STPS-1993.** Relativa a las condiciones de seguridad e higiene para la estiba y desestiba de los materiales en los centros de trabajo (DOF, 03-dic-93).
- **Norma Oficial Mexicana NOM-009-STPS-1993.** Relativa a las condiciones de seguridad e higiene para el almacenamiento, transporte y manejo de sustancias corrosivas, irritantes y tóxicas en los centros de trabajo (DOF, 13-jun-94).
- **Norma Oficial Mexicana NOM-010-STPS-1993.** Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se produzcan, almacenen o manejen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral (DOF, 08-jul-94).

6. Transporte

- **Norma Oficial Mexicana NOM-002-SCT2-1994.** Listado de las sustancias y materiales peligrosos más usualmente transportados (DOF, 30-oct-95).
- **Norma Oficial Mexicana NOM-003-SCT2-1993.** Características de las etiquetas de envases y embalajes destinadas al transporte de materiales y residuos peligrosos (DOF, 21-ago-95).
- **Norma Oficial Mexicana NOM-004-SCT2-1994.** Sistema de identificación de unidades destinadas al transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos (DOF, 13-sept-95).
- **Norma Oficial Mexicana NOM-005-SCT2-1994.** Información de emergencia para el transporte terrestre de sustancias, materiales y residuos peligrosos (DOF, 24-jul-95).
- **Norma Oficial Mexicana NOM-006-SCT2-1994.** Aspectos básicos para la revisión ocular diaria de la unidad destinada al auto transporte de materiales y residuos peligrosos (DOF, 23-ago-95).
- **Norma Oficial Mexicana NOM-007-SCT2-1994.** Marcado de envases y embalajes destinados al transporte de sustancias y residuos peligrosos (DOF, 18-ago-95).
- **Norma Oficial Mexicana NOM-010-SCT2-1994.** Disposiciones de compatibilidad y segregación para el almacenamiento y transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos (DOF, 25-sept-95).
- **Norma Oficial Mexicana NOM-011-SCT2-1994.** Condiciones para el transporte de las sustancias, materiales y residuos peligrosos en cantidades limitadas (DOF, 25-sept-95).

- **Norma Oficial Mexicana NOM-019-SCT2-1994.** Disposiciones generales para la limpieza y control de remanentes de sustancias y residuos peligrosos en las unidades que transportan materiales y residuos peligrosos (DOF, 25-sept-95).
- **Norma Oficial Mexicana NOM-028-SCT2-1994.** Disposiciones especiales para los materiales y residuos peligrosos de la clase 3 líquidos inflamables transportados (DOF, 4-oct-95).
- **Norma Oficial Mexicana NOM-043-SCT2-1995.** Documento de embarque de sustancias, materiales y residuos peligrosos (DOF, 23-oct-95).

6. ACUERDOS INTERNACIONALES

En el marco internacional México se ha adherido o ha suscrito los siguientes lineamientos y convenios aplicables a plaguicidas:

Código Internacional de conducta para la distribución y utilización de plaguicidas. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma 1985.

El Código tiene como objetivos generales: enunciar las responsabilidades y establecer normas de conducta de carácter voluntario para todas las entidades públicas y privadas que intervienen o influyen en la distribución y utilización de plaguicidas y fomentar la cooperación entre los gobiernos y los países exportadores e importadores, para promover prácticas que aseguren el uso eficaz y seguro de los plaguicidas, reduciendo al mínimo sus riesgos para la salud y el ambiente, que pueden derivar de una manipulación o utilización impropias.

Directrices de Londres para el intercambio de información acerca de productos químicos objeto de comercio Internacional. Enmendada en 1989.

Su objetivo es auxiliar a los gobiernos en actividades encaminadas a incrementar la seguridad en relación con los productos químicos (incluyendo a los plaguicidas) en todos los países mediante el intercambio de información sobre éstos. Establecen las Bases del

Procedimiento de Información y Consentimiento Previos (PICP), para facilitar a los gobiernos importadores la decisión relativa a aceptar o rechazar la importación de sustancias prohibidas o severamente restringidas en el país exportador por motivos de salud o ambientales.

Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación. Naciones Unidas. 1989.

Cuyos objetivos son:

- a. Reducir el movimiento transfronterizo de desechos sometidos al Convenio a un mínimo compatible con la gestión eficiente y ambientalmente racional de los mismos;
- b. Reducir al mínimo la cantidad y toxicidad de los desechos peligrosos generados y garantizar su manejo ambientalmente racional tan cerca como sea posible de la fuente de generación;
- c. Asistir a los países en desarrollo en el manejo ambientalmente racional de los desechos peligrosos y de otro tipo que generen.

Protocolo de Montreal relativo a las sustancias agotadoras de la capa de ozono. 1987.

Establece como objetivo proteger la capa de ozono, adoptando medidas preventivas para controlar las emisiones mundiales de las sustancias que la agotan.

El Protocolo se aplica en el marco del Convenio de Viena, el cual adoptó en la reunión de las partes la incorporación en la lista de sustancias al plaguicida bromuro de metilo, teniendo los países en desarrollo como compromiso la congelación de su empleo para el año 2002 a los niveles promedio de 1995 a 1998.

Agenda 21 de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Ambiente y Desarrollo. 1992.

En su capítulo 19, sobre el manejo sustentable de las sustancias químicas, la Agenda 21 propone el desarrollo de seis áreas programáticas que incluyen:

- La expansión y aceleración de la evaluación internacional de los riesgos de los productos químicos.
- La armonización de la clasificación y etiquetado de los productos químicos.
- El intercambio de información sobre productos químicos tóxicos y el riesgo que entrañan los productos químicos.
- La organización de programas de reducción de riesgos.
- El fomento de la capacidad y los medios nacionales para la gestión de los productos químicos.
- La prevención del tráfico ilícito de productos tóxicos.

Plan Integral Ambiental Fronterizo 1992-1994 / Programa Frontera XXI

En el marco del Convenio de Cooperación Ambiental suscrito con los Estados Unidos en La Paz, Baja California en 1983, el Programa Integral Ambiental Fronterizo (PIAF) establece como objetivo proporcionar protección a largo plazo a la salud humana y a los ecosistemas naturales en la frontera de México y los Estados Unidos. El PIAF incluyó como una de las metas, el intercambio de información sobre las implicaciones del uso de plaguicidas así como el desarrollado de programas de cooperación para ayudar en la capacitación de agricultores, fumigadores y distribuidores acerca del uso y disposición adecuados de los productos químicos empleados en la agricultura, además de trabajar conjuntamente en el análisis de productos químicos, capacitación de especialistas y el manejo de programas bilaterales de garantía de calidad. En la actualidad, el PIAF se ha transformado en el Programa Frontera XXI.

En el Anexo III del Convenio de la Paz se incorporan, además, disposiciones relativas al movimiento transfronterizo de materiales y residuos peligrosos.

Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLC). 1994.

En lo referente a las medidas de normalización, el Tratado establece las funciones, integración mecánica y calendario del Comité de Medidas Relativas a la Normalización, señalando entre los asuntos a considerar, los relativos a: criterios para la evaluación de daños potenciales de ciertos bienes al ambiente; la metodología para la evaluación del riesgo; los lineamientos para realizar pruebas de sustancias químicas, incluidas las de tipo industrial y las de uso agrícola, farmacéutico y biológico.

Resolución 95-5 de la Comisión de Cooperación Ambiental. 1995.

La resolución permite sentar las bases de cooperación regional para dar cumplimiento a los compromisos contraídos en el Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte relacionado con el TLC, como en respuesta de las disposiciones contenidas en el capítulo 19 de la Agenda 21 de las Naciones Unidas, sobre el manejo sustentable de las sustancia química. Dentro de sus planes de acción se encuentra la eliminación virtual de 12 compuestos orgánicos persistentes identificados en la decisión 18/32 del Consejo del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en mayo de 1995, entre los que se encuentran diversos plaguicidas como el DDT y el Clordano.

Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE).

La OCDE establece como objetivos básicos: la clarificación de los problemas económicos, ambientales y sociales, a través de análisis cualitativos y cuantitativos realizados en sus países miembros; intercambiar información de cómo los problemas han venido siendo abordados en cada país, para que la experiencia de unos pueda servir de apoyo a las acciones de otros; hacer que los países estén alertas al impacto de sus acciones en los otros; investigar para encontrar estrategias o soluciones comunes, analizar y evaluar la efectividad de las políticas económicas, sociales y ambientales de sus países miembros. Entre las actividades que se desarrollan en el área

ambiental. se encuentran las relativas a sustancias químicas, entre la que destacan las que promueve el Foro de Plaguicidas.

De particular interés, son las actividades relacionadas con el análisis de los procesos de registro y reregistro de los plaguicidas: la armonización de la clasificación, etiquetado, lineamientos de prueba y principios glp aplicados a los plaguicidas: así como a la reducción de sus riesgos.

7. PLAGUICIDAS PROHIBIDOS Y RESTRINGIDOS EN MÉXICO

PLAGUICIDAS PROHIBIDOS

La importación, fabricación, formulación, comercialización y uso de los siguientes plaguicidas, han sido prohibidos en México, conforme al Diario Oficial de la Federación del 3 de enero de 1991.

- Acetato ó Propionato de Fenil
- Mercurio
- Ácido 2.4.5-T
- Aldrin
- Cianofos
- Erbon
- Formotion
- Fluoracetato de Sodio (1080)
- Fumisel
- Kepone/Clordecone
- Cloranil
- Mirex
- DBCP
- Monuron
- Dialafor
- Dieldrin
- Nitrofen
- Schradan
- Dinoseb
- Triamifos
- Endrin

La comercialización y uso de los siguientes plaguicidas han sido prohibidos en México:

- BHC
- EPN
- Paratión Etilico
- Toxafeno
- Sulfato de Talio

Plaguicidas Restringidos

DDT Por su alto riesgo para la salud humana. su elevada persistencia y sus propiedades de bioacumulación, este plaguicida solo podrá ser utilizado en campañas sanitarias. por las dependencias del ejecutivo.

Los siguientes plaguicidas solo podrán ser adquiridos en las comercializadoras mediante la presentación de una recomendación escrita de un Técnico Oficial o Privado que haya sido autorizado por el Gobierno Federal. Su manejo y aplicación se efectuarán de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana que establece los requisitos y especificaciones Fitosanitarias para el manejo de Plaguicidas Agrícolas Restringidos:

PLAGUICIDAS RESTRINGIDOS EN MÉXICO

1.3-Dicloropropeno	Isotiocianato de Metilo
Alaclor	Lindano
Aldicarb	Metamidofos
Bromuro de Metilo	Metam Sodio
Clordano	Metoxicloro
Cloropicrina	Mevinfos
Clorotalonil	Paraquat
Dicofol	Pentaclorofenol
Forato	Quintozeno
Fosfuro de Aluminio	

Fuente: Catálogo Oficial de Plaguicidas 1996. Comisión Intersecretarial para el Control y uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST). Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural; Secretaría de Medio Ambiente, Recursos naturales y pesca; Secretaría de Salud; Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

PLAGUICIDAS AUTORIZADOS Y NÚMERO DE PAÍSES EN LOS QUE ESTÁN PROHIBIDOS, SEVERAMENTE RESTRINGIDOS O SIN REGISTRO.

Plaguicida	Prohibido	Severamente Restringido	Sin Registro
Clordano	47	14	6
DDT	49	23	6
Lindano	28	17	1
Paraquat	9		4
Paratión Metílico	14	7	13
Pentaclorofeno	27	14	15

Fuente: Carta Internacional de la Campaña de las Docena Sucia Pesticide Action Network, San Francisco CA 1993

**PLAGUICIDAS PROHIBIDOS EN OTROS PAISES Y AUTORIZADOS
EN MEXICO**

Alaclor*	Metidación
Aldicarb*	Metamidofos*
Azinfos Metílico	Metoxicloro*
Captafol	Mevinfos*
Carbarilo	Monocrotofos
Captan	Ometoato
Clordano	Oxyfluorfen
DDT	Paraquat*
Dicofol*	Paratión Metílico
Diurón	Pentaclorofenol
Endosulfán	Quintoceno*
Forato*	Sulprofos
Fosfamidón	Triazofos
Kadetrina	Tridemorf
Linuron	Vamidothion
Maneb	2.4-D

Fuente: RAPAM Consolidated list of products whose consumption and or sale have been banned withdrawn, severely restricted or not approved by governments. United Nations Dept for Policy Coordination and Sustainable Development; fifth issue, New York, 1994. y Catalogo Oficial de Plaguicidas, 1995. Comisión Intersecretarial para el Control y uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST). Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural; Secretaría de Medio Ambiente, Recursos naturales y Pesca; Secretaría de Salud; Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

8. EFECTOS DE LOS PLAGUICIDAS EN EL HOMBRE Y EL AMBIENTE

Los efectos de los plaguicidas en el hombre y el ambiente pueden estudiarse desde 4 puntos de vista:

I. Efectos agudos

Son aquellos de rápida aparición y curso (generalmente en las primeras 24 horas), producidos por una sola dosis o por cortas exposiciones a una sustancia. En la mayoría de los casos las intoxicaciones se resuelven en corto plazo, otros pueden tardar mucho tiempo o dejar secuelas y otros aún producir la muerte.

Entre los estudios más recientes, realizados en países centroamericanos destacan los siguientes:

- En Costa Rica de acuerdo con el Reporte Oficial de Intoxicaciones con plaguicidas 1997 y el Informe sobre la Situación de Salud, ambos del Ministerio de Salud, entre 1990 y 1997 se registraron 4520 casos, con una clara tendencia ascendente. Los Organofosforados y los Carbamatos son los principales plaguicidas involucrados.
- En Guatemala en el decenio 1987-1996, se registraron 6981 casos de intoxicación atendidos en los Centros de Asistencia del Ministerio de Salud y del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS).
- En Honduras en 1992 se realizó un estudio de las intoxicaciones por plaguicidas en la población que asiste al Hospital Regional del Sur, entre 1986 y 1991. Se encontraron 89 casos de intoxicación, provenientes del área rural en un 53%. El 47% de las intoxicaciones fueron consideradas como moderadas o severas. La relación hombre-mujer fue de 3 a 1. El 87% de los intoxicados no usaban medidas de protección y la principal vía de ingreso fue la oral (54%), seguida de la mixta (24%) y la dérmica (22%). El 37% de las intoxicaciones se debió a Carbamatos, 7% a Organoclorados, 1% a Fosfato de Aluminio y 55% a otros, entre los que se destaca el paraquat.

- En El Salvador, entre 1988 y 1995 se registraron en este país 5174 casos de intoxicación por plaguicidas, de los cuales el 58% se clasificaron como no intencionales (laborales o accidentales) con una letalidad del 20% (1078 defunciones).
- En Nicaragua se registraron, en el período 1986-1988, 1913 intoxicaciones por plaguicidas con 88 muertes (4.5%). Se estimó para esta patología en todo el país una tasa de 42 casos por cada 100000 habitantes. En este mismo país, solo en 1995 se registraron 1207 casos de intoxicaciones agudas por plaguicidas, para una tasa de 54 por cada 100000 habitantes.
- En Panamá en el período comprendido entre 1981 y 1990, se reportaron 208 intoxicaciones agudas con hospitalización del paciente. Predominaron las intoxicaciones accidentales, seguidas de los intentos de suicidio y las laborales. Los principales agentes involucrados fueron los insecticidas (Organofosforados y Carbamatos), los herbicidas (Biperidilos y Clorofenoxi) y los funguicidas. Se registraron 18 muertes de adultos, en donde el paraquat ingerido intencionalmente fue el agente involucrado

II. Efectos a largo plazo

Son los procesos patológicos que se desarrollan en el organismo, generalmente por la exposición repetida a dosis bajas, luego de un período de latencia.

Estos procesos pueden:

- Incrementar el riesgo de cáncer, sobre todo de pulmón y el relacionado con hormonas femeninas
- Esterilidad
- Originar afectaciones neuropáticas

III. Intoxicaciones en trabajadores menores de edad

Las grandes limitaciones de los sistemas de seguridad social en nuestra región han traído como consecuencia la inevitable necesidad de vincular a los menores a la actividad laboral. El sector agrario no ha sido ajeno a esta situación y es así como en todos nuestros países

encontramos niños y menores trabajando en diversas actividades agrícolas.

IV. Hallazgos en los sistemas de vigilancia epidemiológica

El uso indiscriminado de los plaguicidas, genera problemas en diversas áreas del quehacer humano y repercute en forma adversa principalmente en los ecosistemas y en la salud de las personas.

La vigilancia epidemiológica, una de las aplicaciones más interesantes del método epidemiológico, es un instrumento que contribuye a atenuar, minimizar o controlar efectivamente y con bases objetivas y científicas, un problema determinado de salud pública.

Podemos entender como vigilancia epidemiológica al conjunto de actividades que permiten reunir la información indispensable para conocer las tendencias de la conducta y características de la enfermedad, detectar o prevenir cualquier cambio que pueda ocurrir por alteración en los factores condicionantes, con el fin de recomendar oportunamente sobre bases firmes las medidas que conduzcan a la prevención y control de la enfermedad.

9. EVALUACIÓN Y REDUCCIÓN DE RIESGOS POR LA EXPOSICIÓN A LOS PLAGUICIDAS

La evaluación de riesgos es un procedimiento que permite determinar de manera objetiva y transparente, qué tanto un plaguicida en las condiciones indicadas de utilización, así como en diversas circunstancias —incluyendo las peores— (distintos escenarios posibles), es probable que ocasione efectos adversos en la salud de seres humanos, así como en organismos de la biota "no blanco" de su acción. Asimismo, mediante este procedimiento se pueden predecir las dosis o concentraciones de plaguicidas que no producen efecto en distintos receptores (PNEC por sus siglas en inglés) y las concentraciones que se pueden encontrar en el ambiente: agua, aire y suelos (PEC por sus siglas en inglés); y calcular la ingestión diaria admisible (IDA) y total (IDT).

Aunado a lo anterior, y con base en la magnitud de los riesgos identificados, se pueden establecer prioridades de acción para prevenir, controlar o remediar los daños derivados del manejo de los plaguicidas. A partir de esas evaluaciones, también, se pueden fijar los límites máximos permisibles de los plaguicidas en distintos medios y los límites máximos de residuos (LMR) en productos agrícolas.

En el caso de nuevos plaguicidas, la evaluación de sus riesgos permite identificar si éstos son excesivos, en cuyo caso se puede prohibir su ingreso al comercio, o decidir la aprobación de su comercialización y las medidas a adoptar para prevenir riesgos y lograr su manejo seguro.

¿En qué consiste la evaluación de riesgos?

La evaluación de los riesgos se sustenta en el conocimiento de las propiedades que hacen peligrosos a los plaguicidas y capaces de producir daños a la salud de los seres humanos y de los demás organismos vivos, en función de la exposición. Es por ello que se considera como un proceso constituido por diversas etapas que incluyen:

1. **LA IDENTIFICACIÓN DE SU PELIGROSIDAD:** Esta es la etapa en la que se generan los datos que permiten determinar el comportamiento de los plaguicidas en los diferentes órganos, tejidos o células, de los organismos expuestos, de acuerdo con la vía de ingreso o de exposición, así como identificar la variedad de consecuencias (figura 1).

2. **LA EVALUACIÓN DE SUS EFECTOS:** En esta fase se busca establecer una relación cuantitativa entre la dosis recibida por los distintos organismos estudiados (exposición) y la severidad del efecto específico ya sea agudo o crónico (relación dosis-efecto), así como entre la dosis administrada y el número relativo de individuos expuestos que presentan el efecto especificado cualitativamente y de una severidad cuantificable (relación dosis-respuesta). Este último tipo de relación, permite identificar diferencias en susceptibilidad entre individuos de la misma o de distinta especie (como ocurre con la dosis que es letal para 50% de los organismos expuestos o DL50).

Ya que es imposible exponer a los seres humanos en forma controlada a los plaguicidas o evaluar los efectos de éstos en todos los organismos vivos, se recurre a la extrapolación de los datos al ser humano empleando "factores de extrapolación" o "factores de incertidumbre, así como a la predicción de las concentraciones que no producen efectos en los diversos compartimentos ambientales: aire, agua, sedimentos, suelos (PNEC).

3. **LA EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN:** Esta constituye una de las etapas más complicadas del proceso, en virtud de la dificultad de contar con datos que permitan determinar las distintas modalidades de exposición que pueden tener lugar.

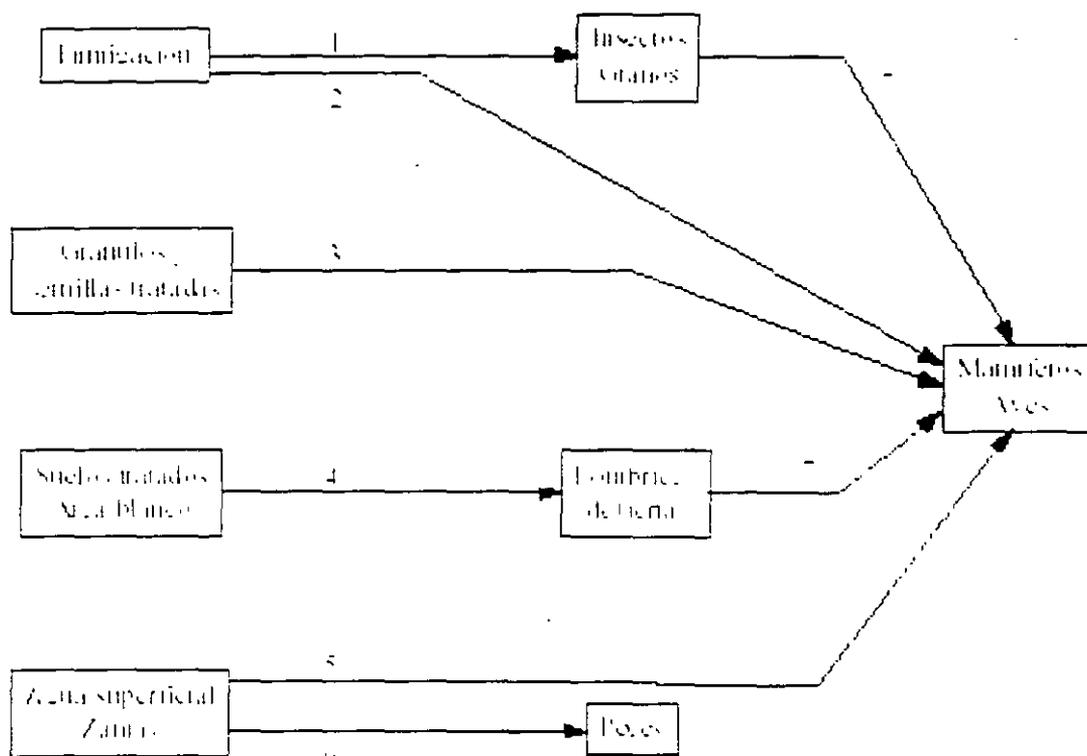
En el caso de plaguicidas nuevos, sólo pueden realizarse predicciones de las posibles exposiciones en virtud de los volúmenes que se emplearán, los tipos y condiciones de uso o difusión en el ambiente. En el caso de los plaguicidas existentes, es preciso determinar su emisión o descarga al ambiente, las vías y velocidades de dispersión, así como su transformación o degradación; además de considerar la exposición presente y pasada, así como la magnitud y duración de la misma, tanto para seres humanos como para organismos "indicadores" representativos de las especies más vulnerables.

Lo ideal para evaluar la exposición real es contar con datos del monitoreo biológico de las especies expuestas o bien con el monitoreo del aire, del agua, suelos o alimentos con los que entran en contacto. Ante la carencia o escasez de estos datos, se puede recurrir a la modelación multimedios, haciendo uso de factores de emisión estimados o evaluados, en los cuales se tienen que

incorporar variables climáticas, hidrológicas, geológicas, así como bióticas (figura 2).

Para estimar la exposición del ser humano, se integran en una sola las exposiciones por las distintas vías, expresándolas en mg/kg de peso corporal/día. En el caso de la evaluación ecológica de riesgos, no se establece una sola predicción de la concentración ambiental de los plaguicidas (PEC), sino que se calculan para cada medio ambiental: aire, agua, sedimentos, suelos.

Figura 2
Posibles vías de ingesta en la exposición de aves y mamíferos a plaguicidas



1 - Aplicación de fumigación. 2 - Bebidos de los lodos o granos. 3 - Ingestión de granos y semillas tratados. 4 - Bioacumulación en lombriz de tierra. 5 - Bebidos con el agua superficial. 6 - Bioacumulación en peces de agua superficial. 7 - Ingestión.

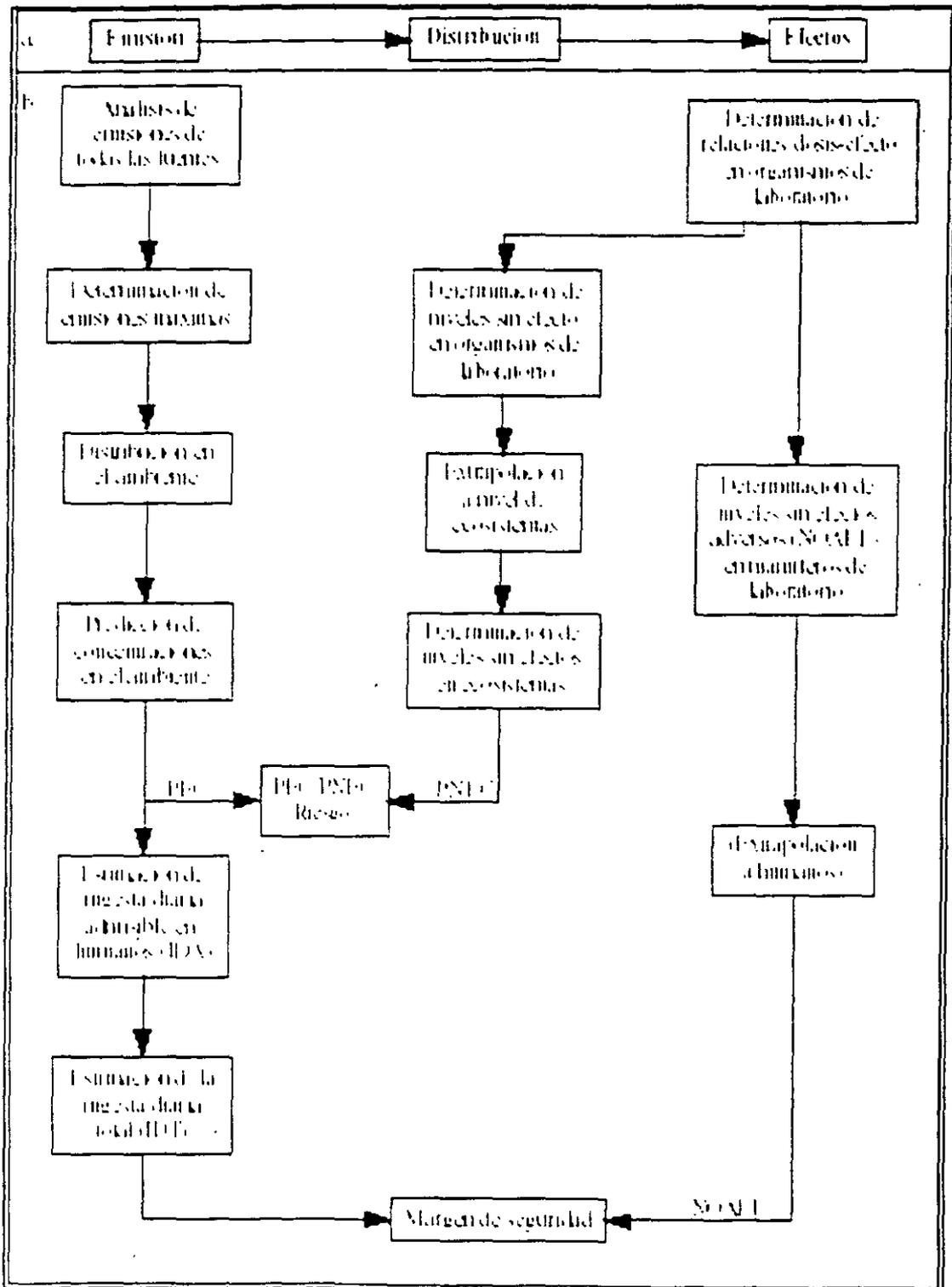
4. **CARACTERIZACIÓN DEL RIESGO:** Esta es la fase en la que se lleva a cabo la estimación de la incidencia o severidad de los efectos adversos en la población humana o de la concentración en los compartimentos ambientales, que pueden derivar de la exposición real o estimada a los plaguicidas y, aunque no necesariamente, puede incluir la cuantificación de la probabilidad de que esto ocurra.

Es en este momento en el cual intervienen los supuestos y se calculan las incertidumbres. Frecuentemente, los riesgos estimados suelen expresarse como el cociente de la relación entre PEC/PNEC, el cual no constituye una medida absoluta de los riesgos, ya que no se conocen los riesgos reales de los plaguicidas cuando la concentración ambiental estimada (PEC) excede a la predicción de la concentración que no tiene efecto (PNEC); sólo se acepta que la probabilidad de efectos adversos aumenta cuando las relaciones entre PEC/PNEC aumentan (figura 3).

En la práctica, lo que se realiza es una jerarquización relativa de los riesgos, que permite comparar desde esa perspectiva diferentes plaguicidas, con el propósito de identificar y emplear los menos riesgosos.

5. **CLASIFICACIÓN DE RIESGOS.** Es en esta etapa en la que intervienen los tomadores de decisiones para definir cuando un riesgo es inaceptable para la sociedad y requiere ser reducido o eliminado. El problema central de esta fase es la definición del criterio "inaceptable", ya que intervienen valores culturales, sociales, además de consideraciones de orden tecnológico, económico e inclusive político. También inciden los cambios en las condiciones de un país, en forma tal que lo que en el pasado podía ser considerado como aceptable ya no lo es en el presente. Todos esos aspectos son los responsables de que el grado de rigor de las normas que especifican límites máximos de sustancias químicas peligrosas en emisiones al aire, descargas al agua o en productos comerciales, puedan diferir.

Figura 3
Establecimiento de la relación de causalidad entre las emisiones ambientales de plaguicidas y sus efectos



Una forma de sortear el problema de la definición de lo que es inaceptable, de manera más objetiva, ha sido el de establecer dos niveles de riesgo: el límite superior o nivel máximo permisible (NMP) y el límite inferior o nivel despreciable.

Con ello puede considerarse la creación de tres zonas, una de alto riesgo, otra intermedia de riesgo medio y otra inferior de riesgo bajo: Por lo general, los riesgos en la zona superior son considerados como inaceptables y dan lugar a disposiciones regulatorias obligatorias, mientras que no se toman en cuenta o no se regulan los riesgos de la zona inferior (nivel de *minimus*).

En lo que respecta a la zona intermedia, se acepta que deben realizarse acciones de reducción de riesgos basadas en el principio de "reducir riesgos tanto como sea razonablemente alcanzable". En la práctica, esto significa reducir los riesgos hasta el límite en que los costos de ello sean desproporcionados con respecto a los beneficios que resulten de ello (cuadro 1).

Cuadro 1
Niveles de Riesgo

Alto riesgo	Nivel máximo permisible	Riesgos inaceptables
Riesgo medio	Nivel intermedio	Riesgos aceptables - reducción de riesgos tanto como sea razonablemente alcanzable
Riesgo <i>de minimis</i>	Nivel de preciable	Riesgos no relevantes

6 ANÁLISIS RIESGO-BENEFICIO: Para poder elegir las medidas más convenientes con objeto de reducir los riesgos de un plaguicida considerados como inaceptables, es preciso analizar las diferentes opciones tomando en cuenta para cada una de ellas los siguientes elementos:

- ¿Son técnicamente factibles?
- ¿Cuál es el costo de instrumentarlas?
- ¿Cuál es su impacto social (por ejemplo, en el empleo)?

- ¿Se cuenta con o se requiere de instrumentos regulatorios o de otra índole?
- ¿Cuál es el grado de incertidumbre de los datos científicos que sustentan la evaluación de sus riesgos?

La selección de las medidas también se basa en criterios de costo-efectividad, es decir en la identificación de acciones que permitan maximizar el nivel de reducción de riesgos por unidad de costos.

La evaluación monetaria de los beneficios de disminuir los riesgos de un plaguicida, en términos de salvar vidas, reducir gastos médicos y evitar el impacto del ausentismo de trabajadores en actividades productivas: así como, por ejemplo, de gastos derivados de la limpieza de sitios contaminados, costos de pérdida de bancos pesqueros o de especies en extinción, no es una tarea sencilla ya que hace intervenir juicios basados en percepciones más que en datos precisos. Es por ello, que en esta fase del proceso se requiere aplicar una estrategia adecuada de comunicación de riesgos, que permita a diferentes sectores de la población participar aportando elementos para realizar el análisis.

Qué conclusiones se pueden sacar al valorar los riesgos de un nuevo plaguicida?

La fase en la que se valoran los riesgos estimados para cada plaguicida, constituye el momento en el cual se tiene que decidir si se piensa que los datos son suficientes para considerar no preocupante a dicho plaguicida: si se requiere mejorar las estimaciones de la exposición y los efectos de éste, a partir de nuevos datos: o si se requiere proceder a reducir sus riesgos (cuadro 2). Es en este momento en el cual se toman como referencia los niveles máximos de riesgo que no deben ser excedidos y los niveles despreciables, en los que existen razones para considerar a un plaguicida como no riesgoso.

Cuadro 2

Posibles Conclusiones de la Valoración de Riesgos de una Nuevo Plaguicida

- El plaguicida no constituye una preocupación inmediata y no se considerará de nuevo si no surge ninguna información adicional sobre su peligrosidad
- El plaguicida es preocupante y la autoridad competente puede decidir qué información adicional se requiere para completar su evaluación; pero puede esperar a requerirla hasta que la cantidad introducida al comercio se incremente en una tonelada adicional a la aprobada.
- El plaguicida es preocupante y se requerirá de inmediato proporcionar información adicional para completar su evaluación.
- El plaguicida es preocupante y la autoridad competente hará recomendaciones de inmediato con respecto a la reducción de sus riesgos.

¿Qué criterios se siguen para reducir los riesgos de los plaguicidas?

Al establecer programas de gestión para la reducción de riesgos de los plaguicidas, deben tomarse en cuenta diversos criterios entre los que sobresalen los de eficiencia, simplificación administrativa, equidad, consistencia, aceptación pública, el tiempo y el marco de competencias legales. Los enfoques más usuales para el manejo de los riesgos de los plaguicidas son:

- a. LA CLASIFICACIÓN Y ETIQUETADO: Quiénes generan nuevos plaguicidas, deben clasificarlos y etiquetarlos con base en sus propiedades intrínsecas y de acuerdo con las disposiciones legales o internacionales al respecto. Lo anterior implica asignarles en las etiquetas símbolos y frases que señalen sus riesgos y medidas de seguridad para prevenirlos
- b. REDUCCIÓN DE RIESGOS TANTO COMO SEA RAZONABLEMENTE ALCANZABLE: La responsabilidad de poner en práctica este principio recae en quienes producen o importan los plaguicidas y en quienes los emplean. Los criterios a seguir para determinar lo que puede considerarse como razonable en la

reducción de riesgos; son los estipulados en los estándares establecidos para lograr su manejo seguro.

c. **ESTÁNDARES DE SEGURIDAD:** Este tipo de estándares se establecen con el propósito de proteger la salud humana o el ambiente e incluyen tanto instrumentos legalmente vinculantes como no vinculantes:

- Los criterios son considerados como lineamientos de calidad basados en la evaluación de datos científicos.
- Las normas son instrumentos legales que establecen límites máximos de exposición a plaguicidas; ejemplo de ellas son las normas de calidad del aire, agua y suelos, así como los límites máximos permisibles de plaguicidas en el ambiente laboral o de residuos de plaguicidas en productos agrícolas (LMR).

Todos esos instrumentos son establecidos con base en los datos de las curvas dosis-respuesta y dosis-efecto, derivadas de experimentos de exposición controlada de organismos de prueba a los plaguicidas, aplicando factores de seguridad. Lo mismo ocurre con el parámetro Ingesta Diaria Aceptable (IDA) que se fija aplicando un factor de seguridad a los niveles en los que no se observa un efecto obtenidos en estudios toxicológicos. Un IDA es una estimación de la dosis de exposición diaria que es poco probable que produzca un efecto deletereo aún cuando la exposición se prolongue durante toda la vida.

¿Qué propósito tiene el monitoreo de los plaguicidas?

El monitoreo de los plaguicidas tiene múltiples propósitos entre los que se encuentran:

- Verificar la efectividad de las medidas de reducción de riesgos
- Proporcionar una señal de alarma en los casos que se rebasen los límites permisibles.
 - Facilitar el establecimiento de tendencias y la elaboración de predicciones.
 - Proporcionar elementos para ahondar en el conocimiento de los procesos
 - que subyacen su difusión en el ambiente.

¿Quiénes intervienen en la evaluación y el manejo de los riesgos de los plaguicidas?

Como se indica en el cuadro 3, diferentes disciplinas intervienen en cada una de las etapas de la evaluación y control de los riesgos de los plaguicidas, por lo cual debe considerarse como un proceso multidisciplinario que se realiza en equipo.

Cuadro 3
Disciplinas Requeridas en la Evaluación y Gestión de Riesgos

Etapas	Disciplinas que intervienen
Evaluación de Peligros	<ul style="list-style-type: none">• Química• Biología• Toxicología• Farmacología• Física
Evaluación de Riesgos	<ul style="list-style-type: none">• Química• Biología• Matemáticas• Medicina• Ingeniería• Ciencias políticas

Cuadro 3
Continuación

Etapas	Disciplinas que intervienen
Gestión de Riesgos	<ul style="list-style-type: none">• Evaluación de riesgos• Economía• Política• Legislación• sociología

¿Cómo se expresan los riesgos asociados con la exposición de plaguicidas?

Los riesgos se caracterizan por su tipo, intensidad y probabilidad de que la peligrosidad de los plaguicidas provoque un efecto adverso en la salud humana o en otros organismos vivos. En términos cuantitativos, los riesgos se expresan en valores que van del cero (el daño no se produce) al uno (certeza de que ocurrirá el daño).

Sin embargo, deben distinguirse los plaguicidas cuya relación dosis-efecto es lineal, es decir que provocan un efecto a partir de cualquier dosis (como ciertos carcinógenos genotóxicos, que inducen daño genético como vía para producir cáncer), de los que requieren de una dosis umbral para que empiecen a producirse sus efectos. Así, el riesgo de los plaguicidas carcinogénicos genotóxicos se expresa como la probabilidad de que provoquen casos adicionales de cáncer a los que ocurren "normalmente" en una población; por ej. un caso adicional en un millón de personas o 1×10^{-6} o bien simplemente 10^{-6} . En el caso de los plaguicidas cuyos efectos crónicos o subcrónicos sólo se producen a partir de una cierta dosis, se considera que no existen riesgos ligados a todas sus dosis o concentraciones.

De ahí que este tipo de plaguicidas se regulen a partir de determinar el nivel o concentración en la cual no se observan efectos (NOAEL por sus siglas en inglés) o el nivel de concentración más bajo que produce un efecto adverso (LOAEL por sus siglas en inglés); y multiplicando esos valores por factores de incertidumbre (expresados en potencias de 10 que van de 10 a 10 000, tomando en cuenta: la variabilidad humana, diferencias entre especies y las posibles inadecuaciones de las bases de datos) para predecir las concentraciones sin efecto (PNEL) en el hombre así como la dosis de ingestión diaria sin efecto (IDA) o las predicciones de concentraciones de exposición (PNEC) en los diferentes ecosistemas. De ahí que, para este tipo de plaguicidas el riesgo no se exprese como una probabilidad, sino que se indiquen los niveles de exposición estimados que no producen ningún daño (expresados en mg/kg/día para el ser humano y en mg/l de aire o agua, o mg/kg de suelo o sedimento) (cuadro 4).

En el caso de efectos agudos, se considera que el hombre es tan sensible a la exposición aguda como los animales de experimentación, por lo que se puede calcular el nivel NEL a partir de la dosis letal que

mata cincuenta por ciento de animales (DL50) multiplicando por un factor de 100 (margen de seguridad).

Cuadro 4
Factores para la extrapolación del nivel en el que no se observan efectos adversos (NOAEL) al nivel sin efecto (NEL) crónico y subcrónico en hombre para plaguicidas no genotóxicos

Información Disponible	Factor de Incertidumbre (NEL Crónico)	Factor de Incertidumbre (NEL Subcrónico)
NOAEL de pruebas crónicas en animales	100	n.a.
LOAEL de pruebas crónicas en animales	1 000	n.a.
NOAEL de pruebas subcrónicas en animales	1 000	100
LOAEL de pruebas subcrónicas en animales	10 000	1 000
NOAEL de datos crónicos en humanos	10	n.a.
NOAEL de datos subcrónicos en humanos	100	10

n.a. no aplicable

¿Qué tipo de resultados se toman en consideración al caracterizar los riesgos de un plaguicida?

En la fase de caracterización de riesgos, cuando se comparan los resultados de las evaluaciones de la exposición (por ej. la concentración ambiental sin efecto PEC o la ingesta diaria aceptable) y de las evaluaciones de efectos (por ejemplo la concentración prevista sin efecto PNEC o el NOAEL), se reúnen tantos datos como sea posible provenientes de las evaluaciones de riesgos para los seres humanos (trabajadores, consumidores o expuestos ambientalmente) y para los diferentes ecosistemas (acuáticos, terrestres, etc.) (cuadro 5).

Cuadro 5

Conjunto de Resultados Posibles para una Evaluación de Riesgos

PEC/PNEC para ecosistemas acuáticos
PEC/PNEC para ecosistemas terrestres
PEC/PNEC para predadores (envenenamiento secundario)
PEC/PNEC para microorganismos en lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales
PEC para agua subterránea
Potencial de deterioro de la capa de ozono
Potencial de efecto invernadero
Potencial de acidificación
NOAEL mamífero/ingesta diaria total

¿Qué tan precisa es la estimación de los riesgos de los plaguicidas?

En virtud de que las exposiciones pueden variar en el tiempo y el espacio, y de que los seres vivos difieren en su susceptibilidad a los plaguicidas, los factores de incertidumbre son grandes al calcular los riesgos. Por ello, por ejemplo, un mismo valor numérico no puede tener el mismo significado cuando se está hablando de un riesgo de cáncer de 10^{-6} para una "persona con una exposición promedio" o de un riesgo de 10^{-6} en "los individuos más expuestos"; razón por la cual es preciso agregar el calificativo "exposición promedio" y "más expuestos" al valor numérico, si se desea comunicar bien los riesgos.

¿Cuáles son los tipos de incertidumbres que se presentan al evaluar los riesgos de los plaguicidas?

1. **FALTA DE INFORMACIÓN:** Comúnmente se carece de datos básicos o solo se cuenta con datos inadecuados para hacer predicciones. De ahí que sea necesario que intervenga el juicio de expertos que se apliquen metodologías para hacer estimaciones y se adopten valores que son sólo predicciones. Esta es una falla común en el conocimiento acerca de la peligrosidad de los plaguicidas existentes, pero de menor envergadura en el caso de

los nuevos plaguicidas ya que para su registro se requiere que se proporcione información básica sobre sus propiedades.

2. **INCERTIDUMBRE EN LAS MEDICIONES:** Incluyen bajo poder estadístico por observaciones insuficientes, dificultad en realizar las mediciones, mediciones inapropiadas y errores humanos.
3. **CONDICIONES DE OBSERVACIÓN:** Comprenden variabilidad espaciotemporal en el clima, tipo de suelos, sensibilidad y estructura de ecosistemas, diferencias entre las condiciones naturales y de los laboratorios de prueba, así como diferencias entre las especies estudiadas y las especies de interés.
4. **MODELOS INADECUADOS:** Por falta de conocimiento respecto a los mecanismos subyacentes, falla en considerar múltiples factores de estrés, respuestas de todas las especies, extrapolación más allá del rango de las observaciones, e inestabilidad de las estimaciones de los parámetros (incluyen incertidumbres cuantificables e indefinidas). Estas deficiencias pueden superarse al validar los modelos y mejorar las mediciones: sujetarlos a condiciones más realistas; complementarlos con otras investigaciones para verificar concordancia entre predicciones y observaciones reales.

¿Cómo contender con las debilidades de las Metodologías de evaluación de riesgos químicos?

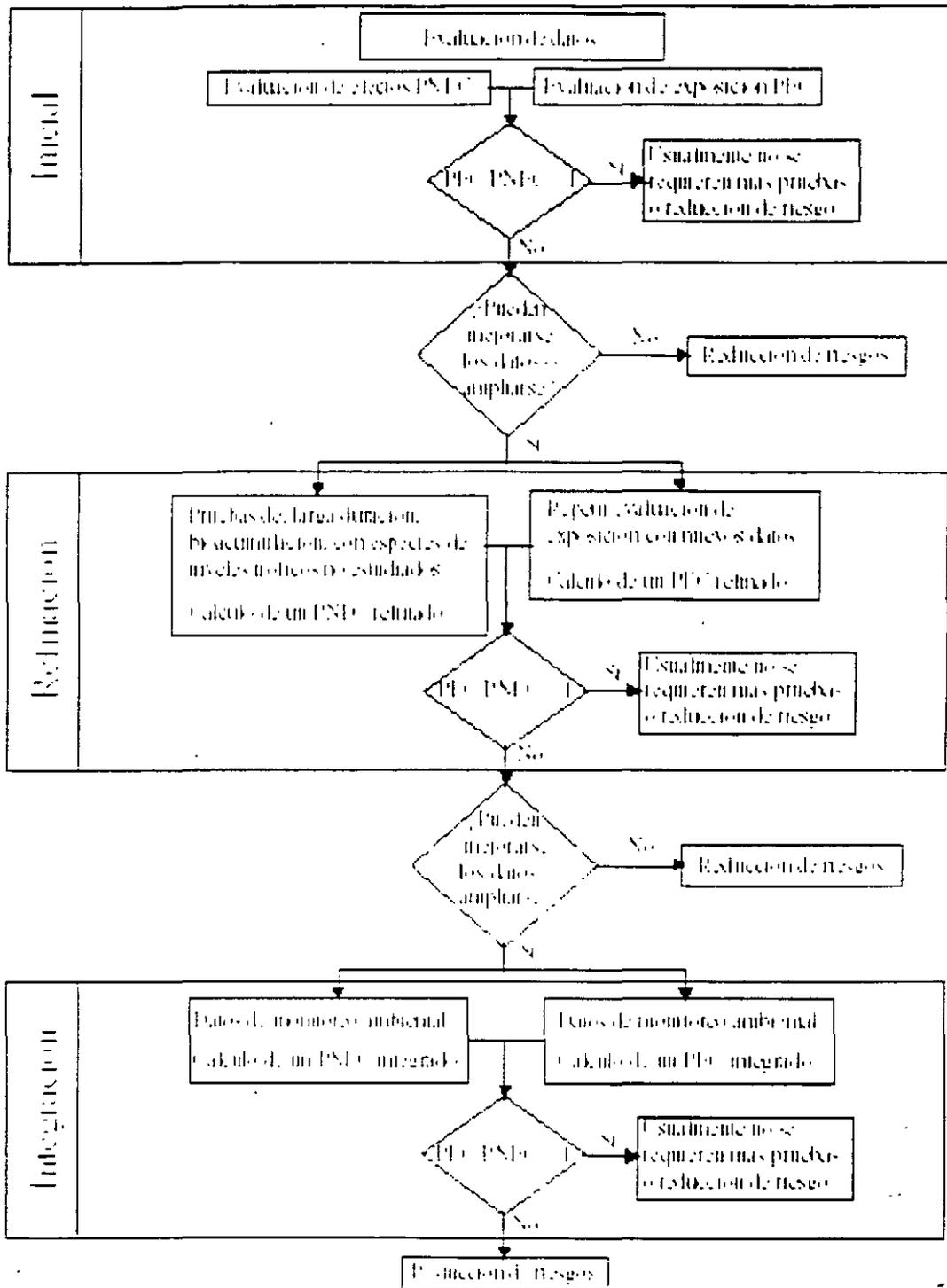
Estos métodos pueden ser muy útiles cuando quienes los emplean están conscientes de la naturaleza del proceso y de sus limitaciones, entienden las incertidumbres y los supuestos de los que se parte. Asimismo, es preciso tomar en cuenta que las evaluaciones se expresan como un rango en el que existe cierta certidumbre de que el valor promedio del riesgo se encuentre dentro de él; se considera que la variabilidad se expresa dentro de los límites del conocimiento disponible y que la reducción de esas incertidumbres puede representar costos demasiado elevados. Es por ello, que la gestión de los riesgos presenta un dilema entre simplicidad y complejidad; razón por la cual los tomadores de decisiones deben de considerar todos esos factores junto con otros de índole económica y política, al establecer sus programas de reducción de riesgos.

¿Qué metas debe perseguir la evaluación de Riesgos de los plaguicidas?

La evaluación de riesgos, en particular con fines regulatorios, debe tener metas claras basadas en los objetivos de las políticas de protección de la salud humana y el ambiente, en el marco del desarrollo sustentable. La definición de las metas es importante para diseñar el tipo de evaluación a realizar, identificar los datos que se requieren para calcular la exposición y los efectos en las poblaciones blanco o en los compartimentos ambientales.

Respecto de los seres humanos, es preciso determinar cuál(es) es (son) la población(es) en riesgo: los trabajadores que manejan los plaguicidas, los consumidores de productos que los contienen o las poblaciones expuestas a ambientes contaminados. En tanto que en el caso del ambiente, se debe decidir si se protegen los ecosistemas, las poblaciones o las especies, ya sea acuáticos o terrestres. En todos los casos, se requiere definir qué tipo de efectos se espera evitar: agudos o crónicos, reversibles o irreversibles, y adoptar un enfoque en etapas (figura 4).

Figura 4
Fases de generación de datos para la evaluación de riesgos



BIBLIOGRAFÍA

- Secretaría de Medio Ambiente. Recursos Naturales y Pesca. Instituto Nacional de Ecología. México, 1996. Lo que usted debe saber sobre la gestión de los plaguicidas en México. Serie plaguicidas num 4. Comité Consultivo nacional de Normalización de Protección Fitosanitaria, 15 de Enero de 1996.
- Centro de Ecodesarrollo, México D.F. 1990. Los plaguicidas, el ambiente y la salud. Lilia Albert. Coordinadora.
- Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina. (RAP-AL) y Pesticide Action network North América. Lima, Perú, 1997. Plaguicidas en América Latina. Participación ciudadana en políticas para reducir el uso de plaguicidas. Editores Luis Gomero y Erika Rosenthal.
- World Wildlife Fund. Junio de 1998. Las soluciones al dilema del DDT: protección de la biodiversidad y de la salud humana.
- SEMARNAP. Instituto Nacional de Ecología. México DF, 1996. ¿Porqué, para qué y cómo se evalúan los riesgos para la salud y el ambiente de los plaguicidas? Serie Plaguicidas. num. 2.
- SEMARNAP. Instituto Nacional de Ecología. México DF. 1996. Lo que usted debe saber sobre el Código Internacional de Conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas Serie Plaguicidas num. 3.
- Iván Restrepo con la colaboración de Susana Franco. 1988. Naturaleza muerta. Los plaguicidas en México. Editorial Planeta Primera edición

VECTORES TRANSMISORES DE ENFERMEDADES. MEDIDAS DE CONTROL

Doraida Socorro Rodríguez Sordía

Temario:

1. Concepto
2. Clasificación
3. Ciclo de vida de los artrópodos vectores de enfermedades
4. Mecanismos de transmisión de agentes etiológicos por los vectores
5. Factores que intervienen en la transmisión
6. Los vectores como hospederos intermedios en la transmisión de enfermedades
7. Formas de afectación al hombre por los vectores
8. Deficiencias en el saneamiento que influyen en la procreación de vectores
9. Papel de la entomología en el control de vectores
 - 9.1 Encuestas entomológicas
 - 9.2 Resistencia de los artrópodos a los insecticidas
10. Medidas de control de vectores
 - 10.1 Clasificación de las actividades de control
 - 10.2 Métodos de lucha contra los vectores
11. Programas de control de vectores
 - 11.1 Elementos básicos
 - 11.2 Etapas

1. Concepto

Se considera **vector** a todos aquellos integrantes del reino animal que intervienen en la transmisión de enfermedades. En la práctica este concepto comprende a las moscas, mosquitos, roedores y otros animales que pueden transmitir directa o indirectamente enfermedades infecciosas a humanos o animales¹. El vector trasmite la patología, actuando como hospedero intermediario, lo que diferencia este tipo de transmisión de otras, como por ejemplo, en las **zoonosis**, que son enfermedades transmitidas al hombre por un animal enfermo que constituye el reservorio de la enfermedad.

El vector es el portador viviente del agente causal de una enfermedad, que lo lleva hasta el hombre por inoculación, por diseminación, o por ambos mecanismos a la vez.

Los artrópodos vectores pertenecen fundamentalmente a seis órdenes:

- dípteros (moscas y mosquitos)
- anopluros (piojos),
- sifonápteros (pulgas),
- ortópteros (cucarachas),
- acáridos (garrapatas y ácaros),
- hemipteros (chinchas, incluyendo los triatomas)

Entre los roedores vectores de enfermedades nos interesan la rata y los ratones domésticos.

2. Clasificación

Los vectores se clasifican en **dos grupos**, según su tipo de transmisión: mecánica o biológica.

1) Vectores mecánicos: son aquellos en que el agente etiológico no se altera ni se multiplica de modo importante dentro del vector o sobre él. El vector se pone en contacto con el agente, trasladándolo en sus patas y en los pelos del cuerpo, como ocurre con las moscas domésticas, cucarachas y ratas en el caso de la fiebre tifoidea y la disenteria bacilar.

Otras veces el vector traslada el agente etiológico en partes contaminadas de su boca, como ocurre con la mosca tsetsé en la enfermedad del sueño. También la transmisión mecánica puede efectuarse porque los microorganismos causantes de la enfermedad pasan a través del tubo digestivo del vector sin sufrir alteración, como sucede con las moscas domésticas y cucarachas en el caso de la disenteria bacilar.

2) Vector biológico: es aquel en que el agente etiológico se multiplica dentro del artrópodo, modificándose o pasando por un ciclo antes de ser infectante para el hombre. Esta transmisión biológica puede ser de tres tipos, a saber:

a. Propagativa: cuando los agentes se multiplican dentro del vector, pero sin sufrir cambios cíclicos. Ejemplos de esto son: la maduración de los virus de la encefalitis y de la fiebre amarilla en los mosquitos, y la multiplicación de la *Pasteurella pestis* en el intestino de la pulga.

b. Ciclo-evolutiva: cuando el agente causal experimenta cambios cíclicos dentro del vector, pero sin aumentar su número, como ocurre en los mosquitos con filarias.

c. **Ciclo- propagativa:** cuando el agente etiológico sufre cambios cíclicos y se multiplica dentro del vector. Como ejemplo podemos citar el plasmodium del paludismo en el mosquito anófeles y los tripanosomas causantes de la enfermedad de Chagas en los triatomas.

3. Ciclo de vida de los artrópodos vectores de enfermedades

Los artrópodos se dividen en varias clases, pero nos interesa desde el punto de vista sanitario principalmente la de los insectos o hexápodos.

El ciclo de vida de los insectos comienza con la fecundación del huevo y se completa al llegar al estado adulto. Pero no todos los insectos tienen un ciclo de vida igual, ya que sufren dos tipos distintos de metamorfosis según el orden a que pertenezcan.

Las metamorfosis son los cambios o alteraciones en forma o estructura de un insecto que ocurren durante su desarrollo. Unos pocos insectos primitivos se desarrollan sin metamorfosis, en este caso los insectos jóvenes poseen todas las estructuras de los adultos y difieren de ellos simplemente en tamaño, color y madurez sexual.

Los insectos de importancia sanitaria sufren dos tipos de metamorfosis: gradual o incompleta y metamorfosis completa.

La **metamorfosis gradual o incompleta** tiene tres etapas: huevo, ninfa y adulto. Los insectos con este ciclo de vida, en el estado de ninfa son sexualmente inmaduros y se asemejan al adulto, excepto por su menor tamaño y por la ausencia de alas en aquellas especies que las tienen, aunque pueden poseer alas sin desarrollar en los últimos estadios de su desarrollo

Algunos insectos con metamorfosis gradual o incompleta pertenecen a los siguientes órdenes.

- Ortópteros: cucarachas
- Anopluros : piojos
- Hemipteros: chinches y triatomas

La **metamorfosis completa** tiene cuatro etapas: huevo, larva, pupa y adulto. En los insectos de este tipo existe una gran diferencia entre el estado inmaduro y el adulto. De los huevos salen las larvas (como en las moscas) y éstas a los pocos días se convierten en pupas. La etapa pupal

del ciclo de vida de estos insectos es un importante eslabón evolutivo durante el cual la larva simple sufre considerables cambios estructurales para convertirse en adulto.

La mayoría de los insectos con metamorfosis completa tienen alas cuando se transforman en adultos; pero algunas especies, como las pulgas, no las poseen. Las alas en embrión aparecen normalmente primero en la etapa de pupa; y cuando el insecto adulto comienza a salir de la cubierta pupal las alas están contraídas y son inútiles, pero la presión hidrostática de la sangre del insecto fuerza las alas hacia afuera y se forma la estructura membranosa definitiva.

Muchos insectos tienen el tipo de metamorfosis completa, pero interesa destacar por su importancia sanitaria algunos pertenecientes a los siguientes órdenes:

- Dípteros: moscas y mosquitos
- Sifonápteros: pulgas

Conociendo las características del ciclo de vida de los artrópodos y los elementos del ambiente en que transcurren las distintas etapas de éste, se podrán orientar mejor las medidas de control sanitario a tomar para su reducción o erradicación.

4. Mecanismos de transmisión de agentes etiológicos por los vectores

La transmisión del agente al huésped susceptible, por los vectores, puede ocurrir por diversos mecanismos que se exponen a continuación:

- Por picadura con introducción del agente en la corriente sanguínea del hombre, como sucede con los mosquitos transmisores de la malaria, la fiebre amarilla, el dengue y la encefalitis.
- Por regurgitación, como ocurre con la mosca doméstica transmisora de afecciones entéricas y con la pulga en la transmisión de la peste.
- Por rascado de heces infectivas, con puertas de entrada como la piel, los ojos, la nariz o la boca. Por este mecanismo pueden las pulgas transmitir el tifo murino, los piojos el tifo epidémico y los triatomas la enfermedad de Chagas.
- Por contaminación del susceptible con fluidos del organismo de los vectores infectados. Ejemplo de este mecanismo lo tenemos en la transmisión de la fiebre recurrente por espiroquetas liberadas al triturar piojos, vectores de la enfermedad.

5. Factores que intervienen en la transmisión

Los factores que intervienen en la transmisión de enfermedades por vectores son de dos tipos:

- 1) factores propios del vector
- 2) factores ambientales

1) *Factores propios del vector*²

Existen diversos factores dependientes del vector, que condicionan el ciclo de transmisión, y que pueden sintetizarse como sigue:

a) *Domesticidad*: o sea, la estrecha relación del vector con el hombre, ya que el primero necesita un hábitat contiguo a éste, o al hombre mismo para desarrollarse.

El *Aedes aegypti*, transmisor del dengue y la fiebre amarilla, vive en depósitos de agua limpia en el interior de las viviendas o en su cercanía inmediata; los piojos del cuerpo, transmisores del tifo endémico, viven sobre el hombre mismo; la pulga *Xenopsylla cheopis*, vector de la peste y el tifo murino, es un ectoparásito hematófago de la rata que vive en madrigueras en las viviendas o sus alrededores.

b) *Capacidad de infectarse*: sólo los mosquitos anófeles son capaces de infectarse con los plasmodios del paludismo.

c) *Capacidad de transmitir el agente etiológico al susceptible*: algunas especies de anófeles son mejores transmisoras del paludismo que otras. En Cuba, por ejemplo, el vector era el anófeles *albimanus*, aunque existían en el área palúdica otras especies

d) *Tasa de supervivencia*: esto significa que el vector debe tener una longevidad suficiente para que pueda llegar a ser infectante para el hombre; o sea, que puedan ocurrir en el vector la multiplicación o los cambios en el ciclo de vida del agente etiológico de la enfermedad.

e) *Capacidad de picar al hombre a repetición*: el mosquito *Aedes aegypti*, el Anófeles *albimanus* y la pulga *Xenopsylla cheopis*, entre otros artrópodos vectores, reúnen esta característica que los convierte en transmisores ideales del dengue, el paludismo y la peste respectivamente. Al picar a un hombre enfermo adquieren los agentes etiológicos, que

sufren parte de su ciclo o se multiplican en el vector en número suficiente para que se conviertan en infectantes para un hombre sano que recibe una nueva picada.

f) Ecología del vector. gran parte de los resultados que se han obtenido en el control de las enfermedades transmitidas por artrópodos se ha debido a los estudios realizados sobre la ecología de los vectores respectivos, lo que ha permitido actuar sobre una fase determinada del ciclo de transmisión para romper la cadena epidemiológica de la enfermedad.

Las campañas de erradicación del *Aedes aegypti* priorizan la eliminación de criaderos domésticos de larvas del mosquito sobre las demás medidas de saneamiento.

Las campañas de erradicación del paludismo se han basado en un conocimiento amplio de la ecología del mosquito *Anófeles* trasmisor de la enfermedad. Así, en Cuba se comprobó que aunque el *anófeles albimanus* está diseminado por todas las zonas rurales del país, era sólo en la región oriental donde se producía la transmisión del paludismo; por lo que los esfuerzos principales para romper el ciclo de transmisión eliminando los mosquitos infestados se concentraron en el rociamiento intradomiciliario de insecticidas en todas las viviendas situadas en la zona rural de esa región.

2) Factores ambientales en la transmisión de enfermedades por vectores

Aunque algunos autores expresan que hay muchos factores del ambiente que influyen en la transmisión de enfermedades por vectores, haremos solamente algunas consideraciones sobre los que tienen una gran importancia: la temperatura y la precipitación pluvial.

a) Temperatura

Según del Puerto² "la malaria no se trasmite, salvo a temperaturas superiores a 15 °C y esta temperatura debe mantenerse durante 1 mes o más para que la enfermedad subsista, aún cuando haya vectores potentes; en consecuencia, los límites extremos de la malaria en el hemisferio boreal están dentro de la isoterma de julio de 15 °C. Los parásitos se desarrollan dentro del mosquito en un declive de temperatura relativamente corto. El desarrollo del parásito se prolonga indefinidamente por debajo de los 19 °C en cuanto al *Plasmodium falciparum*, y por debajo de los 15 °C en cuanto al *Plasmodium vivax*. Las temperaturas altas son letales para el

parásito; la proporción de supervivientes disminuye rápidamente en temperaturas superiores a 32 °C".

Pratt³, plantea que "los brotes de fiebre amarilla y de dengue solían ocurrir en los Estados Unidos en verano, y duraban hasta el otoño cuando el tiempo frío y las heladas mataban a los mosquitos infectados."

En los trópicos cálidos y secos, los plasmodios del paludismo se desarrollan en los mosquitos anófeles hasta que la temperatura llega a 32 °C. Por encima de esa temperatura hay un marcado descenso en el desarrollo de los agentes etiológicos en los mosquitos y también en el número de casos nuevos de la enfermedad (del Puerto, 1996²).

b) Precipitación pluvial

Los brotes estacionales del paludismo coinciden a menudo con la época de las lluvias. En las tierras bajas del Caribe, en la estación seca durante los meses de invierno, ocurren muy pocos casos nuevos de paludismo. Los casos empiezan a aparecer en abril y mayo, poco después del comienzo de la estación de las lluvias, que produce importantes aumentos en las poblaciones de Anófeles albimanus, que es el principal vector.

Pratt³ cita a la precipitación pluvial como un factor básico a considerar en las tasas de encefalitis en los Estados Unidos. Expresa que la fuerte precipitación, unida a un alto nivel del manto freático y un incremento de la irrigación pueden aumentar los criaderos de Cúlex tarsalis, lo que a veces va asociado a epidemias de encefalitis del Oeste y de encefalitis de San Luis.

La baja precipitación pluvial tiende a producir estancamiento de agua en el lecho de los arroyos, con lo que aumentan las poblaciones de mosquitos del género Cúlex y se presentan brotes de encefalitis de San Luis en los valles del Misisipi y el Ohio y en el valle del Rio Grande en Texas.

6. Los vectores como hospederos intermediarios en la transmisión de enfermedades.

El huésped u hospedero es el que recibe y alimenta a otro: es cualquier animal o planta que proporcione alimento y albergue a un parásito. En muchas enfermedades transmitidas por vectores, los parásitos (agentes etiológicos) pasan su ciclo de vida en dos o más huéspedes de especies diferentes. Los animales en los que el agente llega a la maduración o pasa su ciclo sexual son los huéspedes primarios o definitivos; aquellos en los

que el parásito pasa su fase de larva asexual son hospederos secundarios o intermediarios.

No es posible aplicar estrictamente estas definiciones a las enfermedades causadas por virus, rickettsias, espiroquetas, bacterias o leishmanias, que no tienen formas sexuadas.

Algunos autores prefieren utilizar el término "vertebrado" para el huésped definitivo e "invertebrado" para el hospedero intermediario.

Se designa con el nombre de período de incubación intrínseca al intervalo de tiempo que transcurre entre la penetración del agente etiológico en el huésped vertebrado (generalmente el hombre) hasta que aparecen los signos y síntomas de la enfermedad. Se llama período de incubación extrínseca al intervalo de tiempo necesario entre la penetración del agente etiológico en el huésped invertebrado (vector) y el desarrollo de formas infectantes (en el caso de las rickettsias, organismos unicelulares y helmintos) o la multiplicación del parásito (en el caso de los virus) (Tabla 1).

Estos periodos varían según el número de parásitos, la temperatura, la humedad, la nutrición, la estación del año y otros factores. Para controlar las epidemias de enfermedades transmitidas por vectores, es necesario conocer los periodos de incubación de los agentes etiológicos, tanto en el hombre como en el vector.

Tabla 1
Períodos de incubación intrínseca y extrínseca de algunas enfermedades transmitidas por vectores

Períodos de incubación (días)			
Enfermedad	Intrínseca	Extrínseca (en el vector)	Vector
Fiebre amarilla	3-6	8-12	Aedes Aegypti
Paludismo por vivax	10-14	10-14	Anófeles
Encefalitis de San Luis	5-15	14-21	Cúlex
Peste	2-6	15-45	Pulga
Tifo endémico	8-15	5-9	Piojo
Enfermedad de Chagas	7-14	6-15	Triatoma

Fuente: "Epidemiology and control of vector - borne diseases". Pratt. H.: Centro de Enfermedades Transmisibles. Atlanta. E.U.A. 1963.

7. Formas de afectación al hombre por los vectores.

Los artrópodos y roedores afectan al hombre de muy variadas formas, entre las cuales las principales son:

a) Afectación económica: los artrópodos y roedores causan graves daños económicos al hombre; sobre todo por la destrucción de cultivos agrícolas o afectando las cosechas con disminución de su valor, así como por la parasitación o destrucción de alimentos listos para el consumo durante su almacenamiento y distribución.

b) Entomofobia: significa temor a los insectos y se manifiesta en personas que sienten repugnancia o miedo hacia ciertos artrópodos. En las labores de saneamiento, un sentimiento moderado de aversión hacia éstos resulta conveniente para los sanitarios, ya que asegura el interés de la población en la eliminación de las plagas.

c) Intoxicación, irritación y alergia muchos insectos y algunas arañas, escorpiones y ciempies han desarrollado mecanismos tóxicos que utilizan en defensa propia o para inmovilizar a su presa. Sus picadas y mordeduras suelen ser muy irritantes para el hombre, pero rara vez causan la muerte. Entre los más peligrosos se encuentra la araña viuda negra y algunos escorpiones. Las picadas de las abejas y avispas pueden resultar tóxicas para las personas alérgicas a su veneno. La toxina de los insectos contiene complejos de sustancias proteicas, o ácido fórnico, que pueden producir un shock anafiláctico o la muerte.

d) Miasis: significa la infestación del hombre o animales por las larvas vivas de las moscas, que puede ocurrir con algunas especies ocasionando molestias a los afectados.

e) Transmisión de enfermedades: la transmisión de enfermedades al hombre por los vectores puede ser, como se ha expuesto en otra parte de este capítulo, mecánica o biológica, por lo que no es necesario profundizar más en este tema. No obstante, entendemos oportuno citar algunas enfermedades que se transmiten por vectores, con su agente causal y el mecanismo de transmisión. (Tabla 2)

8. Deficiencias en el saneamiento que influyen en la procreación de vectores

Entre las deficiencias del saneamiento que influyen en la presencia y multiplicación de los artrópodos y roedores vectores de enfermedades, se pueden citar las siguientes:

a) El inadecuado control de excretas y residuales líquidos que facilita la procreación de moscas, mosquitos, cucarachas y roedores.

b) La disposición de desechos sólidos sin cumplir los requisitos sanitarios, propiciando la aparición de criaderos y guaridas de artrópodos y roedores.

c) Las dificultades en el abastecimiento de agua a la población con la consiguiente proliferación de depósitos para almacenamiento, a menudo sin tapa, que constituyen criaderos reales o potenciales de mosquitos.

d) La existencia de terrenos bajos y de difícil drenaje, que acumulan agua y se convierten en criaderos de mosquitos.

e) El uso de zanjas, arroyos o ríos como destino final de órganos de tratamiento de albañales.

f) El almacenamiento inadecuado de alimentos, que propicia la multiplicación de roedores.

g) Otras muchas situaciones favorecedoras de la procreación de vectores, entre las que se pueden citar por su relativa frecuencia:

- la falta de mantenimiento adecuado de las viviendas y otros locales,
- el almacenamiento a la intemperie de artículos que se pueden convertir en focos de vectores (neumáticos en desuso, chatarra, etc.).
- la falta de saneamiento en los solares yermos y otras áreas, con la consiguiente presencia de malezas y la acumulación de escombros y otros desechos.

Tabla 2
Algunas enfermedades transmitidas al hombre por vectores

Enfermedad	Modo de transmisión	Agente etiológico	Vector
Disenteria amebiana	Contaminación de alimentos	Endamoeba histolytica	Mosca doméstica, cucaracha, rata
Disenteria bacilar	Contaminación de alimentos	Shigella dysenteriae	Mosca doméstica, cucaracha, rata
Fiebre tifoidea	Contaminación de alimentos	Salmonella typhi	Mosca doméstica, cucaracha, rata
Cólera	Contaminación de alimentos	Vibrio cholerae	Mosca doméstica
Fiebre amarilla	Picadura	Virus	Mosquito Aedes aegypti
Dengue	Picadura	Virus	Mosquito Aedes aegypti, A. albopictus, A. scutellaris
Paludismo (malaria)	Picadura	Plasmodium vivax, falciparum, ovale y malariae	Mosquito anófeles
Filariasis	Picadura	Wuchereria bancrofti y Brugia malayi	Mosquito Cúlex, Aedes, Anopheles y Mansonia
Encefalitis (San Luis, Este y Oeste)	Picadura	Virus	Mosquito Cúlex, tarsalis y otros
Enfermedad de Chagas	Contaminación fecal de la picadura	Trypanosoma cruzi	Triatorna

Enfermedad	Modo de transmisión	Agente etiológico	Vector
Oncocercosis	Invasión de la picadura	Onchocerca volvulus	Simúlidos
Peste	Picadura	Pasteurella pestis	Pulga Xenopsylla cheopis
Tifo murino	Contaminación de la picadura o heridas	Rickettsia typhi	Pulga Xenopsylla cheopis
Tifo epidémico	Contaminación de la picadura o heridas	Rickettsia prowazecki	Piojo del cuerpo
Leishmaniasis	Picadura	Leishmania	Phlebotomus (jeenes)
Conjuntivitis	Contaminación de los tejidos oculares	Haemophilus aegyptius	Hippelates pusio y otros jeenes

Fuente: 2

9. Papel de la entomología en el control de vectores

Es importante señalar el papel prioritario que desempeña la entomología en todo programa de control de vectores como elemento técnico de apoyo al mismo. Ella aporta la base fundamental para el desarrollo correcto de las acciones de terreno mediante estudios dirigidos hacia el conocimiento adecuado de la ecología de los vectores.

Dos métodos valiosos en el trabajo entomológico para el control de vectores son: las encuestas y las pruebas de susceptibilidad a los insecticidas.

9.1 Encuestas entomológicas

Las encuestas son métodos de investigación que permiten cuantificar la infestación por vectores en una localidad dada. Los datos obtenidos deben analizarse detenidamente y complementarse con el conocimiento de la prevalencia de las enfermedades transmitidas por vectores y las quejas de la población.

Las encuestas iniciales y las posteriores o de verificación permiten evaluar los progresos de cualquier programa de control, ya que el éxito de un programa no puede medirse por los litros de insecticidas consumidos o por los metros de zanjas de drenaje construidos, aunque estos datos son útiles para controles económicos; pues lo importante para medir el resultado de cualquier programa es el descenso de los índices de infestación. Si la densidad del vector se reduce a un nivel satisfactorio es señal de que todo marcha bien; si la población se mantiene elevada, debe conocerse para que las actividades se intensifiquen o sean modificadas las labores de control.

Las encuestas son esenciales para la planificación y ejecución eficaz de las actividades de control y erradicación de vectores, ya sea con el fin de prevenir las enfermedades que transmiten o reducir sus poblaciones a niveles que no proporcionen molestias ni constituyan un riesgo para la salud del hombre.

Al hacer la planeación de una encuesta se tendrán en consideración los aspectos siguientes:

- señalar los objetivos que nos proponemos lograr con la encuesta.
- determinar los límites geográficos de la encuesta, así como el tamaño y precisión de la muestra.
- precisar las actividades de educación sanitaria previas a la realización de la encuesta.
- organización y ejecución del desarrollo de la encuesta

Las encuestas iniciales, reencuestas y verificaciones se realizarán por localidades, manzanas o locales (incluidas las viviendas), mediante la ejecución de las actividades de las mismas por los operarios de brigadas de saneamiento o sus responsables, técnicos de entomología o trabajadores sanitarios que desarrollan sus labores en el control de vectores, previamente adiestrados en estas acciones, supervisados durante su ejecución y asesorados por sus superiores en todo momento.

El objetivo de las encuestas entomológicas es conocer la magnitud de la infestación por vectores de una zona y evaluar las medidas de control sanitario adoptadas para combatirlos.

Como unidad de evaluación, en sentido general, se establece la localidad y dentro de ésta la manzana y los locales, incluidas las viviendas. Si se trata de un **programa de erradicación de un vector** (como puede ser el caso del mosquito *Aedes aegypti*), las encuestas se harán en la totalidad del

universo existente en la localidad que se investiga. Cuando se trata de un **programa de control**, las encuestas se realizarán sobre muestras representativas y sus resultados se referirán al universo que representan.

En lo que se refiere a la periodicidad de las encuestas, ésta dependerá de:

- la organización del programa de control,
- de los resultados obtenidos en las encuestas iniciales,
- del tipo de vector y
- de la duración y la intensidad de las actividades de control.

No obstante, como una orientación general sujeta a todas las variaciones expresadas, se puede plantear que las encuestas deben ajustarse a las periodicidades siguientes

A) En encuestas de mosquitos

- periodicidad mínima de 15 días y máxima de 30 días en los criaderos habituales, cuando se trata de larvas,
- en el caso de mosquitos adultos:
 - 1) en los lugares de reposo las capturas se harán entre una semana y un mes como periodicidades mínima y máxima respectivamente, durante todo el año sobre muestras representativas,
 - 2) sobre cebo humano las encuestas se harán en estaciones fijas situadas en forma representativa con una periodicidad entre una semana y un mes,
 - 3) las capturas con trampas luminosas se harán manteniendo éstas en funcionamiento diariamente en horarios variables, hasta precisar las horas en que deban mantenerse operando en forma permanente, de acuerdo a la problemática encontrada

B) En encuestas de moscas, la periodicidad será como mínimo semanal y como máximo mensual sobre muestras representativas de las manzanas existentes en la localidad objeto de estudio. En caso de que se tomen medidas de control sanitario, las encuestas se repetirán después de realizadas para conocer la efectividad alcanzada. Especial atención deben recibir los meses de calor por ser los de mayor proliferación de este insecto.

C) Las encuestas de cucarachas se harán en forma permanente en estaciones fijas distribuidas de manera representativa por el universo a estudiar.

D) En encuestas de ratas y ratones domésticos la periodicidad será permanente en estaciones fijas representativas del universo, al igual que en el caso anterior.

En encuestas para establecer índices de roedores en los puertos y aeropuertos de tráfico internacional, la periodicidad máxima será de 30 días entre una y otra, empleándose muestras representativas de ratas y ratones capturados en el área.

E) En el caso de simúlidos, jejenes y otros dípteros, las encuestas se llevarán a cabo cuando se reporte su presencia, iniciándose las mismas diariamente. Cuando se tengan datos preliminares se determinará la frecuencia, que no será superior a 45 días entre una encuesta y otra.

9.2 Resistencia de los artrópodos a los insecticidas²

Se puede definir la resistencia de los artrópodos a los insecticidas como la capacidad de resistir un veneno que, en la mayoría de los casos, resultó letal para poblaciones anteriores de ese vector.

Se ha comprobado la existencia de cepas resistentes a distintos insecticidas en las siguientes especies: mosquitos anofelinos y culicinos, mosca doméstica y otras variedades como las guasasas y jejenes, piojos y algunas cucarachas, distintas variedades de pulgas y garrapatas, etc. La resistencia descrita comprende cepas resistentes a hidrocarburos clorados como el DDT, dieldrin y clordano; y a plaguicidas organofosforados como el malatión, paratión y diazinón. En general, existe una resistencia cruzada entre la mayor parte de los carbamatos y los insecticidas organofosforados.

Se observan **dos tipos principales de resistencia**, a saber:

a) La resistencia en la conducta, que es la capacidad del vector de evitar, mediante los hábitos y el comportamiento de carácter protector, el contacto letal con una sustancia tóxica.

b) La resistencia fisiológica, que es la capacidad de resistir, mediante procesos fisiológicos, el efecto de una sustancia tóxica una vez que ésta ha penetrado en el organismo. Esta resistencia ha aparecido más bien en los mosquitos que producen determinado número de generaciones al año y han estado expuestos a la acción selectiva de los insecticidas durante años.

Muchas autoridades en la materia consideran que este fenómeno obedece a selección darwiniana o supervivencia del más apto. que puede explicarse en gran parte del siguiente modo:

- superproducción del insecto,
- gran variabilidad en los insectos,
- lucha por la existencia, con selección natural.
- supervivencia del más apto.

10. Medidas de Control de vectores

El control de vectores se puede definir como el conjunto de medidas que deben ser ejecutadas por los organismos estatales y el pueblo en general, a fin de lograr que la densidad de vectores disminuya a una magnitud tal que deje de ser un problema sanitario. En determinados vectores, como es el caso del mosquito *Aedes aegypti*, esta disminución puede y debe llegar a una cifra igual a cero, situación que de mantenerse, convertiría la actividad en **erradicación de la especie**.

10.1 Clasificación de las actividades de control

Las **actividades de control de vectores según su localización (donde se realizan)** pueden clasificarse en **dos grandes grupos**:

- **extradomiciliarias**
- **intradomiciliarias**

a) **Actividades extradomiciliarias**, entre las que podemos señalar:

- el chapeo,
- la canalización,
- las nebulizaciones de insectos,
- el control biológico con peces larvivoros,
- la eliminación de desechos en solares yermos
- las obras de ingeniería sanitaria que se realicen para el saneamiento urbano y rural, tales como:
 - entubamiento de zanjas y arroyos,
 - el drenaje de zonas pantanosas y otras similares.

b) Actividades intradomiciliarias. como su nombre lo indica, son todas aquellas que se realizan dentro de las viviendas y edificaciones públicas, entre las que se puede citar:

- la verificación y el tratamiento de criaderos de vectores en dichos locales.

Es importante destacar que para la solución definitiva del problema de los vectores en una comunidad, es necesario acompañar a las medidas intra y extradomiciliarias con la **educación sanitaria** de la población para que ésta colabore activamente en la erradicación de estos organismos.

Durante los últimos años se ha incrementado la preocupación de la población por el empleo de plaguicidas como método de lucha contra los vectores de enfermedades y las plagas agrícolas. Como resultado de ello se han hecho más estrictas las reglamentaciones sobre la manipulación de dichos productos químicos, incluyendo además, dentro de las legislaciones, todos aquellos aspectos relativos a las cantidades residuales de plaguicidas toleradas en los alimentos.

También se ha dado importancia a los procedimientos de lucha no química, lo que ha favorecido el desarrollo de investigaciones sobre la ecología y comportamiento de los artrópodos y roedores, la búsqueda de medios biológicos para su control y el perfeccionamiento de nuevos métodos y técnicas para evaluar la dinámica de las especies..

9.2 Métodos de lucha contra los vectores

Los principales métodos de lucha contra los vectores se pueden agrupar en:

- a) educación sanitaria,**
- b) uso de medios físicos,**
- c) uso de medios químicos,**
- d) uso de medios biológicos.**

Un correcto programa de operaciones debe comprender acciones de educación sanitaria, reducción de focos, lucha química, control biológico y todos los demás procedimientos que propician la disminución de la población de vectores.

Si no se intenta al mismo tiempo la eliminación de criaderos, los tratamientos con plaguicidas pueden dar resultados desalentadores. Es por ello que para que el resultado sea eficaz, la lucha contra los vectores debe basarse principalmente en las llamadas **medidas de control permanente**, entendiendo las mismas como aquéllas que van dirigidas a la supresión de criaderos. Ejemplo de ellas son:

- la educación sanitaria,
- el drenaje o relleno de zonas pantanosas,
- la eliminación de desechos a la intemperie,
- la evacuación higiénica de los albañales,
- la disposición sanitaria de desechos sólidos y
- el almacenamiento correcto de alimentos

Muchos de los métodos de lucha han sido empleados en una **zona geográfica y contra un vector determinado**, estando sus resultados en relación directa con las características de dicha zona, como son, por ejemplo, sus **condiciones climáticas**; así como con los **hábitos y otras características del vector**. Las medidas que son de utilidad en un país, deben siempre ensayarse en otro para comprobar su eficacia, antes de realizar cualquier intento por adoptarlas en el orden operativo.

Según sea la cadena epidemiológica de las distintas enfermedades transmitidas por vectores, así serán las medidas a tomar para evitarlas, dirigidas en algunos casos al huésped, en otros al agente etiológico, otras veces al reservorio y otras al vector. Entre las principales medidas a tomar contra los vectores, se destacan:

a) Saneamiento del medio. para la reducción o eliminación de criaderos de vectores. También puede realizarse para privar de alimentos y guarida a roedores que son reservorios de la peste y el tifo murino, y para eliminar la vegetación que pueda servir de albergue a garrapatas y niguas vectoras de enfermedades.

b) Reducción del número total de vectores. que se realiza mediante el empleo de insecticidas y rodenticidas en programas o campañas contra la malaria, la encefalitis, el dengue, la fiebre amarilla, el tifo epidémico, la peste y otras enfermedades transmitidas por artrópodos o roedores.

c) Control de vectores infectados para evitar que se pongan en contacto con el hombre susceptible, lo que se puede lograr mediante:

- protección con mallas metálicas y plásticas para impedir la entrada de vectores infectados en las habitaciones,
- ropa protectora para impedir que los vectores infectados piquen a huéspedes no infectados,
- protección personal mediante el empleo de repelentes que impidan a los artrópodos infectados picar al hombre.

d) Protección de los alimentos contra la contaminación por vectores mecánicos como las moscas, cucarachas y ratas.

e) Prevención de la infección en los vectores, lo que puede obtenerse por medio de las siguientes medidas:

- barreras fijas entre los huéspedes infectados y los vectores, como son las mallas metálicas en las habitaciones, el uso de mosquiteros en los enfermos de fiebre amarilla o dengue y el aislamiento o cuarentena de pacientes de peste y de sus contactos
- barreras químicas que impidan la infección del vector

t) Empleo de trampas para controlar los roedores que puedan ser vectores o reservorios de enfermedades transmisibles.

g) Control biológico de insectos mediante el empleo de **peces larvivoros** u otros medios para combatir la procreación de mosquitos, y de roedores utilizando **salmonellas y virus** para provocar epidemias entre los mismos

h) Aislamiento contra los roedores para impedir que penetren en los edificios, mediante el empleo de planchas de metal para reforzar la parte inferior de las puertas, rejillas en los tragantes, y otras medidas.

11. Programas de Control de vectores

Las diferentes medidas para el control de vectores referidas con anterioridad, deben estar correctamente estructuradas dentro de un programa con objetivos bien definidos en tiempo y espacio, lo cual permitirá la evaluación posterior del mismo.

11.1 Elementos básicos

Los elementos básicos a considerar para *los programas de control de vectores* son los siguientes:

- a) Conocimiento de los vectores existentes.
- b) Conocimiento de la biología y ecología de dichos vectores.
- c) Empleo de medidas permanentes de control como las prioritarias dentro del programa, con especial atención a las actividades de saneamiento del medio.
- d) Empleo, siempre que sea posible, de los métodos biológicos de control.
- e) Utilización de las medidas transitorias de control a base de plaguicidas, de forma racional y en base a los requisitos técnicos.
- f) Actividades de educación sanitaria efectuadas en forma permanente, iniciadas antes de la fase de ataque del programa y mantenidas durante todo el desarrollo de éste.
- g) Evaluación periódica, de acuerdo a los objetivos del programa.

11.2 Etapas

Todo programa de control de vectores es indispensable que se desarrolle en base a las siguientes **etapas** o fases:

2) Etapa Preparatoria: donde se realizan una serie de actividades básicas para lograr el éxito del programa, entre las que se destacan:

- Conocimiento de la magnitud del problema
- Reclutamiento y adiestramiento del personal
- Reconocimiento geográfico del área donde se ejecutará el programa
- Conocimiento de las condiciones de saneamiento existentes
- Realización de encuestas para conocer la infestación por vectores
- Realización de pruebas de sensibilidad-resistencia de los vectores a los plaguicidas que se van a utilizar y comprobación de los métodos de aplicación de dichos productos químicos
- Educación sanitaria de la población

- Realización de actividades de saneamiento básico encaminadas hacia la reducción de los criaderos y guaridas de los vectores.
- 2) **Etapa de ataque del Programa:** en la que se desarrollan las actividades fundamentales del mismo, las cuales se enuncian a continuación:
- Intensificación de las medidas de saneamiento básico
 - Empleo de plaguicidas como medida complementaria, en caso de ser necesario
 - Evaluación de los resultados obtenidos, mediante encuestas entomológicas
 - Investigación de las causas de la infestación remanente, si existiera
- 3) **Etapa de consolidación y mantenimiento de los resultados del programa:** en la que las principales acciones serán:
- Conservación de las condiciones de saneamiento del medio obtenidas con las fases anteriores
 - Empleo de plaguicidas, en caso de ser necesario
 - Mantenimiento de las actividades de educación sanitaria
 - Realización de evaluaciones periódicas

Las perspectivas de éxito de un programa de control de vectores están supeditadas a dos elementos fundamentales:

- Las mejoras que se obtengan en el saneamiento
- Las prioridades que se establezcan en el programa, de acuerdo a los recursos humanos y materiales disponibles y a las dificultades existentes para su realización.

Los programas de control de vectores pueden ser planificados para todo el país, pero generalmente se priorizan las áreas más vulnerables desde el punto de vista epidemiológico o las que son de gran atractivo turístico. En todos los programas nacionales de control de vectores, deben estar involucrados los organismos estatales, el sector privado y la población, pues estando todos trabajando en conjunto es la única forma de abarcar y atacar la problemática existente y de sugerir las soluciones a corto, mediano y largo plazo.

La existencia de sitios de disposición final de residuos sólidos inadecuados constituye un claro ejemplo de un foco de contaminación por vectores, donde el control de roedores –ratas y ratones- no es tarea fácil,

debiéndose realizar el compactado y cobertura diarios de la basura para evitar su proliferación^{4,5}, manteniéndose las zonas de vertido y el entorno libres de desperdicios frescos y procediéndose a trabajos de desratización. En determinadas épocas puede ocurrir también que la población de moscas y mosquitos prolifere de forma alarmante en estos terrenos, lo que implica el uso de insecticidas. en tratamientos de choque mediante productos de alta dispersabilidad y de acción inmediata (con escasa permanencia) sobre las capas de basura, o mediante tratamientos preventivos con productos de elevado índice de residualidad, sobre las zonas próximas al vertido: tierras, matorrales, hierbas, etc.⁴ Tanto en el control de roedores como en el de insectos es aconsejable la variación periódica de las materias activas.

Algunos autores recomiendan dentro del control ambiental en un sitio de disposición final de residuos un **programa de control de moscas en el relleno sanitario y uno de control de roedores**⁵. El primero considera que en el área de trabajo la efectividad de las operaciones para el **control de las moscas** puede medirse por el recuento de las moscas en el lugar donde se está actuando. Además se plantea que la información sobre las necesidades y realizaciones de un programa de control se obtienen mediante una cuidadosa medición de criaderos y de las poblaciones de moscas, tanto antes como después de las labores de control; para lo cual debe tenerse en cuenta la dinámica de la población de moscas, la cual se modifica por reproducción, mortalidad y migración, lo cual varía con la naturaleza del medio.

Con respecto al **control de roedores**, se plantea que el relleno debido a la existencia de residuos domésticos constituye una importante fuente de alimentación para los roedores, lo que acarrea un inconveniente que debe ser tomado con las previsiones necesarias para evitar las posibles consecuencias sanitarias de la población. Para evitar la existencia de roedores en los rellenos se recomiendan dos tipos de prácticas:

- Compactado y recubrimiento diario de los residuos dispuestos
- Empleo de venenos y cebos. El uso de los raticidas es uno de los recursos más importantes en la lucha contra las ratas, pero presenta dificultades originadas en la instintiva desconfianza de los roedores.

Glosario:

Agente causal⁶: Cualquier elemento que actúe como causa determinante y sea capaz de producir una desviación de la salud. Constituye el primer eslabón de la cadena de transmisión. Los agentes causales de los procesos infecciosos son agentes biológicos, es decir, organismos patógenos.

Huésped⁶: es el organismo susceptible, que puede ser cualquier hombre o animal sano, capaz de sufrir una desviación de la salud; en las enfermedades transmisibles, el organismo susceptible es cualquier persona o animal que supuestamente no posee resistencia contra un agente infeccioso determinado que lo proteja contra la enfermedad, si llega a estar en contacto con el agente causal.

Reservorio⁶: guarida natural donde habita el agente causal y de la cual depende su supervivencia, multiplicación y reproducción. \$Está representado por el hombre, animales, y excepcionalmente por un elemento inanimado, a partir del que puede ser transmitido a un huésped susceptible.

Vector²: Frecuentemente este concepto se limita a los ártropodos y roedores que toman parte en la transmisión de enfermedades, llevando el agente causal desde el reservorio hasta el hombre susceptible de adquirir la enfermedad.

Vías o mecanismos de transmisión⁶: Son las distintas formas, modos o mecanismos que tienen que utilizar los agentes biológicos al pasar desde su reservorio hasta el nuevo huésped susceptible.

Triada Ecológica⁶: Compuesta por los tres factores ecológicos fundamentales o primarios para que se produzca la enfermedad, y que son: el agente causal, la vía de transmisión y el organismo susceptible o huésped. Estos factores son los fundamentales en la cadena de transmisión a cadena epidemiológica.

Referencias Bibliográficas:

1. Acurio, Guido; Rossin, Antonio; Teixeira, Paulo F; Zepeda, Francisco. Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. Serie Ambiental No. 18. OPS/OMS. Washington, D.C., 1998.
2. del Puerto Quintana, Conrado. Vectores. Riesgos y Control Sanitario. Riesgos Biológicos Ambientales. Serie Salud y Ambiente No.1. INHEM, Cuba/Universidad Técnica de Manabí, Ecuador, 1996.
3. Pratt, H. Epidemiology and control of vector-borne diseases. Dept. Of Health, Education and Welfare. U.S.A., 1963.
4. ILPES/Dirección de Proyectos y Programación de Inversiones. Guía para la Preparación, Evaluación y Gestión de Proyectos de Residuos Sólidos Domiciliarios. Chile, 1998.
5. Manejo y Operación de un Vertedero (Relleno Sanitario) Controlado. Segundo Curso Internacional por INTERNET. Facultad de Ingeniería U.N.A.M./División de Educación Continua. México. 2000.
6. Torres, Marina. Introducción a los Riesgos Biológicos. Riesgos Biológicos Ambientales. Serie Salud y Ambiente No.1. INHEM, Cuba/Universidad Técnica de Manabí. Ecuador, 1996.