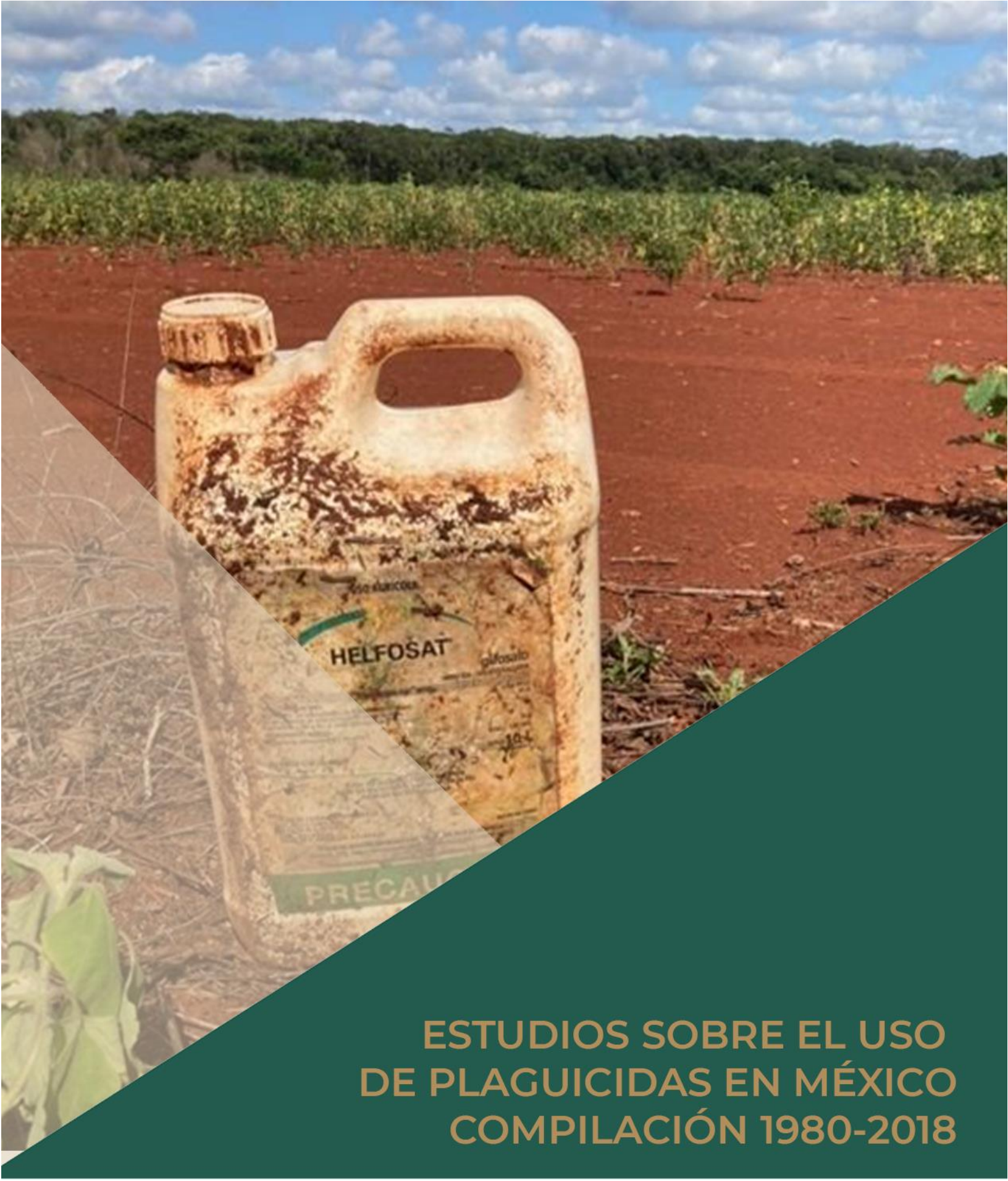

ESTUDIOS SOBRE EL USO DE PLAGUICIDAS EN MÉXICO COMPILACIÓN 1980-2018

MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

INECC
INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO

DIRECTORIO

Dr. Agustín Ávila Romero
Encargado de la Dirección General del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

Dr. Luis Gerardo Ruíz Suárez
Coordinador General de Contaminación y Salud Ambiental

Dr. Arturo Gavilán García
Director de Investigación sobre Contaminación, Sustancias, Residuos Bioseguridad

COORDINACIÓN Y REVISIÓN

Dra. Ania Mendoza Cantú
Subdirectora de Investigación sobre Sustancias y Residuos

ELABORACIÓN E INTEGRACIÓN

Mtra. Bianca Sarahi Franco Lares
Mtra. María Isabel Ocotzi Elías
Mtra. Patricia Garibo Nogueda

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS 4
ÍNDICE DE TABLAS 5
ACRÓNIMOS Y SIGLAS 6
1. INTRODUCCIÓN 7
2. METODOLOGÍA 9
3. RESULTADOS 10
3.1. RESPECTO A LOS MÉTODOS DE ESTIMACIÓN 10
3.2. RESPECTO A LOS SITIO ESTUDIADOS 15
3.3. RESPECTO A LOS PLAGUICIDAS REPORTADOS 23
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 29
5. BIBLIOGRAFÍA 31
6. REFERENCIAS DE DOCUMUENTOS ANALIZADOS 32
ANEXO 1 37
ANEXO 2 45
ANEXO 3 48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución del uso de plaguicidas según los municipios donde se realizaron estudios y la actividad de uso; de acuerdo con análisis de los estudios sobre el uso de plaguicidas en México. Compilación 1980-2018 21

Figura 2. Principales cultivos en los cuales se ha reportado el uso de plaguicidas; de acuerdo con análisis de los estudios sobre el uso de plaguicidas en México. Compilación 1980-2018 22

Figura 3. Número de estudios en los que se reportan los diferentes usos de plaguicidas identificados; de acuerdo con análisis de los estudios sobre el uso de plaguicidas en México. Compilación 1980-2018 22

Figura 4. Frecuencia y uso de plaguicidas reportados en el periodo de 1980 a 2018; de acuerdo con análisis de los estudios sobre el uso de plaguicidas en México. Compilación 1980-2018 24

Figura 5. Tipo de acción plaguicida de los 277 ingredientes activos contenidos en los productos formulados reportados en los estudios analizados; de acuerdo con análisis de los estudios sobre el uso de plaguicidas en México. Compilación 1980-2018 25

Figura 6. Familias químicas a las que pertenecen los 277 ingredientes activos contenidos en los productos formulados reportados en los estudios analizados; de acuerdo con análisis de los estudios sobre el uso de plaguicidas en México. Compilación 1980-2018 26

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Poblaciones de estudio a quienes se aplicaron cuestionarios para analizar el uso de plaguicidas en México 11

Tabla 2. Sitios por estado reportados dentro de los estudios analizados sobre uso de plaguicidas 16

ACRÓNIMOS Y SIGLAS

CICOPLAFEST	Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas
COFEPRIS	Comisión Federal para la Protección Contra Riesgos Sanitarios
COFUPRO	Coordinadora Nacional de Fundaciones Produce, A.C
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
DEAQ	Diccionario de Especialidades Agroquímicas
ENA	Encuesta Nacional Agropecuaria
i.a.	Ingrediente activo
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias
LFSV	Ley Federal de Sanidad Vegetal
LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
PAP	Plaguicida altamente peligroso
SADER	Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
SENASICA	Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria
SIAP	Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera

1. INTRODUCCIÓN

Si bien el uso generalizado de los plaguicidas en México se inició con la llamada Revolución Verde, en la década de 1960, la regulación de estas sustancias para reducir sus impactos en el medio ambiente se introdujo mucho más tarde. Fue hasta 1988, con la publicación de la *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente* (LGEEPA), que se establecieron los primeros criterios para evitar la contaminación del agua (artículo 120, fracción V), del suelo (artículo 134, fracción IV y artículo 135, fracción IV); la obligación de desarrollar normas oficiales mexicanas en esta materia (artículo 143) y el rechazo a la importación de plaguicidas prohibidos en los países de origen (artículo 144) (Pichardo Gonzáles, 2006; DOF, 1988a).

En ese mismo periodo y con la finalidad de fortalecer el control de estas sustancias, en 1987 se emite el *Decreto que establece las bases de coordinación que las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Agricultura y Recursos Hidráulicos, de Desarrollo Urbano y Ecología y de Salud, deberán observar en relación con plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas*, en el cual se mandata la creación de la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST), cuyo reglamento interior se expide al año siguiente (DOF, 1987).

De acuerdo con el artículo 3°, fracción II de dicho reglamento interior, entre las materias que debía atender la CICOPLAFEST de manera coordinada se encontraba la "Integración de un inventario cuantitativo y cualitativo de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas, de los establecimientos industriales que los producen y de aquellos que los importen; así como de los servicios de capacidad tecnológica instalada, en relación con dichos productos" (DOF, 1988b). No obstante, dicho inventario nunca se ha logrado integrar en nuestro país. Aunque oficialmente la CICOPLAFEST no ha desaparecido, desde hace varios años ha dejado de operar; por tanto, las bases de coordinación para crear este inventario parecen ahora más limitadas.

Lo más cercano a ese inventario ha sido el *Catálogo Oficial de Plaguicidas*, el cual se publicó de manera regular por al menos 13 años (de 1991 a 2004); sin embargo, en él se incluía la lista de los ingredientes activos registrados en México, pero no los que se producían, importaban, vendían y aplicaban, y mucho menos sus cantidades de uso. De esta manera, la falta de datos sobre cuáles y cuántos plaguicidas y donde se usan ha sido una constante histórica. Esta información esencial, para poder comprender y dimensionar apropiadamente los riesgos e impactos que entraña el uso de plaguicidas, ha sido una carencia decisiva para lograr su control verdadero.

Por otro lado, conforme al artículo 41 ter de la Ley Federal de Sanidad Vegetal (LFSV), la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) (antes Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)) "podrá solicitar a los propietarios de los registros de los insumos fitosanitarios (incluidos los plaguicidas) o de nutrición vegetal, información sobre el uso fitosanitario relacionada con los volúmenes de aplicación, cultivos, regiones, plagas por cada producto registrado" (DOF, 2017). En este mismo sentido, la norma oficial mexicana NOM-033-FITO-1995 establece que las empresas comercializadoras deben "llevar un control de los plaguicidas agrícolas que requieren para su comercialización de una recomendación escrita, cantidades, personas a quienes se les venden estos productos y copia de la recomendación que justifique la venta" (DOF, 1996a); y la NOM-034-FITO-1995 determina que las empresas fabricantes y formuladoras deben "llevar un control de los plaguicidas agrícolas fabricados y formulados, cantidades, fecha de elaboración y de distribución", y que "las empresas importadoras y formuladoras por maquila de plaguicidas agrícolas, deben llevar un control de los productos importados y formulados por maquila, así como cantidades, fecha de distribución o elaboración y distribuidores de sus productos" (DOF, 1996b). No obstante, estas obligaciones legales, no hay un mandato explícito para que las empresas entreguen dicha información a las autoridades. Con la integración de estas dos normas, actualmente en desarrollo, en el *Proyecto de norma por la que se establecen las especificaciones fitosanitarias con los que deberán cumplir las personas físicas y morales que fabrican, formulan, importan, distribuyen, comercializan y aplican plaguicidas de uso agrícola, así como el procedimiento para la certificación*, es posible que se instituya el reporte obligatorio de esos datos.

Ante esta ausencia de información, los investigadores y expertos de las instituciones académicas nacionales han tratado de estimar la cantidad de uso a través de varios métodos indirectos. Por ello, a lo largo de varias décadas han realizado estudios en diferentes regiones de nuestro país para determinar los patrones de uso y aplicación de plaguicidas, en particular los agrícolas.

Considerando este contexto, en el presente documento se compilan y analizan los artículos científicos arbitrados, así como los proyectos académicos de posgrado que contienen estimaciones del uso de plaguicidas en México y que fueron publicados en revistas nacionales e internacionales en el periodo correspondiente a 1998-2015, con el fin de construir un panorama general de los ingredientes activos, las cantidades, los lugares y las condiciones en que se han empleado y tratar de bosquejar sus tendencias temporales y espaciales a lo largo de los años. De esta manera, este documento está dirigido a tomadores de decisiones, investigadores, profesionistas y público general interesado en conocer la evolución histórica nacional de la aplicación de plaguicidas como un insumo para estimar con mayores elementos sus impactos en el medio ambiente y la salud humana, y proponer mejoras en su regulación.

2. METODOLOGÍA

En el periodo de diciembre de 2020 a marzo de 2021, se realizó una revisión de la bibliografía disponible, mediante búsqueda de publicaciones en revistas arbitradas y repositorios institucionales, y mediante consulta directa con las principales universidades y centros de investigación en México. Como resultado de esta búsqueda se identificaron un total de 63 trabajos académicos y documentos oficiales, publicados entre 1998 y 2015, en los que se revisó y analizó o estimó el uso de plaguicidas en el territorio nacional.

Los 63 documentos se examinaron de forma exhaustiva y se construyeron matrices para ordenar, sistematizar y analizar los datos correspondientes a las metodologías implementadas para describir o cuantificar la magnitud del uso, así como los sitios, las cantidades, la temporalidad y la actividad del uso, además de los plaguicidas reportados y la superficie de aplicación. Los resultados se presentan de forma descriptiva, atendiendo a los rubros antes mencionados.

3. RESULTADOS

3.1. RESPECTO A LOS MÉTODOS DE ESTIMACIÓN

Las metodologías aplicadas para evaluar el uso de plaguicidas fueron diversas. Un total de 48 trabajos reportaron métodos cuantitativos, 10 aplicaron una metodología mixta y 5 utilizaron una cualitativa; en múltiples trabajos se aplicó más de un método.

METODOLOGÍAS CUANTITATIVAS

Las metodologías cuantitativas consistieron en cinco procedimientos diferentes que a continuación se describen brevemente:

a) Revisión de bitácoras de aplicación o de recepción de muestras de laboratorio para detección de plaguicidas

Las bitácoras de aplicación contenían algunos de los siguientes datos: los plaguicidas utilizados, su tipo, su dosis y su fecha de aplicación, así como datos sobre el productor, los cultivos de uso y la superficie sembrada. Los fines para los que se recopilaba dicha información, así como los nombres de los propietarios de los huertos o las empresas no se mencionan en los trabajos citados por razones de confidencialidad. En cuanto a las bitácoras de recepción de muestras de laboratorio, referidas por un grupo de investigadores, éstas formaban parte de los registros de un laboratorio institucional de plaguicidas ubicado al norte del país y dicha información se integró con lo derivado de la revisión exhaustiva de las bitácoras de aplicación de una compañía agrícola.

b) Cuestionarios

Los cuestionarios, reportados como entrevistas estructuradas por algunos autores, fueron los instrumentos más aplicados, ya que se utilizaron en 41 trabajos; además, en 4 de ellos se aplicaron hasta dos herramientas cuantitativas.

Los grupos con mayor participación en las investigaciones han sido los trabajadores agrícolas en distintos centros productivos, a quienes se aplicaron cuestionarios en 17 trabajos; así mismo, los productores o propietarios fueron otro grupo representativo estudiado en los trabajos revisados. Mientras que los menos explorados fueron algunos como padres de menores de edad y población abierta de los sitios donde se realizaron los estudios, como lo muestra la Tabla 1.

Tabla 1. Poblaciones de estudio a quienes se aplicaron cuestionarios para analizar el uso de plaguicidas en México.

POBLACIÓN DE ESTUDIO	NÚMERO DE TRABAJOS
Trabajadores de centros productivos	12
Productores	9
Floricultores	5
Agricultores	4
Comerciantes de agroquímicos	4
Funcionarios públicos (CONAGUA, Sanidad Vegetal, SAGARPA)	3
Organizaciones agrícolas	3
Funcionarios públicos (CONAGUA, Sanidad Vegetal, CADER)	3
Organizaciones agrícolas	3
Ingenieros asesores de centros productivos	1
Pobladores	2
Fumigadores urbanos	1
Padres de menores de edad	1
Responsables de invernaderos	1

Entre la información recabada a través de los cuestionarios se incluían algunos de los siguientes rubros:

- **Plaguicidas utilizados.**
- **Uso de mezclas de plaguicidas.**
- Costo de los agroquímicos utilizados.
- Plagas combatidas.
- Cultivos tratados.
- Superficie de siembra.
- Características del suelo.
- Características del ganado.
- Almacenamiento de plaguicidas.
- Características de las viviendas.
- Hábitos higiénicos, dietéticos y toxicomanías de los participantes.

- Características sociodemográficas de los participantes.
- Dosis de aplicación o dosis recomendada de plaguicidas.
- Frecuencia, temporalidad y forma de aplicación de plaguicidas.
- Frecuencia de venta y marcas de plaguicidas más comercializados.
- Características tecnológicas y de producción de los sistemas de cultivo.
- Características del uso de equipo de protección, y del manejo y disposición de residuos y envases de plaguicidas.
- Antecedentes de enfermedades atribuidas al uso o exposición a plaguicidas.
- Condiciones laborales, organización del trabajo y capacitación de los trabajadores agrícolas.
- Función y producción de las unidades de riego (subsidios al agua, electricidad, insumos agrícolas).
- Servicios de salud para la atención de casos de intoxicación.

c) Recuento de envases vacíos

Algunos trabajos documentaron el uso de plaguicidas a través del conteo de envases vacíos recolectados previamente por los agricultores en centros de acopio, o bien mediante la revisión de los registros de dichos centros, así como a través de la recolección de envases dispuestos en basureros o en la vía pública por los propios investigadores.

La información recopilada por los investigadores incluyó los siguientes aspectos:

- Cantidad de envases procesados y embarcados en el centro de acopio temporal.
- Proceso de almacenamiento de los envases en centros de acopio.
- Proceso y sitios de disposición final de los envases (centros de acopio, hogares y parcelas), identificando prácticas de quema y entierro de envases vacíos.
- Cantidad de envases recopilados según el ingrediente activo.
- Concentración de los ingredientes activos y su clase química; datos que fueron tomados de las etiquetas o del Diccionario de Especialidades Agroquímicas (DEAQ, 2012) y de las fichas técnicas de los productos comerciales reportados en Internet.

En algunos estudios se recabó información de todos los centros de acopio temporal, mientras que en otros se seleccionaron algunos de ellos.

d) Revisión de registros de ventas en comercios locales de agroquímicos

En un trabajo, a partir de los registros de ventas de agroquímicos reportados por distribuidoras, se obtuvo información sobre el ingrediente activo comercializado, las cantidades distribuidas, la clase química y la plaga que combaten. Los kilogramos de ingrediente activo aplicados se obtuvieron de las etiquetas del nombre comercial, transformando a kilogramos y multiplicándose por las ventas reportadas de cada producto.

e) Análisis secundario de bases de datos oficiales

En este rubro se realizaron cálculos del volumen de plaguicidas rociados con base en recomendaciones del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) y de la Coordinadora Nacional de Fundaciones Produce, A.C. (COFUPRO), con lo cual se definió el paquete tecnológico promedio como base para realizar el cálculo de los volúmenes de los plaguicidas. Se obtuvieron y presentaron datos sobre la superficie de uso, el ingrediente activo, su nombre comercial, y la cantidad aplicada por hectárea.

En otro caso, se consultó la base de datos del Sistema de Información Agrícola y Pecuaria (SIAP) de la SADER, el Anuario Estadístico del estado de Sonora 2014, los escritos técnicos agrícolas sobre los cultivos predominantes en el distrito estudiado y la lista de plaguicidas agrícolas de Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). Los datos presentados incluyeron: nombre del plaguicida, cultivo de uso, área de aplicación, promedio per cápita por ingrediente activo y dosis promedio.

En un caso más se integró información de una revisión bibliográfica especializada en motores de búsqueda y bibliotecas digitales, con aquella información obtenida de una revisión de literatura gris y de la revisión de datos sobre el uso de neonicotinoides a nivel nacional. Esta última comparó la información disponible en el Diccionario de Especialidades Agroquímicas (DEAQ) publicado por PLM con la del Catálogo oficial de la Comisión Federal para la Protección Contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) y de la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2014 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Se recabó información sobre el cultivo de uso, la entidad federativa de uso y la superficie de siembra, el consumo de plaguicida per cápita y algunas características de la zona de cultivo.

METODOLOGÍAS MIXTAS

En el caso de las metodologías mixtas, la combinación de métodos e instrumentos fue diversa, con la implementación de alguna de las siguientes:

- Entrevista semiestructurada a ingenieros agrónomos asesores, trabajadores, dueños de ranchos o productores + cuestionario aplicado a los mismos o a trabajadores agrícolas y comerciantes de agroquímicos.
- Visitas de campo + Entrevistas a proveedores y productores del sitio + Análisis de bases de datos del SIAP, SENASICA, INIFAP e INEGI.
- Visitas de campo + Cuestionario a productores.
- Observación participante + Cuestionarios a jefes de familia.
- Observación directa y entrevistas a médicos locales, técnicos agrícolas y trabajadores o jornaleros.
- Observación directa + Entrevistas semiestructuradas a pobladores mayores de 45 años + Cuestionarios a los mismos.
- Observación participante de los poblados de estudio + Entrevista semiestructurada a trabajadores agrícolas, directivos de Comisión Nacional

del Agua (CONAGUA), SAGARPA, al comisariado ejidal, al médico local y a representantes de los usuarios de un distrito de riego + Análisis de información estadística del distrito de riego proporcionada por la SAGARPA, la CONAGUA y médicos de la Secretaría de Salud de la zona.

En los estudios mixtos, las entrevistas semiestructuradas contenían algunos de los siguientes rubros:

- Prácticas agrícolas para el control de plagas.
- Prácticas agrícolas productivas, de uso de suelo y comercialización de productos cultivados.

Mientras tanto, los cuestionarios indagaron sobre los siguientes temas:

- Datos sociodemográficos.
- Servicios de salud recibidos y sus costos.
- Productividad del sitio o zona.
- Tipos de cultivo.
- Uso del agua.
- Enfermedades frecuentes en el sitio o zona.
- Plaguicidas de mayor uso y venta.
- Temporalidad de uso de plaguicidas y dosis aplicada.
- Costo de los agroquímicos.
- Capacitación y prácticas de higiene en el manejo de plaguicidas y de sus envases.

METODOLOGÍAS CUALITATIVAS

En los cinco trabajos cualitativos, el método predominante fue la entrevista semiestructurada, seguida de las observaciones directas en campo. En la entrevista semiestructurada se exploraron aspectos del uso de plaguicidas, sus técnicas y temporalidad de aplicación, las plagas combatidas, las características sociodemográficas de los entrevistados, los cultivos, las prácticas higiénicas al manipular plaguicidas, y la percepción y conocimientos sobre el uso de plaguicidas en las poblaciones de estudio.

En la observación directa se recabó información documental escrita y fotográfica; se identificó la exposición y contacto con plaguicidas en la población trabajadora, y se identificaron plaguicidas usados con mayor frecuencia. En algunos casos, la observación se implementó como un método de aproximación preliminar para definir los plaguicidas a estudiar o fortalecer sus instrumentos cuantitativos.

Al explorar las metodologías empleadas en los estudios seleccionados se observó una amplia variabilidad en los métodos aplicados y, en múltiples casos, se implementaron combinaciones de ellos; lo que da cuenta de los distintos enfoques con los que se ha pretendido tener un acercamiento a las características del uso de plaguicidas, adaptándose en muchos casos a las

características sociales, económicas, geográficas y políticas de los sitios de estudio, además de los recursos disponibles para los investigadores.

Si bien la mayoría de los estudios han sido de metodología cuantitativa, existen muchos vacíos respecto a la cantidad de plaguicidas utilizada, su temporalidad y los cultivos de uso. Esto debido a que pocos trabajos documentaron dichos aspectos y a que, en su mayoría, se trató solo de listas de los ingredientes activos de los que se tenía registro o que se percibía son de uso más frecuente entre la población; incluso en algunos casos solo se presentaron los nombres de las marcas comerciales reportadas.

Entre los métodos cuantitativos aplicados, la revisión de bitácoras es quizá la que aportó resultados de forma más detallada, ya que permitió recolectar datos sobre las dosis, la superficie y la temporalidad precisa de aplicación de los plaguicidas. En los estudios que utilizaron cuestionarios, éstos se aplicaron a distintos grupos; si bien los propietarios y trabajadores son quienes conocen de forma clara las sustancias que aplican, puede existir un sesgo de memoria al listar las sustancias; mientras que los asesores, las autoridades institucionales y los comercios no participan directamente en la aplicación de los plaguicidas, por lo que pueden existir limitaciones en el conocimiento que tienen sobre los plaguicidas que están siendo realmente utilizados. El recuento de envases vacíos, así mismo, posee limitaciones ya que este método no provee información precisa sobre las dosis o temporalidad de aplicación de los plaguicidas.

En los estudios cualitativos y con métodos mixtos la observación participante y las visitas de campo proporcionan información verídica sobre las sustancias que se utilizaron en el periodo durante el cual se llevó a cabo la investigación y esta información se fortaleció con los resultados cuantitativos derivados del análisis de bases de datos y con los de las entrevistas estructuradas (cuestionarios) aplicados a personajes clave.

3.2. RESPECTO A LOS SITIOS ESTUDIADOS

Los estudios revisados se llevaron a cabo en 22 estados de la República Mexicana, seis de los cuales incluyeron evaluaciones en dos estados y dos más realizaron un análisis a nivel nacional.

El estado en donde se identificó un mayor número de trabajos fue el Estado de México, donde la mayoría de los estudios se realizaron en el municipio de Villa Guerrero; mientras que el segundo estado con mayor cantidad de trabajos fue Sinaloa, donde tres de las ocho investigaciones identificadas se efectuaron esencialmente para evaluar riesgos a la salud humana.

Sumando las regiones, cuencas, subcuencas, distritos de riego y distritos de desarrollo rural, estados, municipios, localidades, ejidos e ingenios, en los estudios revisados se reporta un total de 137 sitios diferentes. El estado con el mayor número de sitios estudiados fue Nayarit, seguido de Yucatán y Tabasco (Tabla 2).

Tabla 2. Sitios por estado reportados dentro de los estudios analizados sobre uso de plaguicidas.

ESTADO	NÚMERO DE SITIOS	UBICACIÓN
Campeche	1	Municipio de Hopelchén
Chiapas	5	Municipio de Amatenango del Valle
		Municipio de Chamula
		Municipio de Cintalapa
		Municipio Zinacantán
		Localidad Nueva Libertad, Municipio de La Concordia
Chihuahua	3	Municipio de Chihuahua
		Sitio en noreste de Chihuahua
		Localidad Guadalupe Victoria, Municipio de Casas Grandes
Coahuila	2	Municipio de Matamoros
		Municipio de Viesca
Durango	4	Municipio de Mapimí
		Municipio de Nuevo Ideal
		Municipio de Tlahualilo
		Municipio de Villa Juárez
Estado de México	6	Estado de México
		Corredor florícola del Estado de México (Municipios de Almoloya de Alquisiras, Coatepec Harinas, Ixtapan de la Sal, Malinalco, Tenancingo,
		Municipio de San Lorenzo Tlacotepec
		Municipio de Villa Guerrero
		Localidad Bella Vista. Municipio de Villa Guerrero
		Localidad Santa María Aranzazú, Municipio de Villa Guerrero
Guanajuato	2	Distritos de riego 04
		Distrito de riego 0521

Guerrero	1	Región de Tierra Caliente
Jalisco	3	Municipio de Autlán de Navarro
		Ejido de Nextipac, Municipio de Zapopan
		Localidad Valle de Tesistán, Municipio de Zapopan
Morelos	10	Municipio de Cuautla
		Municipio de Cuernavaca
		Municipio de Jiutepec
		Municipio de Santa Catarina
		Municipio de Temixco
		Municipio de Tepoztlán
		Municipio de Tlalnepantla
		Municipio de Tlayacapan
		Municipio de Totolapan
		Municipio de Yecapixtla
Nayarit	33	20 cabeceras municipales no especificadas
		Municipio de Acaponeta
		Municipio de Huajicori
		Municipio de Ixtlán del Río
		Municipio de Jesús María del Nayar
		Municipio de La Yesca
		Municipio de Las Varas
		Municipio de Santiago Ixcuintla
		Municipio de San Blas
		Municipio de Tepic
		Municipio de Tuxpan
		Zona baja del Nayar
		Zona media del Nayar
Oaxaca	7	Localidades de la región de la Costa
		Localidades de la región del Istmo

		Localidades de la región de la Mixteca
		Localidades de la región del Papaloapan
		Localidades de la región de la Sierra Norte
		Localidades de la región de la Sierra Sur
		Localidades de la región de los Valles Centrales
Puebla	5	Municipio de Atlixco
		Municipio de Chignahuapan
		Municipio de Cholula
		Municipio de Huejotzingo
		Municipio de Zacatlán
Quintana Roo	2	Localidad de Álvaro Obregón, Municipio de Othón P. Blanco
		Localidad de Pucté, Municipio de Othón P.
Sinaloa	7	Distrito de Desarrollo Rural 063 Guasave
		Distrito de riego 10 Valle de Culiacán
		Localidad San José, Municipio de Ahome
		Campo agrícola en sitio no especificado
		Campos agrícolas en sitio no especificado
		Compañía agrícola en sitio no especificado
		Población infantil en sitio no especificado
Sonora	3	Distrito de Desarrollo Rural 148, Municipio de Cajeme (Valle del Yaqui)
		Distrito de Desarrollo Rural 114, Municipio de Hermosillo
		Valle del Mayo
Tabasco	11	Municipio de Cárdenas
		Municipio de Centro
		Municipio de Comalcalco
		Municipio de Cunduacán
		Municipio de Jalapa
		Municipio de Macuspana

		Municipio de Paraíso
		Municipio de Tacotalpa
		Municipio de Teapa
		Ingenio Santa Rosalía, Municipio de Cárdenas
		Ingenio presidente Benito Juárez, Municipio de Cárdenas
Tlaxcala	1	Municipio de Ixtenco
Veracruz	5	Distrito de riego 035 (Municipios de Actopan, Paso de Ovejas y Úrsulo Galván)
		Municipio de Gutiérrez Zamora
		Municipio de Jesús Carranza
		Municipio de Tecolutla
		Municipio de Xico
Yucatán	15	Municipio de Dzán
		Municipios de Oxkutzkab
		Municipio de Tekáx
		Municipio de Tixmehuac
		Municipio de Acanceh
		Municipio de Cuzamá
		Municipio de Hocabá
		Municipio de Hoctún
		Municipio de Huhí
		Municipio de Sanahcat
		Municipio de Seyé
		Municipio de Tecoh
		Municipio de Timucuy
		Unidad de riego número 1, Municipio de Maní
		Comunidad maya de agricultores
Campeche y Yucatán	7	7 municipios de Yucatán y Campeche
Coahuila y Durango	1	Comarca Lagunera

Jalisco y Colima	1	Cuenca del río Ayuquila-Armería
Jalisco y Michoacán	1	Subcuenca del Lago de Chapala

Como se señala en la tabla 2, los sitios reportados se mencionan como municipio, localidad, distrito de riego, ejido, etc.; sin embargo, con la finalidad de reflejar la distribución de todos ellos en el territorio nacional, se construyó la Figura 1 en la que se muestra la localización agrupada por municipio. En ella se presenta además la principal actividad productiva en la que se usaron los plaguicidas en cada uno de los municipios analizados. Como se puede observar, la actividad económica en donde predomina el uso de plaguicidas es la agricultura.

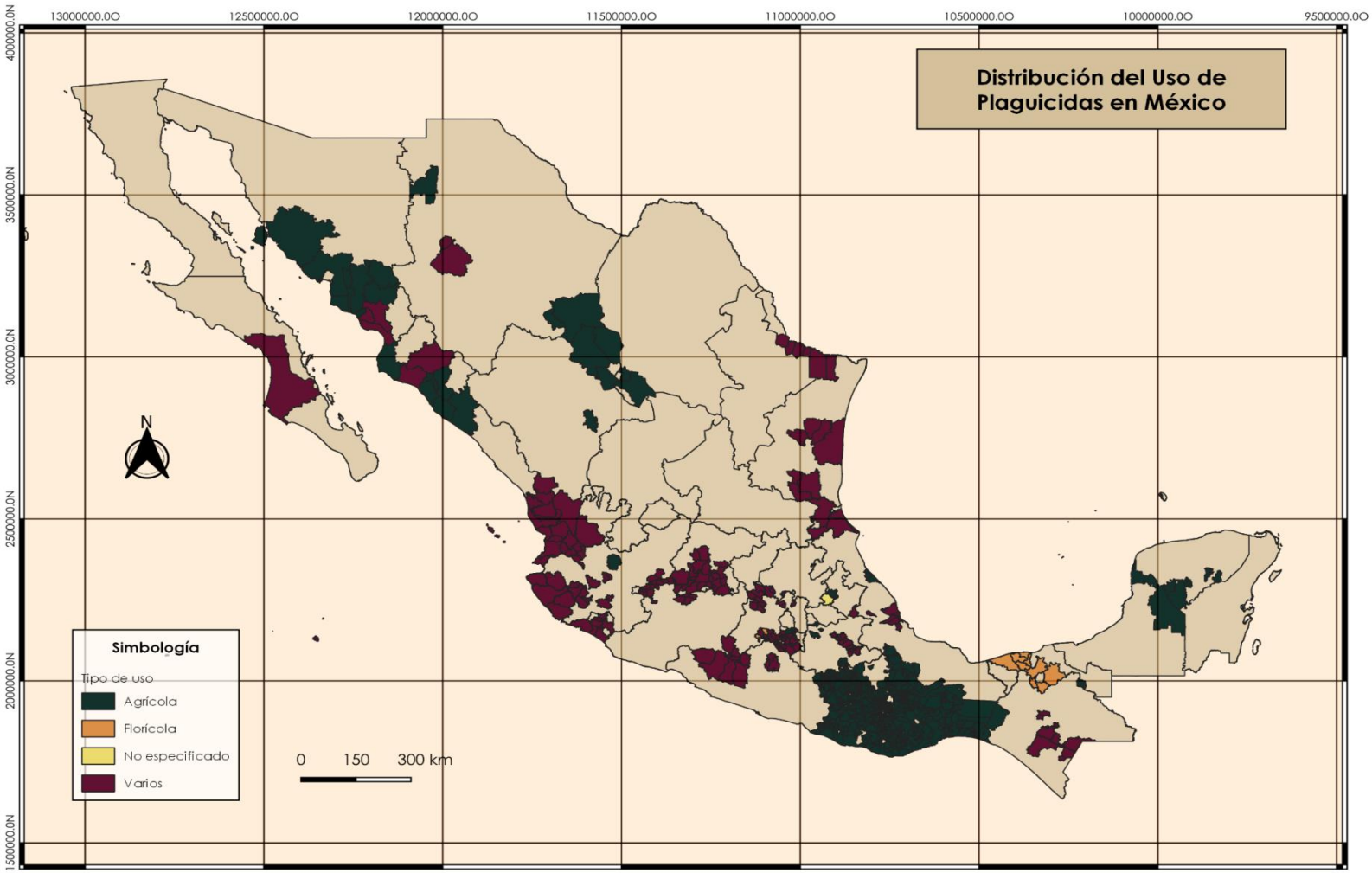

Figura 1. Distribución del uso de plaguicidas según los municipios donde se realizaron estudios y la actividad de uso; de acuerdo con análisis de los estudios sobre el uso de plaguicidas en México. Compilación 1980-2018.
Fuente: Elaboración propia.

Dentro de los usos agrícolas se identificaron 38 cultivos diferentes en los que se aplicaron plaguicidas. Los más mencionados en los estudios analizados fueron el maíz, el chile, el jitomate, la caña de azúcar y el sorgo (Figura 2); aunque en 16 de estos trabajos no se especifican las especies de plantas tratadas. Además, un total de 12 trabajos documentaron uso florícola, 5 hortícola, 2 milpa, 1 fumigación urbana y 1 veterinario. En la Figura 3 se muestra el número de estudios en los que se reportan cada uno de los usos mencionados.

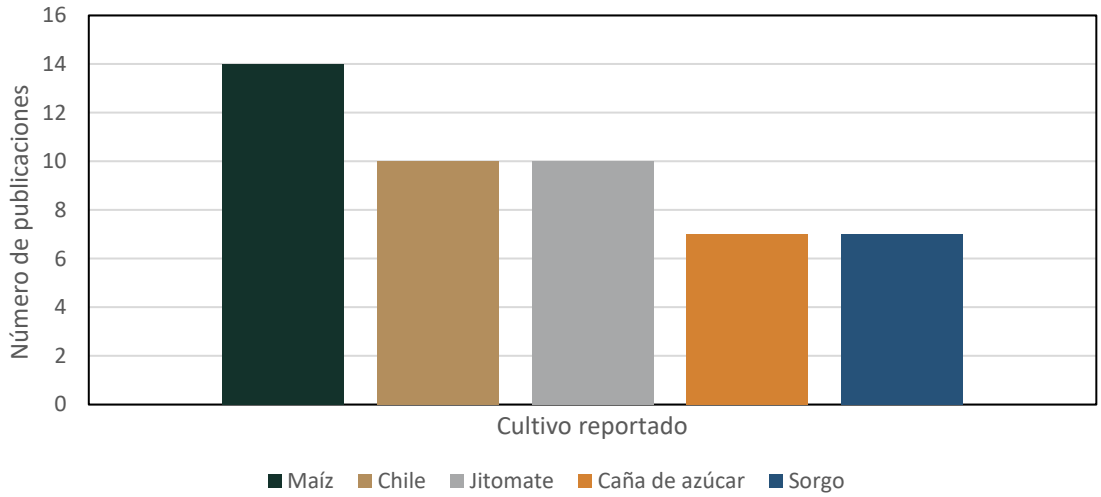

Figura 2. Principales cultivos en los cuales se ha reportado el uso de plaguicidas; de acuerdo con el análisis de los estudios sobre el uso de plaguicidas en México. Compilación 1980-2018. **Fuente**: Elaboración propia.

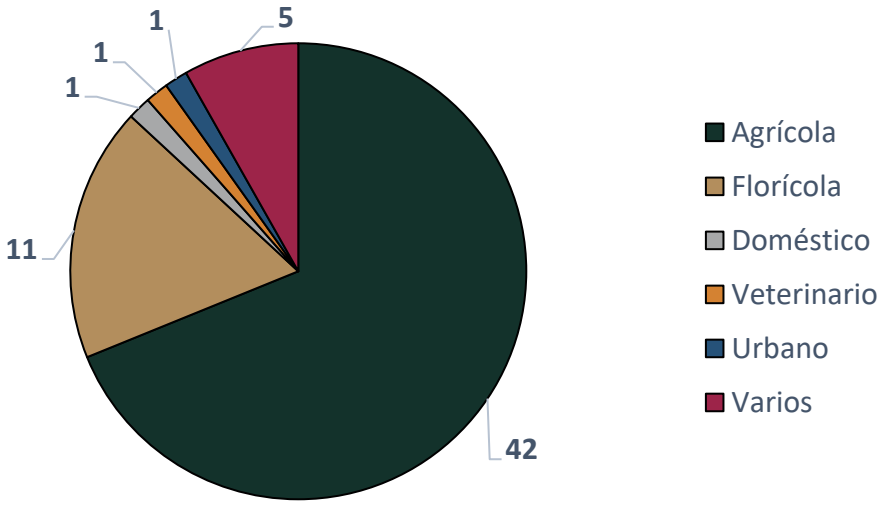

Figura 3. Número de estudios en los que se reportan los diferentes usos de plaguicidas identificados; de acuerdo con el análisis de los estudios sobre el uso de plaguicidas en México. Compilación 1980-2018. **Fuente:** Elaboración propia.

3.3. RESPECTO A LOS PLAGUICIDAS REPORTADOS

En suma, los 63 estudios revisados reportaron un total de 277 plaguicidas formulados con un solo ingrediente activo (i.a.), así como 48 plaguicidas cuyas formulaciones contenían más de un i.a. La lista completa de todos los plaguicidas se muestra en el anexo 1. Del total de plaguicidas no combinados, 137 se encuentran clasificados como PAP de acuerdo con la Lista de Plaguicidas Altamente Peligrosos de PAN Internacional 2021 (PAN 2021a); además 134 del total se encuentran prohibidos de acuerdo con la Lista Consolidada de Plaguicidas Prohibidos de PAN Internacional 2021 (PAN 2021b).

En la Figura 4 se observan los plaguicidas reportados con mayor frecuencia durante el periodo de 1980 a 2018, entre los principales se encuentran: paratión metílico (89 registros), carbofurán (85), 2, 4-D (76), cipermetrina (74), endosulfán (71), entre otros. Asimismo, durante 2010 se reportó el mayor registro de uso de plaguicidas, de acuerdo con los trabajos analizados.

En algunos de los estudios solo se reporta el uso por grupos de plaguicidas sin especificar los compuestos en particular. Entre esos grupos se mencionan organofosforados, orgánicos, piretroides, avermectinas o aminoácidos. Así mismo, en otros casos solo se hace referencia a la función o a los principales componentes de los productos aplicados, sin precisar tampoco la identidad química de los plaguicidas; por ejemplo. con los caracolicidas y rodenticidas, o los productos a base de polisacáridos, microorganismos o extractos halogenados.

Por su parte, en un pequeño conjunto de los estudios revisados, sólo fue posible identificar parcialmente los plaguicidas aplicados. En ellos se hace referencia a varios nutrientes vegetales, que no son el objeto del presente reporte, así como al albendazol (antiparasitario) y a un producto, con acción acaricida e insecticida, a base de abamectina, ciclohexano (lindano) y un compuesto reportado como 1,2-propandio. Igualmente, uno de los estudios hizo mención del uso de un producto con nombre comercial “Tridente” como el principal plaguicida aplicado, sin señalar el i.a. presente.

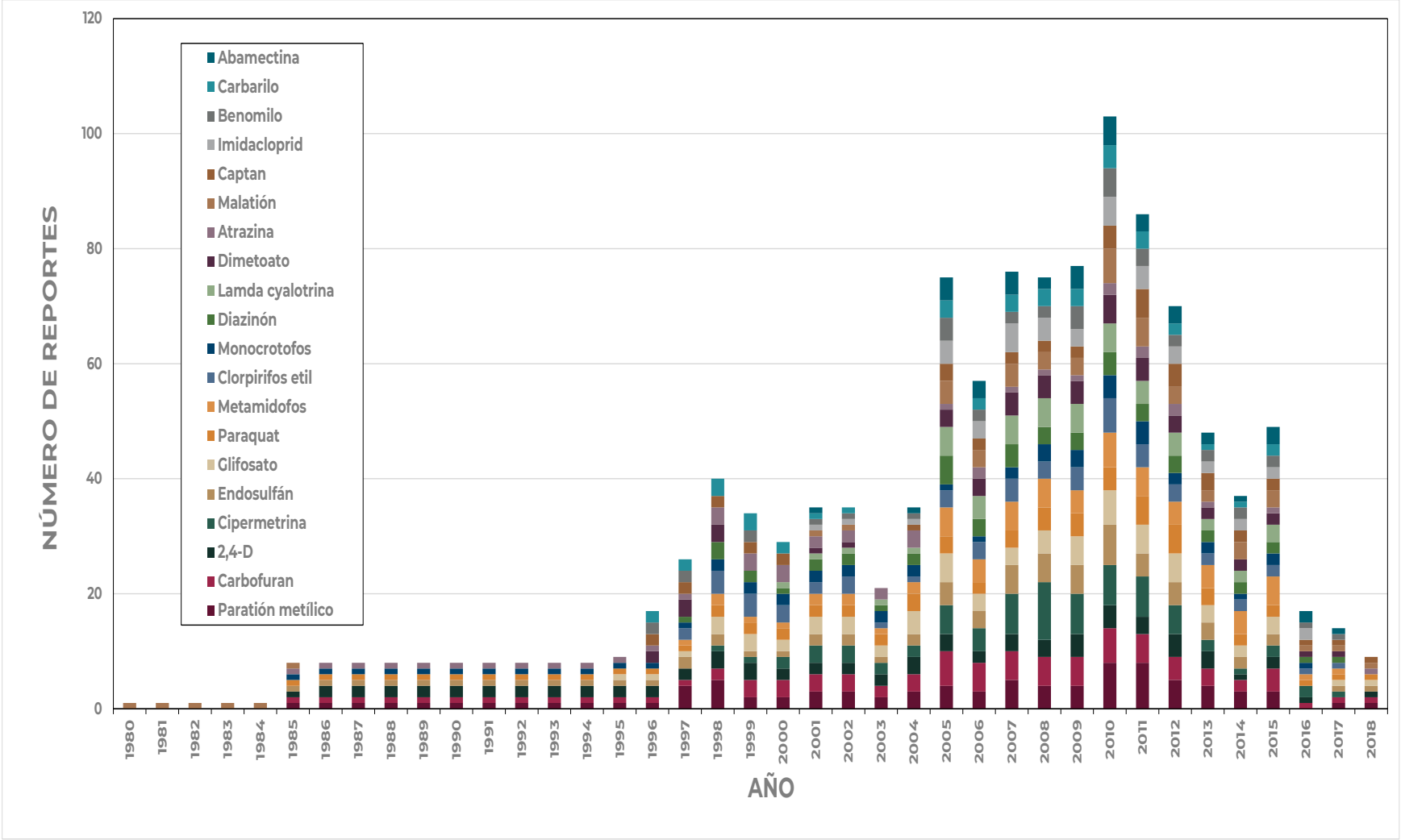

Figura 4. Frecuencia y uso de plaguicidas reportados en el periodo de 1980 a 2018; de acuerdo con el análisis de los estudios sobre el uso de plaguicidas en México. Compilación 1980-2018. **Fuente**: Elaboración propia.

Además de las inconsistencias anteriores, se encontraron varias sustancias o nombres que no se pudieron identificar o asociar con algún plaguicida o i.a. específico. Éstos fueron los siguientes:

- Belafonte
- Burbim
- Capable
- Carboxamida
- Cloro-Etilamino-6
- Dicteres
- Edena
- Etelamino-6
- Etridiazol + Tiadiazol
- Fipol
- Herbanplus
- Metalaxystrobin
- Metilen bistiocianato + 2-tiociantametiltio
- Pedimentación
- Polihidroxicarbónicos
- Polímero a base de polimetacrilato de metilo
- Semevil
- Sticking
- Ácido 2-2 D
- Cloro-Etil Amino-6

De los 277 i.a. contenidos en los productos formulados reportados, la mayoría (46%) se trató de sustancias con acción acaricida/insecticida; seguidas de los bactericidas/fungicidas y, en tercer lugar, los herbicidas (Figura 5).

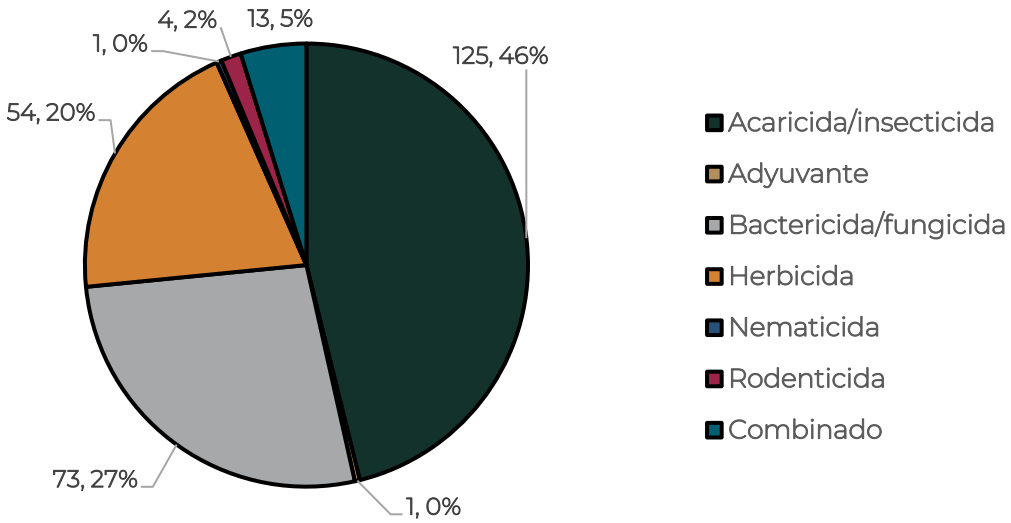

Figura 5. Tipo de acción plaguicida de los 277 ingredientes activos contenidos en los productos formulados reportados en los estudios analizados; de acuerdo con el análisis de los estudios sobre el uso de plaguicidas en México. Compilación 1980-2018. Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, si se considera la familia química a la que pertenecen estos 277 i.a., se puede apreciar que el mayor grupo lo conforman los organofosforados (14%), seguidos de los carbamatos (10%) y los azoles (9%) (Figura 6). Asimismo, es importante resaltar que una buena proporción de estos i.a. pertenecieron a una

gran diversidad de grupos químicos con tan sólo 1 o 2 sustancias para cada grupo, y que en la Figura 6 se agruparon con la denominación “otros”.

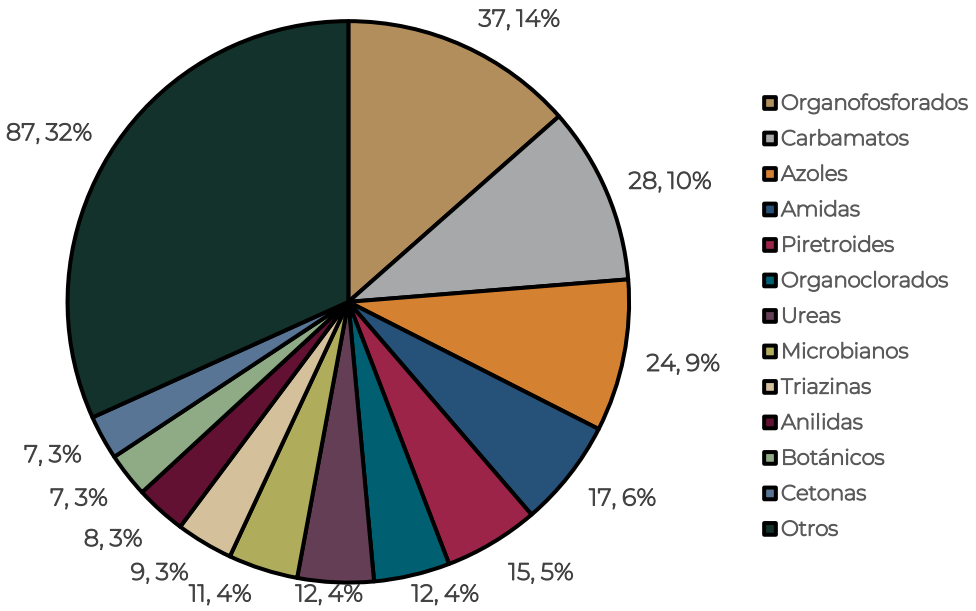

Figura 6. Familias químicas a las que pertenecen los 277 ingredientes activos contenidos en los productos formulados reportados en los estudios analizados; de acuerdo con el análisis de los estudios sobre el uso de plaguicidas en México. Compilación 1980-2018. **Fuente**: Elaboración propia.

Debido a las diferentes metodologías que se emplearon y al tipo de datos recabados en los diversos trabajos revisados, es difícil estimar los valores promedio, máximo y mínimo de las cantidades utilizadas para cada plaguicida. Sin embargo, en el anexo 3 se pueden observar los datos obtenidos de los artículos en los que sí se especificó la cantidad total utilizada de plaguicida por periodo de tiempo o bien por año, en diversas regiones del país. Con base en la revisión realizada, únicamente se identificaron siete artículos que incluían un análisis de las dosis utilizadas en determinado periodo de tiempo. De ellos se puede señalar que en todos se identificaron los plaguicidas altamente peligrosos (PAP) más utilizados en la región estudiada; así mismo, entre las finalidades por las que realizaron dichos estudios, coincidían en la predicción del destino ambiental de los plaguicidas aplicados, de acuerdo con sus características fisicoquímicas y la forma de aplicación de estos.

Comenzando por los estudios realizados en regiones del norte del país, Leyva-García y colaboradores (2017) identificaron en el Valle del Yaqui que, del total de i.a. utilizados, 54 agroquímicos se clasificaban como PAP, equivalente a 43% del total de plaguicidas utilizados en el Valle. Además, entre los plaguicidas mayormente utilizados, se encuentran el glifosato, mancozeb, dimetoato y clorotalonil, todos ellos probables carcinógenos.

Continuando en el estado de Sonora, uno de los estudios realizado por Silveira y colaboradores (2018) en el distrito de riego 144 en Hermosillo, reportó el predominio de insecticidas organofosforado, como metil azinfos, etil clorpirifos, diazinon, dimetoato, malatión y paratión metílico; seguidos de los herbicidas 2,4-D, glifosato y paraquat; y fungicidas, como clorotalonil y mancozeb. Se identificó que los más utilizados en los cultivos fueron: malatión, glifosato y paratión metílico en ocho cultivos, paraquat en siete, el insecticida dimetoato en seis cultivos y, por último, el herbicida 2,4-D en tres cultivos.

En otro de los estudios, Hernández y Hansen (2011) realizaron inventarios de uso de plaguicidas en el distrito de riego 063 de Guasave, Sinaloa. Se identificó que el grupo de sustancias más utilizado fueron los organofosforados, los cuales fueron aplicados a cultivos de calabacita, frijol, garbanzo, hortalizas, maíz, melón, sandía y sorgo, mientras que, el segundo grupo más utilizado fueron las sales de ácido benzóico, aplicadas a cultivos de maíz, sorgo y trigo.

De la misma manera, Leyva-Morales y colaboradores (2014) realizaron una estimación del uso de plaguicidas en el Valle de Culiacán, que comprende los municipios de Salvador Alvarado, Angostura, Mocorito, Badiraguato, Navolato, Culiacán, Elota y Cosalá, y entre los cultivos predominantes durante el ciclo octubre a marzo (O-M) están tomate, chile, pepino y berenjena, mientras que, en el ciclo abril a septiembre (A-S) son maíz y sorgo. Adicionalmente, se menciona que la dosis promedio de i.a. aplicada por hectárea, estimada a través de bitácoras de aplicación, fue de 0.263 kg/ha. Los principales ingredientes activos identificados en el ciclo O-M fueron mancozeb, paraquat y clorotalonil, y con relación al ciclo A-S fueron azufre, clorotalonil, paraquat y malatión.

Otra de las regiones de México donde se consumen cantidades importantes de plaguicidas se encuentra en el Bajío del estado de Guanajuato, conformado por el distrito de riego 004 y 005, en donde se cultiva maíz y sorgo en temporada primavera-verano; mientras que, en el ciclo otoño-invierno, se cultiva cebada y trigo. Dentro de los resultados se reporta que 23 de los 29 i.a. identificados corresponden a PAP, 14 de los cuales están prohibidos o no autorizados en otros países, destacando endosulfan, metamidofos y carbofuran.

Con base en otro de los estudios, incluido el realizado por Velázquez-Zepeda (2017) en Villa Guerrero, Estado de México), se identificó un grupo de plaguicidas mayormente utilizados para aplicación en cultivos florícolas, entre los que se encuentran carbendazim, carbofurano, dimetoato, mancozeb, metamidofos y metomilo. Además, se reportó que son aplicados principalmente por el fácil acceso para su adquisición y bajo precio, y no por sus características fisicoquímicas o efectividad biológica comprobada.
Por último, en otro de los estudios en soya convencional y genéticamente modificada en Campeche, se identificó que el glifosato es el plaguicida aplicado mayormente en ambos cultivos y que se utiliza un volumen promedio de 2.5 L/ha en soya convencional. Con relación a los insecticidas más utilizados, se destacó la cipermetrina en ambos cultivos (Pérez-Palacios, 2015).

Finalmente, considerando los estudios anteriormente descritos y con base en la recopilación de los datos reportados, los cuales se agrupan en el anexo 3, fue posible identificar que los cinco plaguicidas más utilizados en el periodo comprendido de 2007 a 2013 fueron dicamba (278521.04 kg/i.a.), 2,4-D (273239.48 kg/i.a.), clorpirifos etil (201781.44 kg/i.a.), oxicloruro de cobre (137200 kg/i.a.) y glifosato (122090.57 kg/i.a.).

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Si bien la compilación de estudios analizados en el presente documento muestra información relativamente certera en relación con los sitios de aplicación y el tipo de plaguicida empleado (i.a.), es clara la limitación respecto a los datos de las cantidades aplicadas, cifras que resultan indispensables para tener claridad sobre la magnitud de los impactos que están generando los plaguicidas.

Asimismo, es evidente que los estudios aquí analizados han significado un gran esfuerzo para tratar de construir un panorama sobre el uso de plaguicidas en diversas regiones de nuestro país; no obstante, éste no deja de ser un empeño indirecto que dista mucho de poder suplir el establecimiento de la obligación de reportar a las autoridades competentes las estadísticas básicas sobre el empleo de dichas sustancias, que incluya parámetros como el tipo, la cantidad, el sitio y las fechas para cada temporada de siembra o para cada año en el caso de los usos no agrícolas.

Las metodologías utilizadas en los estudios analizados tienen un alcance distinto en cada caso, aun cuando se hayan aplicado enfoques complementarios en la misma investigación. Este hecho dificulta la comparación e imposibilita el contar con un registro histórico continuo de datos. No obstante, en caso de implementarse un reporte obligatorio, la aplicación de estas mismas metodologías podría permitir realizar un cruce de datos para determinar la veracidad de los datos reportados.

Los estados con mayor número de estudios (Estado de México y Sinaloa) son sitios claramente reconocidos por su aporte a la producción florícola y agrícola nacional. Sin embargo, éstos no corresponden a las entidades con mayor cobertura de sitios en donde se examinó la aplicación de plaguicidas (que fueron Nayarit, Yucatán y Tabasco), ya que dichos estudios se enfocan a evaluar de manera repetida la situación de municipios o localidades específicos. Esta discrepancia entre el número de estudios y sitios también puede estar asociada a la presencia en esos estados de grupos de investigación consolidados que han seguido por varios años la problemática de los plaguicidas en los referidos municipios o localidades o a la disponibilidad de recursos en las universidades y centros de investigación para abarcar territorios más amplios.

Entre los cultivos agrícolas identificados en los que se aplica mayor número de plaguicidas se encuentra el maíz y el chile, dos especies de gran relevancia para la dieta de los mexicanos; además del sorgo, de importancia forrajera significativa para las actividades pecuarias. Asimismo, destacan los cultivos florícolas, los cuales son tratados con cargas importantes de plaguicidas, tal vez más significativas que los cultivos agrícolas, ya que no son plantas destinadas para el consumo humano o animal.
La información recabada en esta compilación, además de la aplicación de i.a. individuales, también hace patente el uso recurrente de mezclas de plaguicidas, lo cual contribuye a complejizar los escenarios de exposición y de posibles efectos

que puedan presentarse en las comunidades aledañas a los cultivos, los jornaleros agrícolas y los consumidores de productos del campo.

En relación con los tipos de plaguicidas empleados, se aprecia que los organofosforados y carbamatos siguen siendo familias ampliamente usadas, a pesar de tratarse, en muchos casos, de moléculas desarrolladas hace varias décadas y que ya se han dejado de aplicar en muchos países del mundo. De hecho, resulta notorio el número de PAP que se siguen en uso, si bien algunos de los estudios analizados fueron realizados hace varios años y no reflejan del todo el contexto actual. En contraste con ellos, se observa que los organoclorados han perdido relevancia, muy probablemente debido a su gradual salida del mercado por ya no ser de interés comercial para las empresas que venden estos productos. Otro aspecto que resaltar es la amplia diversidad de sustancias aplicadas en nuestro país para el control de los distintos tipos de plagas, situación que representa un gran reto para el monitoreo de sus residuos tanto en las matrices ambientales (incluidos los alimentos) como en las humanas.

De los hallazgos de la presente compilación, la recomendación principal es obviamente el establecer la obligación, en las leyes y reglamentos que correspondan, de reportar no solo el uso sino también la importación y la venta de plaguicidas a todas las empresas y personas que se dediquen a estas actividades, así como definir puntualmente en una nueva norma oficial mexicana las especificaciones que debería cumplir ese reporte, que incluyan los parámetros precisos para lograr la identidad inequívoca de las sustancias usadas, así como un formato homologado para presentar todos los datos. Asimismo, debe quedar establecido el mandato de crear un repositorio con toda esta información al que tengan acceso las diferentes autoridades gubernamentales, el sector académico, las comunidades afectadas y el público general. Es claro que la falta de esta obligación impide contar con la información más básica para establecer las políticas públicas que permitan dimensionar y atender los impactos ambientales y los efectos en la salud humana que derivan del uso de plaguicidas.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Diario Oficial de la Federación (DOF). 1987. Decreto que establece las bases de coordinación que las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Agricultura y Recursos Hidráulicos, de Desarrollo Urbano y Ecología y de Salud, deberán observar en relación con plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas. Fecha de publicación: 15 de octubre de 1987.

- Diario Oficial de la Federación (DOF). 1988a. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Fecha de publicación: 28 de enero de 1988.

- Diario Oficial de la Federación (DOF). 1988b. Reglamento Interior de la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas. Fecha de publicación: 27 de octubre de 1988.

- Diario Oficial de la Federación (DOF). 1996a. Norma Oficial Mexicana 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. Fecha de publicación: 24 de junio de 1996.

- Diario Oficial de la Federación (DOF). 1996b. Norma Oficial Mexicana 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 físicas o morales interesadas en la fabricación, formulación, formulación por maquila, formulación y/o maquila e importación de plaguicidas agrícolas. Fecha de publicación: 24 de junio de 1996.

- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2017. Ley Federal de Sanidad Vegetal. Última Reforma. Fecha de publicación: 26 de diciembre de 2017.

- Pichardo González B. 2006. Revolución Verde en México. Agrária, São Paulo. 4: 40-68.

- Pesticide Action Network International (PAN). 2021a List of Highly Hazardous Pesticides. https://pan-international.org/wp-content/uploads/PAN_HHP_List.pdf. Fecha de consulta: 4 de mayo de 2022.

- Pesticide Action Network International (PAN). 2021b Consolidated List of Banned Pesticides. https://pan-international.org/pan-international-consolidated-list-of-banned-pesticides/. Fecha de consulta: 4 de mayo de 2022.

6. REFERENCIAS DE DOCUMENTOS ANALIZADOS

1 Aldara Cruzalta Casas A. 2018. Actividad florícola en Villa Guerrero, Estado de México, uso de agroquímicos y sus efectos a la salud de los habitantes. Tesis de licenciatura. Facultad de Planeación Urbana y Regional. Universidad Autónoma del Estado de México.

2 Álvarez Florentino E. 2019. Estimación del aporte de plaguicidas al ambiente por la disposición a cielo abierto de envases vacíos de agroquímicos en parcelas agrícolas de Yucatán. Tesis de licenciatura. Facultad de Química. Universidad Nacional Autónoma de México.

3 Astorga Rodríguez J.E. 2011. Evaluación preliminar de riesgo ecológico por el uso de plaguicidas en una zona agrícola de Sinaloa. Tesis de maestría. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Unidad Mazatlán.

4 Bautista Ávalos D., Cruz Cárdenas G., Moncayo Estrada R., Silva García J.T., Estrada Godoy F. 2014. Aplicación del modelo SWAT para evaluar la contaminación por fuentes difusas en la subcuenca del Lago de Chapala, México. Revista Internacional de Contaminación Ambiental. 30: 263-274.

5 Becerril J., Hernández I. 2020. Matriz de Contabilidad Social para la Reserva Estatal Geohidrológica Anillo de Cenotes, Yucatán 2020: Análisis multisectorial de la actividad económica del territorio rural de la subzona de recarga. Patrimonio, Desarrollo y Sustentabilidad A.C. Mérida, Yucatán, México.

6 Benitez A., Herrera J.F., Xotlanihua M.C., Bernal Y., Medina I., Barrón B., González C., Rojas A. 2018. Patrón de uso de plaguicidas y biomarcadores bioquímicos en una población de fumigadores urbanos. Revista Internacional de Contaminación Ambiental. 34: 61-71.

7 Bernardino Hernández H.U-, Mariaca Méndez R., Nazar Beutelspacher A., Álvarez Solís J.D., Torres Dosal A., Herrera Portugal C. 2017. Los plaguicidas altamente peligrosos en los Altos de Chiapas. En: Bejarano González F. (editor). Los Plaguicidas Altamente Peligrosos en México. Capítulo 10. México. p.p. 263-278.

8 Bernardino Hernández H.U., Torres Aguilar H., Sánchez Cruz G., Reyes Velasco L., Zapién Martínez A. 2019. Uso de plaguicidas en el cultivo de maíz en zonas rurales del Estado de Oaxaca, México. Revista de Salud Ambiental. 19): 23-31.

9 Carbajal López Y., Gómez Arroyo S., Villalobos Pietrini R., Calderón Segura M.E., Martínez Arroyo A. 2016. Biomonitoring of agricultural workers exposed to pesticide mixtures in Guerrero state, Mexico, with comet assay and micronucleus test. Environmental Science and Pollution Research. 23: 2513–2520.

10 Castillo Cadena J., Tenorio Vieyra L.E., Quintana Carabia A.I., García Fabila M.M., Ramírez San Juan E., Madrigal Bujaidar E. 2006. Determination of DNA Damage in Floriculturists Exposed to Mixtures of Pesticides. Journal of Biomedicine and Biotechnology. 2006: 1–12.

11 Duarte J., Parra T. 2014. Situación actual de los plaguicidas químicos en el Valle del Mayo. En: Memorias del Segundo Congreso Nacional de Tecnologías y Ciencias Ambientales y Sexto Congreso Regional de Ciencias Ambientales. Instituto Tecnológico de Sonora.

12 Escobar D., Caballero A., Rendón J. 2011. Prácticas de utilización para plaguicidas en la localidad Nueva Libertad, La Concordia, Chiapas. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 1: 19-30.

13 Esquivel Valenzuela B., Cueto Wong J.A., Valdez Cepeda R.D., Pedroza Sandoval A., Trejo Calzada R., Pérez Veyna O. 2019. Prácticas de manejo y análisis de riesgo por el uso de plaguicidas en la Comarca Lagunera, México. Revista Internacional de Contaminación Ambiental. 35: 25-33.

14 Freeman N.C.G., Shalat S.L., Black K., Jiménez M., Donnelly K.C., Calvin A., Ramírez J. 2004. Seasonal pesticide use in a rural community on the US/Mexico border. Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology. 14: 473–478.

15 García Hernández J, Leyva García G., Aguilera Márquez A. 2017. Los plaguicidas altamente peligrosos en el Valle del Yaqui, Sonora. En: Bejarano González F. (editor). Los Plaguicidas Altamente Peligrosos en México. Capítulo 7. México. p.p. 209-220.

16 Gómez Arroyo S., Díaz Sánchez Y., Meneses Pérez M.A., Villalobos Pietrini R., De León Rodríguez J. 2000. Cytogenetic biomonitoring in a Mexican floriculture worker group exposed to pesticides. Mutation Research. 466: 117–124.

17 Gómez Arroyo S., Martínez Valenzuela C., Calvo Gómez S., Villalobos Petrini R., Waliszewski S.M., Calderón Segura M.E., Martínez Arroyo A., Félix Gastélum R., Lagarda Escarrega A. 2013. Assessing the genotoxic risk for mexican children who are in residential proximity to agricultural areas with intense aerial pesticide applications. Revista Internacional de Contaminación Ambiental. 29: 217-225.

18 Gómez González I. El uso de plaguicidas altamente peligrosos en la Península de Yucatán.2017 En: Bejarano González F. (editor). Los Plaguicidas Altamente Peligrosos en México. Capítulo 11. México. p.p. 279-308.

19 González Arias C.A., Robledo–Marenco M.L., Medina–Díaz I.M., Velázquez–Fernández J.B., Girón–Pérez M.I., Quintanilla–Vega B., Ostrosky–Wegman P., Pérz–Herrera N.E., Rojas–García A.E. 2010. Patrón de uso y venta de plaguicidas en Nayarit, México. Revista Internacional de Contaminación Ambiental. 26: 221-228.

20 González Escobar M. 2014. Riesgo para la salud derivado del uso de agroquímicos en la actividad florícola de la localidad de San Lorenzo Tlacotepec, Municipio de Atlacomulco, México. Tesis de licenciatura. Facultad de Geografía. Universidad Autónoma del Estado de México.

21 Guigón López C., González González P.A. 2007. Manejo de plagas en el cultivo de chile y su impacto ambiental en la zona agrícola de Jiménez-Villa López, Chihuahua, México. Tecnociencia Chihuahua. I: 36-47.

22 Guzmán P., Guevara R., Olguín J., Mancilla O. 2016. Perspectiva campesina, intoxicaciones por plaguicidas y uso de agroquímicos. IDESIA. 34: 69-80.

23 Hernández Antonio A., Hansen A. 2011. Uso de plaguicidas en dos zonas agrícolas de México y evaluación de la contaminación de agua y sedimentos. Revista Internacional de Contaminación Ambiental. 27: 115-127.

24 Hernández L., Qué-Ramos F., Piña A., Laines J. 2013. Uso de plaguicidas en zonas cañeras del municipio de Cárdenas Tabasco, México: Posible impacto ambiental y a la salud. Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, desarrollo y práctica. 6: 1 – 11.

25 Hernández Valdés R.E., Gómez Albores M.A., Romero Contreras A.T., Santana Juárez M.V., Mastachi Loza C.A., Hernández Téllez M., Martínez Valdés H. 2017. Análisis temporal del riesgo por malformaciones congénitas atribuibles al uso de plaguicidas en el corredor florícola del Estado de México. Ciencia Ergo Sum. 24: 244-252.

26 Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). 2006. Evaluación de los riesgos de la contaminación de mantos freáticos por la infiltración del herbicida atrazina a nivel nacional. Proyecto TH-0406. Informe final. Jiutepec, Morelos.

27 Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). 2008. Evaluación de la atenuación natural de atrazina en agua y suelos. Proyecto No. TH-0803, Informe final. Jiutepec, Morelos.

28 Iuit Jiménez A.C. 2014. Diagnóstico del uso y manejo de plaguicidas en los poblados de Álvaro Obregón y Pucté, pertenecientes a la zona agrícola del municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo, México. Tesis de licenciatura. División de Ciencias e Ingeniería. Universidad de Quintana Roo.

29 Leyva Morales J.B., García de la Parra L.M., Bastidas Bastidas P.J., Astorga Rodríguez J.E., Bejarano Trujillo J., Cruz Hernández A., Martínez Rodríguez I.E., Betancourt Lozano M. 2014. Uso de plaguicidas en un Valle Agrícola Tecnificado en Noroeste de México. Revista Internacional de Contaminación Ambiental. 30: 247-261.

30 Martínez Luna G., Mejía Sánchez F., Serment Guerrero J.H., Castillo Cadena J. 2014. Quality spermatic alterations in floriculturists exposed to pesticides in Villa Guerrero, State of Mexico. American Journal of Agriculture and Forestry. 2: 284-288.

31 Martínez M.I., Cruz R.M. 2009. El uso de agroquímicos veterinarios y agrícolas en la zona ganadera de Xico, Centro de Veracruz, México y el posible impacto ambiental. Acta Zoológica Mexicana. 25: 673-681.

32 Martínez Valenzuela C., Félix Gastélum R., Mora Romero A.G., Ortega Martínez L.D. 2015. Biomonitoreo citogenético de jornaleros ocupacionalmente expuestos a plaguicidas. Ciencia desde el Occidente. 2: 8-17.

33 Martínez-Valenzuela C., Waliszewski S.M., Amador-Muñoz O., Meza E., Calderón-Segura M.E., Zenteno E., Huichapan-Martínez J., Caba M., Félix-Gastélum R., Longoria-Espinoza R. 2017. Aerial pesticide application causes DNA damage in pilots from Sinaloa, Mexico. Environmental Science and Pollution Research. 24: 2412–2420.

34 Mendoza Morales C.U. 2017. Determinación del grado de peligrosidad por el uso de plaguicidas en los viveros de Jiutepec, Morelos. Tesis de maestría. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México.

35 Morales Rangel A.I. 2016. Análisis del comportamiento ambiental de los herbicidas de mayor uso en la subcuenca río Tecolutla, Veracruz. Tesis de maestría. Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo. Instituto Politécnico Nacional.

36 Oliva M., Rodríguez J.C., Silva G. 2005. Estudio exploratorio de los problemas de salud humana derivados del uso de plaguicidas en Bella Vista, Estado de México, México. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología. 76: 71-80.

37 Ordoñez V., Frías M., Parra H., Martínez M. 2019. Estudio sobre el uso de plaguicidas y su posible relación con daños a la salud. Revista de Toxicología. 36: 148- 153.

38 Ortega L., Pérez B., Waliszewski S., Gómez S., Baños M.R., Terán M., Castro G., Martínez M.C. 2019. Daño genético y citotóxico provocado por plaguicidas en jornaleros que laboran en invernaderos en Atlixco, Puebla, México. Revista Internacional de Contaminación Ambiental. 35: 271-279.

39 Ortega Martínez L.D., Martínez Valenzuela C., Huerta de la Peña A., Ocampo Mendoza J., Sandoval Castro E., Jaramillo Villanueva J.L. 2014. Uso y manejo de plaguicidas en invernaderos de la región norte del estado de Puebla, México. Acta Universitaria. 24: 3-12.

40 Ortiz J., Sánchez O., Ramos J.M. 2014. Actividades productivas y manejo de la milpa en tres comunidades campesinas del municipio de Jesús Carranza, Veracruz, México. Polibotánica. 38: 173-191.

41 Palacios M.E., Paz M.P. 2011. Sintomatología persistente en trabajadores agrícolas expuestos a plaguicidas órgano-fosforados. Revista Facultad Nacional de Salud Pública. 29: 153 162.

42 Payán Rentería R.A. 2009. Evaluación del riesgo a la salud por exposición crónica a plaguicidas en trabajadores agrícolas de Nextipac, Jalisco. Tesis de maestría. Centro Universitario de Ciencias de la Salud. Universidad de Guadalajara.

43 Pérez Herrera N., Polanco-Minaya H., Salazar-Arredondo E., Solís-Heredia M.J., Hernández-Ochoa I., Rojas-García E, Alvarado-Mejía J., Borja-Aburto V.H., Quintanilla-Vega B. 2008. PON1Q192R genetic polymorphism modifies organophosphorous pesticide effects on semen quality and DNA integrity in agricultural workers from southern Mexico. Toxicology and Applied Pharmacology 230: 261–268.

44 Pérez Palacios A. 2015. Uso y manejo de plaguicidas en cultivos de soya (*Glycine max*) convencional y genéticamente modificada (evento MON-04032-6) en zonas agrícolas de la Península de Yucatán, México. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.

45 Pérez-Olvera M.A., Navarro Garza H., Flores Sánchez D., Ortega-García N., Tristán Martínez E. 2017. Plaguicidas altamente peligrosos utilizados en el Bajío de Guanajuato. En: Bejarano González F. (editor). Los Plaguicidas Altamente Peligrosos en México. Capítulo 8. México. p.p. 221-245.

46 Polanco Rodríguez A.G., Magaña Castro T.V., Cetz Luit J., Quintal López R. 2019. Uso de agroquímicos cancerígenos en la región agrícola de Yucatán, México. Centro Agrícola. 42: 72-83.

47 Ramírez Bustos I. 2018. Identificación de envases vacíos de plaguicidas en plantaciones de nopal verdura, *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. (Cactaceae), en Morelos, México. Acta agrícola y pecuaria, 4: 18-25.

48 Ramírez Legarreta M.R., Jacobo Cuéllar J.L. 2002. Impacto Ambiental del Uso de Plaguicidas en Huertos de Manzano del Noroeste de Chihuahua, México. Revista Mexicana de Fitopatología. 20: 168-173.

49 Ramírez-Mora E., Pérez-Vázquez A., Landeros-Sánchez C., Martínez-Dávila J.P., Villanueva-Jiménez J.A., Lagunes-Espinoza L.C. 2018. Uso histórico de plaguicidas en caña de azúcar del DR035 La Antigua, Veracruz. Acta Universitaria. 28: 42-49.

50 Rangel Ascencio R. 2005. Programa de manejo de malezas y vulnerabilidad a intoxicaciones agudas por plaguicidas en trabajadores agrícolas de Nextipac, Jalisco. Tesis de maestría. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara.

51 Recio R., Ocampo-Gómez G., Morán-Martínez J., Borja-Aburto V., López-Cervantes M., Uribe M., Torres-Sánchez L., Cebrián M.E. 2005. Pesticide exposure alters follicle-stimulating hormone levels in Mexican agricultural workers. Environmental Health Perspectives. 113: pp. 1160-1163.

52 Rodríguez Aguilar B.A., Martínez Rivera L-M-, Peregrina Lucano A.A. Ortiz Arrona C.I., Cárdenas Hernández O.G. Análisis de residuos de plaguicidas en el agua superficial de la cuenca del río Ayuquila-Armería, México. Terra Latinoamericana. 37: 151-161.

53 Ruiz R., Ruiz J., Guzmán S., Pérez E. 2011. Manejo y control de plagas del cultivo de tomate en Cintalapa, Chiapas, México. Revista Internacional de Contaminación Ambiental. 27: 129-137.

54 Salazar J., Somoza C., Pérez B., Velásquez M., Torres G., Huerta A., Ortega L. 2017. Uso y manejo de plaguicidas en diferentes sistemas de producción de fresa en México. Producción Agropecuaria y Desarrollo Sostenible. 6: 27-42.

55 Saldaña Hernández M.I., Gómez R., Pat J.M., Álvarez J.D., Pérez J., Ortiz C.F. 2013. The socioeconomic and technical status of cut flower producers in Tabasco, Mexico. Ciencia e Investigacipón Agraria. 40: 5-15.

56 Schilmann A., Lacasaña M., Blanco-Muñoz J., Aguilar-Garduño C., Salinas-Rodríguez A., Flores-Aldana M., Cebrián M.E. 2010. Identifying pesticide use patterns among flower growers to assess occupational exposure to mixtures. Occupational and Environmental Medicine. 67: 323-329.

57 Silveira Gramont M.I., Aldana Madrid M.L., Piri Santana J., Valenzuela Quintana A.I., Jasa Silveira G., Rodríguez Olibarria G. 2018. Plaguicidas agrícolas: Un marco de referencia para evaluar riesgos a la salud en comunidades rurales en el estado de Sonora, México. Revista Internacional de Contaminación Ambiental. 34: 7-21.

58 Tec Pacheco W., Alvarado Mejía J., González Navarrete R., Perera Ríos J., Ruiz Gamboa K., Pérez Herrera N. 2013. Síntomas depresivos en agricultores expuestos a plaguicidas en Tixmehuac, Yucatán. Revista de la Universidad Autónoma de Yucatán. 262: 55-61.

59 Torres Ocampo S.Y. 2016. Identificación de contaminantes agroquímicos y su relación con las actividades socioeconómicas de las comunidades aledañas a la cuenca superior de la laguna de Santiaguillo, Durango. Tesis de maestría. Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo. Instituto Politécnico Nacional.

60 Vargas-González G., Álvarez-Reyna V.P., Guigón-López C., Cano-Ríos P., Jiménez-Díaz F., Vásquez-Arroyo J., García-Carrillo M. 2016. Patrón de uso de plaguicidas de alto riesgo en el cultivo de melón (*Cucumis melo* L.) en la Comarca Lagunera. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios. 3: 367-378.

61 Velázquez Zepeda A. 2015. Evaluación del uso, aplicación y transporte de plaguicidas comúnmente empleados en suelos de cultivo florícola en Villa Guerrero, Estado de México. Tesis de licenciatura. Facultad de Química Universidad Autónoma del Estado de México.

62 Villarreal Hernández D.R. 208. Movilidad de plaguicidas en la zona radicular del cultivo de *Gerbera jamesonii* en invernadero: modelación geomática. Tesis de doctorado. Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma del Estado de México.

63 Zepeda Bolaños G. 2018. Plaguicidas neonicotinoides en México, usos, normatividad y metodologías para su evaluación ambiental. Tesis de licenciatura. Facultad de Química. Universidad Nacional Autónoma de México.

ANEXO 1

LISTA DE PLAGUICIDAS NO COMBINADOS IDENTIFICADOS EN LOS ESTUDIOS CON INFORMACIÓN SOBRE EL USO DE PLAGUICIDAS EN MÉXICO

TIPO	FAMILIA QUÍMICA	PLAGUICIDA
Acaricida	Derivado del ácido tetrónico	Spirodiclofen
Acaricida	Organoclorado	Dicofol
Acaricida	Compuesto de estaño	Fenbutaestan
Acaricida	Organofosforado	Fosmet
Acaricida	Organosulfurado	Propargite
Acaricida	Azol	Fenpiroximato
Acaricida	Azol	Tebufenpirad
Acaricida	Piretroide	Flumetrina
Acaricida	Quinona	Acequinocyl
Acaricida	Triazina	Amitraz
Acaricida	Tiazolidina	Hexitiazox
Acaricida, insecticida	Lactona macrocíclica	Abamectina
Acaricida, insecticida	Lactona macrocíclica	Benzoato de emamectina
Acaricida, insecticida	Organofosforado	Triclorfón
Acaricida, insecticida	Organofosforado	Azametifos
Acaricida, insecticida	Piretroide	Bifentrina (nombre comercial Talstar)
Acaricida, insecticida	Urea	Buprofezín
Acaricida, insecticida	Aceite	Aceite de verano (citrolina)
Acaricida, insecticida	Urea	Flufenoxurón
Acaricida, insecticida	Carbamato	Carbarilo (nombre comercial Sevín)
Acaricida, insecticida	Carbamato	Carbosulfan
Acaricida, insecticida	Amida	Thiacloprid
Acaricida, insecticida	Amida	Ciantraniliprol
Acaricida, insecticida	Derivado del ácido tetrónico	Spiromesifen [Espiromesifen sin.]
Acaricida, insecticida	Organoclorado	Endosulfán
Acaricida, insecticida	Organofosforado	Metamidofos (nombre comercial Tamarón)
Acaricida, insecticida	Organofosforado	Metidatión
Acaricida, insecticida	Organofosforado	Monocrotofos (nombre comercial Nuvacron)
Acaricida, insecticida	Organofosforado	Ometoato
Acaricida, insecticida	Organofosforado	Oxidemeton metil
Acaricida, insecticida	Organofosforado	Coumafos
Acaricida, insecticida	Organofosforado	Diazinón
Acaricida, insecticida	Organofosforado	Mevinfos
Acaricida, insecticida	Organohalogenado	Clorfenapir

Acaricida, insecticida	Oxadiazina	Indoxacarb (nombre comercial Cuit)
Acaricida, insecticida	Piretroide	Fenpropatrín
Acaricida, insecticida	Piretroide	Alfa cipermetrina
Acaricida, insecticida	Piretroide	Cipermetrina (nombre comercial Arribo) (sinónimo Zetacipermetrina y Beta-cipermetrina)
Acaricida, insecticida	Piridina	Pyriproxifen
Acaricida, insecticida	Piridina	Flonicamid
Acaricida, insecticida	Sulfoxamina	Sulfoxaflor
Acaricida, insecticida	Carbamato	Metomilo
Acaricida, insecticida	Organofosforado	Demetón (nombre comercial Di-syxtox)
Acaricida, insecticida, nematicida	Carbamato	Oxamil (marca comercial Vydate)
Acaricida, insecticida, nematicida	Organofosforado	Forato
Acaricida, nematicida	Botánico	Extracto de quillay (*Quillaja saponaria*)
Adyuvante	Aceite	Aceite de soya
Bactericida	Antibiótico	Estreptomicina (Sulfato de estreptomicina)
Bactericida	Antibiótico	Oxitetraciclina (nombre comercial [Terramicina agrícola)
Bactericida, fungicida	Organoclorado	Pentaclorofenol
Bactericida, fungicida	Inorgánico	Dióxido de cloro
Bactericida, fungicida	Antibiótico	Gentamicina (sulfato de gentamicina)
Bactericida, fungicida	Compuesto de cobre	Sulfato tribásico de cobre monohidratado
Fungicida	Amida	Cymoxanil
Fungicida	Amida	Fluazinam
Fungicida	Amida	Mandipropamid
Fungicida	Anilida	Metalaxil + clorotalonil
Fungicida	Anilida	Oxadixil
Fungicida	Anilida	Metalaxil (Mefenoxam)
Fungicida	Anilida	Boscalid
Fungicida	Pirimidina	Pirimetanil
Fungicida	Antibiótico	Sulfato de gentamicina
Fungicida	Antibiótico	Kasugamicina
Fungicida	Aromático policlorado	Clorotalonil (Tetracloroisoftalonitrilo)
Fungicida	Anilida	flutolanil
Fungicida	Azol	Tiabendazol
Fungicida	Azol	Tebuconazole
Fungicida	Azol	Thiophanate metil
Fungicida	Azol	Benomilo
Fungicida	Azol	Carbendazim

Fungicida	Azol	TCMTB (2-(tiocianatometiltio)benzotiazol)
Fungicida	Microbiano	*Bacillus subtilis*
Fungicida	Botánico	Extracto de Larrea tridentata
Fungicida	Carbamato	Propamocarb (Clorhidrato de propamocarb)
Fungicida	Carbamato	Pyraclostrobin
Fungicida	Carbamato	Iprovalicarb
Fungicida	Amida	Captan
Fungicida	Amida	Carboxin
Fungicida	Aromático policlorado	Quintozeno
Fungicida	Compuesto de cobre	Oxicloruro de cobre (nombre comercial Cupravit)
Fungicida	Azol	Epoxiconazol
Fungicida	Compuesto de cobre	Óxido de cobre
Fungicida	Derivado de la morfolina	Dodemorf
Fungicida	Carbamato	Mancozeb (sinónimo Mefenoxa; producto de coordinación del zinc y etilen bis ditiocarbamato de manganeso)
Fungicida	Carbamato	Propineb
Fungicida	Carbamato	Ziram
Fungicida	Carbamato	Maneb (sinónimo Manzate)
Fungicida	Carbamato	Zineb
Fungicida	Carbamato	Metiram
Fungicida	Carbamato	Thiram
Fungicida	Estrobilurina	Fluoxastrobin (fluoxastrobeno)
Fungicida	Estrobilurina	Trifloxystrobin
Fungicida	Fosfonato	Fosetil-Al (Fosetil aluminio)
Fungicida	Imida	Folpet
Fungicida	Anilida	Fenhexamid
Fungicida	Inorgánico	Hidróxido de Calcio
Fungicida	Imida	Iprodiona
Fungicida	Azol	Triflumizole
Fungicida	Azol	Procloraz
Fungicida	Azol	Imazalil
Fungicida	Inorgánico	Azufre coloidal
Fungicida	Inorgánico	Hidróxido cúprico (sinónimo hidróxido de cobre)
Fungicida	Antibiótico	Kresoxim metil
Fungicida	Microbiano	Trichoderma harzianum
Fungicida	Derivado de la morfolina	Dimetomorf
Fungicida	Anilina	Dicloran
Fungicida	Oxazolidindiona	Famoxadona

Fungicida	Piperazina	Triforine
Fungicida	Pirimidina	Fenarimol
Fungicida	Pirimidina	Azoxistrobin
Fungicida	Quinolina	Quinoxyfen
Fungicida	Inorgánico	Sulfato de cobre (sinónimo sulfato de cobre pentahidratado)
Fungicida	Azol	Etridiazol
Fungicida	Carbamato	Tiofanato metílico (sinónimo metil tiofanato)
Fungicida	Azol	Flutriafol
Fungicida	Azol	Difenoconazol
Fungicida	Azol	Myclobutanil
Fungicida	Azol	Propiconazol
Fungicida	Azol	Triadimefón
Fungicida	Microbiano	*Lactobacillus*
Fungicida, insecticida	Azol	Acibenzolar-S-metil
Fungicida, insecticida	Inorgánico	Azufre elemental
Fungicida, insecticida, nematicida	Carbamato	Metam sodio [vapam sin.]
Herbicida	Amida	S-metolaclor
Herbicida	Derivado del ácido fosforoso	Glifosato
Herbicida	Derivado del ácido fosforoso	Glufosinato de amonio
Herbicida	Hormona vegetal	Clopiralida [clopyralid]
Herbicida	Cetona	Tembotrione
Herbicida	Nitrilo	Bromoxinil
Herbicida	Azol	Topramezone
Herbicida	Azol	Fenoxaprop-p-ethyl
Herbicida	Cetona	Clethodim
Herbicida	Amida	Butaclor
Herbicida	Amida	Dimetenamida
Herbicida	Urea	Diuron
Herbicida	Difenil éter	Oxifluorfen
Herbicida	Difenil éter	Fomesafen
Herbicida	Anilina	Trifluralina
Herbicida	Anilina	Pendimetalin
Herbicida	Fenoxi	Quizalofop-p-etil
Herbicida	Fenoxi	Fluazifop-p-butil
Herbicida	Cetona	Imazetapir
Herbicida	Cetona	Imazapic
Herbicida	Nitrobenzoato	Sal sódica de acifluorfen
Herbicida	Nitrofenol	Dinoseb
Herbicida	Azol	Oxadiazon
Herbicida	Piridina	Fluroxipir
Herbicida	Piridina	Clodinafop propargilo
Herbicida	Fenoxi	Dicamba
Herbicida	Amida	Ciazofamida
Herbicida	Triazolinona	Flucarbazone sódico
Herbicida	Urea	Metsulfuron metil

Herbicida	Urea	Nicosolfurón
Herbicida	Urea	Rimsulfuron
Herbicida	Urea	Thifensulfuron-metil
Herbicida	Urea	Halosulfurón metil
Herbicida	Carbamato	Molinate
Herbicida	Carbamato	Butylate
Herbicida	Triazina	Prometrin
Herbicida	Triazina	Hexazinona
Herbicida	Triazina	Ametrina
Herbicida	Triazolinona	Carfentrazone etil
Herbicida	Anilida	Propanil
Herbicida	Bipiridilo	Diquat
Herbicida	Cetona	Setoxidime
Herbicida	Amida	Acetoclor
Herbicida	Anilida	Metolaclor
Herbicida	Fenoxi	2,4-D (2,4-D amina; 2,4-D éster; sal dimetilamina) (nombre comercial Arrasador, Galope, Herbipol, Esterón 47)
Herbicida	Compuesto de arsénico	MSMA (metano arsonato monosodio)
Herbicida	Piridina	Picloram (nombre comercial Tordon)
Herbicida	Oxazolidindiona	Clomazone
Herbicida	Amida	Sulfentrazone
Herbicida	Urea	Triasulfuron
Herbicida	Triazina	Metribuzin
Herbicida	Triazina	Terbutrina
Herbicida	Triazina	Atrazina
Herbicida	Bipiridilo	Paraquat (dicloruro de paraquat) (nombre comercial Cuproquat, Gramoxone)
Insecticida	Botánico	Alomonas (Extracto oleoso de *Allium sativum*)
Insecticida	Organohalogenado	Bromuro de metilo
Insecticida	Amida	Acetamiprid
Insecticida	Compuesto de arsénico	Arsenito
Insecticida	Alcaloide	Argemonina
Insecticida	Terpeno	Azadiractina
Insecticida	Amida	Fluopyram
Insecticida	Urea	Novaluron
Insecticida	Urea	Diflubenzuron
Insecticida	Urea	Triflumuron
Insecticida	Microbiano	*Bacillus thuringiensis* (nombre comercial Javelin)
Insecticida	Microbiano	*Beauveria bassiana*
Insecticida	Microbiano	Crisopa (*Chrysoperla carnea*)

Insecticida	Microbiano	*Metarhizium anisopliae*
Insecticida	Amida	Clorantraniliprol
Insecticida	Botánico	Extracto de aceite de neem
Insecticida	Botánico	Extracto de ajo (*Allium sativum*)
Insecticida	Carbamato	Furatiocarb
Insecticida	Carbamato	Thiodicarb (nombre comercial Semevi)
Insecticida	Carbamato	Propoxur
Insecticida	Carbamato	Bendiocarb
Insecticida	Carbamato	Clorhidrato de formetanato
Insecticida	Carbamato	Metomilo
Insecticida	Carbamato	Pirimicarb
Insecticida	Derivado del ácido tetrónico	Spirotetramat
Insecticida	Derivado de la hidracina	Tebufenozide
Insecticida	Derivado de la hidracina	Metoxifenocida
Insecticida	Amida	Flubendiamide
Insecticida	Azol	Fipronil
Insecticida	Guanidina	Dinotefuran
Insecticida	Imida	Imidacloprid
Insecticida	Lactona macrocíclica	Spinetoram J+L (Spinetoram)
Insecticida	Carbamato	Aminocarb
Insecticida	Microbiano	Trichogramma
Insecticida	Botánico	A-Terthienyl
Insecticida	Nereistoxina	Tiocyclam-hidrogenoxalato (sinónimo Thyocyclam)
Insecticida	Guanidina	Clotianidin
Insecticida	Organoclorado	Clordano
Insecticida	Organoclorado	DDT
Insecticida	Organoclorado	Dieldrin
Insecticida	Organoclorado	Heptacloro
Insecticida	Organoclorado	Lindano (sinónimo Gama HCH)
Insecticida	Organoclorado	Metoxicloro
Insecticida	Organoclorado	Toxafeno
Insecticida	Organoclorado	Aldrín
Insecticida	Compuesto de estaño	Oxido de fenbutatin
Insecticida	Organofosforado	Acefate
Insecticida	Organofosforado	Foxim
Insecticida	Organofosforado	Lorsban
Insecticida	Organofosforado	Malatión
Insecticida	Organofosforado	Sulprofos
Insecticida	Organofosforado	Tebupirimifos
Insecticida	Organofosforado	Temefós
Insecticida	Organofosforado	Triazofos
Insecticida	Organofosforado	Azinfos metílico (nombre comercial Gusation)
Insecticida	Organofosforado	Clorpirifos etil

Insecticida	Organofosforado	Diclorvos
Insecticida	Organofosforado	Dimetoato (nombre comercial Harvester)
Insecticida	Organofosforado	Dioxation
Insecticida	Organofosforado	Etión
Insecticida	Organofosforado	Fosfamidón
Insecticida	Organofosforado	Naled
Insecticida	Organofosforado	Paratión metílico (sinónimo Metil paratión) (nombre comercial Folidol)
Insecticida	Organofosforado	Pirimifos metil
Insecticida	Organofosforado	Profenofos
Insecticida	Organofosforado	Terbufos
Insecticida	Organofosforado	Vamidotion
Insecticida	Piretroide	Fenvalerato
Insecticida	Piretroide	Teflutrina
Insecticida	Piretroide	Esfenvalerato
Insecticida	Piretroide	Permetrina
Insecticida	Piretroide	Cyflutrin (Beta cyflutrin)
Insecticida	Piretroide	Deltametrina
Insecticida	Piretroide	Esbiotrina (sinónimo Esbioaletrina)
Insecticida	Piretroide	Fenotrina
Insecticida	Piretroide	Gamma cyalotrina
Insecticida	Piretroide	Lamda cyalotrina (marca comercial Karate)
Insecticida	Piridina	Pimetrozina
Insecticida	Spinosina	Spinosad
Insecticida	Azol	Thiametoxam
Insecticida	Triazina	Cyromazina
Insecticida	Triazina	Pymetrozine
Insecticida, nematicida	Carbamato	Carbofuran (nombre comercial Furadan, Velfuran)
Insecticida, nematicida	Carbamato	Aldicarb
Insecticida, nematicida	Organofosforado	Cadusafos
Insecticida, nematicida	Organofosforado	Isazofos
Insecticida, nematicida	Organofosforado	Etoprofos
Insecticida, rodenticida	Fosfuro	Fosfuro de aluminio
Insecticida, rodenticida	Organoclorado	Endrin
Nematicida	Microbiano	*Paecilomyces lilacinus*
Nutriente vegetal	Abono orgánico	Humus de lombriz
Nutriente vegetal	Hormona vegetal	Ácido indol-3-butírico
Nutriente vegetal	Microbiano	Alga marina *Ecklonia maxima*
Nutriente vegetal	Abono orgánico	Ácidos húmicos y fúlvicos
Nutriente vegetal	Microbiano	Micorrizas
Nutriente vegetal	Botánico	Extractos de origen vegetal y fitohormonas

Nutriente vegetal	Cetona	Trinexapac-etil
Nutriente vegetal	Abono orgánico	Sales de ácidos orgánicos policarboxílicos
Rodenticida	Cumarina	Brodifacoum
Rodenticida	Fosfuro	Fosfuro de zinc
Rodenticida	Cetona	Difacinona
Rodenticida	Cumarina	Flocoumafen

ANEXO 2

PLAGUICIDAS COMBINADOS IDENTIFICADOS EN LOS ESTUDIOS CON INFORMACIÓN SOBRE EL USO DE PLAGUICIDAS EN MÉXICO

TIPO	FAMILIA QUÍMICA	PLAGUICIDA
[Acaricida, insecticida] + [Acaricida, insecticida]	[Piretroide] + [Avermectina]	Bifentrina + Abamectina
[Acaricida, insecticida] + [Acaricida, insecticida]	[Piretroide] + [Piretroide]	Bifentrina + Zeta cipermetrina
[Acaricida, insecticida] + [Insecticida]	[Piretroide] + [Organofosforado]	Cipermetrina + Dimetoato
[Bactericida] + [Bactericida]	[Antibiótico] + [Antibiótico]	Oxitetraciclina +estreptomicina
[Fungicida, bactericida] + [Bactericida]	[Antibiótico] + [Antibiótico]	Gentamicina + oxitetraciclina
[Fungicida]	[Anilida]	Metalaxil + clorotalonil
[Fungicida]	[Ditiocarbamato]	Mancozeb + Mn + Zn
[Fungicida] + [Bactericida]	[Aromático policlorado] + [Conservador]	Clorothalonil + 1,2-benzisothiazol-3(2H)-one [Benzisothiazolinone]
[Fungicida, bactericida]	[Biológico]	extracto alcohólico de Mimosa + Quercus
[Fungicida] + [Fungicida]	[Anilinopyrimidinas] + [Fenilpirrol]	Ciprodinil + Fludioxonil
[Fungicida] + [Fungicida]	[Aromático policlorado] + [Sal inorgánica de cobre]	Clorotalonil + Cymoxanil
[Fungicida] + [Fungicida]	[Benzamida] + [Acetamida]	Zoxamide + cymoxanil
[Fungicida] + [Fungicida]	[Carbamato] + [Fosfonato]	Propamocarb + Fosetyl
[Fungicida] + [Fungicida]	[Carbamato] + [Imidazol]	Propamocarb + Fenamidona
[Fungicida] + [Fungicida]	[Clorobenceno] + [Ditiocarbamato]	Quintozeno + thiram
[Fungicida] + [Fungicida]	[Ditiocarbamato] + [Anilida]	Mancozeb + Metalaxil-M

[Fungicida] + [Fungicida]	[Estrobilurina] + [Triazol]	Azoxystrobin + cyproconazole
[Fungicida] + [Fungicida]	[Morfolina] + [Ditiocarbamato]	Dimetomorf + Mancozeb
[Fungicida] + [Fungicida]	[Sal inorgánica de cobre] + [Inorgánico]	Cymoxanil + hidroxico cuprico
[Herbicida] + [Fertilizante]	[Ácido fosforoso] + [-]	glifosato + sulfato de amonio
[Herbicida] + [Herbicida]	[Bipiridilo] + [Bipiridilo]	Paraquat + diquat
[Herbicida] + [Herbicida]	[Bipiridilo] + [Bipiridilo]	Paraquat + Diuron
[Herbicida] + [Herbicida]	[Bipiridilo] + [Derivado de la urea]	paraquat + diuron [Gramocil marca]
[Herbicida] + [Herbicida]	[Ácido fosforoso] + [Uracilos]	Glifosato + Saflufenacil
[Herbicida] + [Herbicida]	[Clorofenoxi] + [Ácido fosforoso]	2,4-D + glifosato
[Herbicida] + [Herbicida]	[Clorofenoxi] + [Ácido piridincarboxílico]	2-4, D + aminopiralid
[Herbicida] + [Herbicida]	Piridina +Piridina	Picloram + Triclopyr
[Herbicida] + [Herbicida]	[Clorofenoxi] + [Piridina]	2,4-D + picloram
[Herbicida] + [Herbicida] + [Herbicida]	[Clorofenoxi] + [Piridina] + [Ácido fosforoso]	2,4-D + picloram + Glifosato
[Herbicida] + [Herbicida]	[Fenil-carbamato] + [Fenil-carbamato]	Fenmedifam + desmedifan
[Herbicida] + [Herbicida]	[Fenoxi] + [Difenileter]	Fluazifop + Fomesafen
[Herbicida] + [Herbicida]	[Sal del ácido benzoico] + [Triazina]	Dicamba + Atrazina
[Herbicida] + [Herbicida]	[Triazina] + [Triazina]	Atrazina + Terbutrina
[Herbicida] + [Herbicida]	[Triazínico] + [Clorofenoxi]	Ametrina + 2,4-D
[Herbicida] + [Herbicida]	[Triazínico] + [Sulfonilurea, fluorado]	Trifloxisulfuron sodio + Ametrina
[Herbicida] + [Herbicida]	[Triazínico] + [Triazina]	Ametrina + Atrazina
[Herbicida] + [Herbicida]	[Triazolinonas] + [Ácido fosforoso]	Carfentrazone etil + Glifosato

[Insecticida]	Orgánico	Berverina + Ricinina
[Insecticida] + [Acaricida, insecticida]	[Organofosforado] + [Piretroide]	Clorpirifos [Clorpirifos etil] +Cipermetrina
[Insecticida] + [Acaricida, insecticida]	[carbamato] + [Organoclorado]	Pirimicarb + Endosulfán
[Insecticida] + [Insecticida]	[Piretroide] + [Piretroide]	permetrina + esbioaletrina
[Insecticida] + [Insecticida]	[Tiazol] + [Piretroide]	Tiametoxam + Lambda cyalotrina
[Insecticida] + [Insecticida]	[Imida] + [Carbamato]	Imidacloprid + Thiodicarb
[Insecticida] + [Insecticida]	[Imida] + [Piretroide]	Imidacloprid + Beta cyflutrin
[Insecticida] + [Insecticida]	[Imida] + [Piretroide]	Imidacloprid + deltametrina
[Insecticida] + [Insecticida] + [Insecticida]	[Piretroide] + [Piretroide] + [Piretroide]	tetrametrina + aletrina + fenotrina
[Molusquicida] + [Insecticida] + [Insecticida]	[Aldehído] + [Carbamato] + [Carbamato]	Metaldehido + metomilo + methiocarb
[Regulador del crecimiento] + [Regulador del crecimiento] + [Fungicida]	Microbiano	*Bacillus. cereus* var. mycoides + *Bacillus megaterium* + *Bacillus subtilis*

ANEXO 3

CANTIDAD DE PLAGUICIDAS APLICADOS POR AÑO/PERIODO, DE ACUERDO CON LOS ESTUDIOS QUE REPORTARON DICHA INFORMACIÓN (Kg/i.a.)

PLAGUICIDA	CANTIDAD APLICADA POR AÑO/PERIODO						
	2007-2008	2009	2010	2011	2012	2013	Total
Carboxin				0.4			0.4
Kasugamicina				0.6			0.6
Diflubenzuron				0.25	0.5		0.75
Halosulfuron metil				0.75			0.75
Topramezone				1.01			1.01
Azinfos metílico				1.4			1.4
Triflumizole				1.5			1.5
Ometoato			2				2
Flocoumafen		1	1	0.06	0.01		2.07
Sulfentrazone						3.84	3.84
Tebufenocida				5.91	0.48		6.39
Benzoato de emamectina				0.81	0.56	5.53	6.9
Acibenzolar-S-metil				7			7
Novaluron						9	9
Zineb				9.6			9.6
Oxifluorfen				10.56			10.56
Propiconazol				14.13			14.13
Betaciflutrin				15.38			15.38
Procloraz				21.33			21.33
Spirotetramat				13.8	7.95		21.75
Oxadiazon		25					25
Lambdacialotrina				27.58	2.41		29.99

Fluazifop+Fomesafen						32	32
Spinetoram				29.75	3.43	5.4	38.58
Piriproxifen				36.05	6.16		42.21
Quinoxifen				48.5	0.25		48.75
Pirimifos metil			51				51
Gamma Cyhalotrina		25	18	7.96	0.18		51.14
Fenhexamid				53.7			53.7
Dicofol				55.32			55.32
Difenoconazole				54.98	6.25		61.23
Trifloxiestrobin				47.27	21.29		68.56
Pimetrozina				76.5			76.5
Propiconazole						83.9	83.9
Carbosulfan		72	12				84
Metoxifenocida				73	11.62		84.62
Sulfato de gentamicina				79.82	8.29		88.11
Ziram		52	49				101
Beta-ciflutrin		47	56				103
Pendimetalin				115.29			115.29
Metribuzin		80		35.52			115.52
Flonicamid				117.84	2.32		120.16
Spiromesifen				93.84	28.56		122.4
Esfenvalerato		81	46				127
Clothianidin				80.1	52.6		132.7
Fosetil aluminio				150.4			150.4
Clorantraniliprol				151.3	2.8		154.1
Cadusafos				156			156
Cimoxanil				163.83	9.11		172.94
Spinosad				139.61	34.64		174.25
Piraclostrobin				127.23	48.8		176.03
Nicosulfurón	180						180
Iprodiona		111	78				189

TCMTB				186.26	20.46		206.72
Deltametrina		95	89	17.15	8.8		209.95
Indoxacarb		124	94	32.91	0.9		251.81
Spinosad		100	157				257
Dimetomorf				231.37	27.7		259.07
Pirimetanil				258.12	12		270.12
Ciazofamida				265.6	8.08		273.68
Fenpropatrin		218	89	14.63			321.63
Fipronil		212	135		2.6		349.6
Fluazifop-p-butil				37.25		318.75	356
Propamocarb				376.88			376.88
Abamectina	290	10	18	53.29	8.58		379.87
Clorfenapir		104	200	71.95	20.87		396.82
Profenofos		359	98				457
Acetamiprid				398.67	77.09		475.76
Alfa-cipermetrina		313	167				480
Difenoconazol	490						490
Miclobutanil				292.84	235.88		528.72
Monocrotofos		95	326	140.4			561.4
Buprofezin				435.42	131.1		566.52
Azoxistrobin	280			169.82	47.4	75.99	573.21
Carbendazim	80	431.2		116.94	0.1		628.24
Boscalid				591.79	96.07		687.86
Metalaxil				712.76	12.96		725.72
Diclorvos		22		718.83	104.86		845.69
Sulfato de estreptomicina				891.43	4.95		896.38
Trifluralina		578	323				901
Permetrina				1023.45	131.65		1155.1
Diquat				1053.3	119.3		1172.6
Tiametoxam		99	440	597.55	74.71		1211.26
Imazethapyr	1060	81	95			16	1252

Bifentrina		606	504	172.74	29.87		1312.61
Tiram				560.4	768		1328.4
Metiram		758	585				1343
Lambda cihalotrina	220	703	562				1485
Thiodicarb		601	898				1499
Pymetrozine	240	447	818				1505
Folpet				1357.69	483		1840.69
Diazinon		662	242	871.02	108.8		1883.82
Oxitetraciclina	1520			341.79	28.58		1890.37
Carbarilo		54	313	1601.95	112.8		2081.75
Tiofanato metílico		800	1132	149.8			2081.8
Kresoxim-metil		572	1530				2102
Ciromazina	2120			59.33	1.5		2180.83
Fluroxipir metílico	2240						2240
Fosmet		685	1605				2290
Acefate		1052	1158	270.62	171.43		2652.05
Naled				2369.97	340.56		2710.53
Picloram	4840	171	94				5105
Diurón	5460						5460
Permetrina		3733	2113				5846
Fomesafen	6850					212.5	7062.5
Endosulfan		2285	2880	1891.74	63.86		7120.6
Oxamyl		532	1214	5092.29	693.22		7531.51
Cipermetrina		3232	4716	291.63	34.24	1391.5	9665.37
Imidacloprid		7900	1593	374.13	7.4	0.4824	9875.0124
Atrazina	12650						12650
Azufre elemental	12740						12740
Hidróxido cúprico				10889.9	1940.05		12830.04
Atrazina y Ametrina	14170						14170
Epoxiconazole		8872	5686				14558
Fluazifop butílico	14610						14610

Carbofuran	17210	1971.3	1703	294.42	198.75		21377.47
Captan	18510			3121.42	78		21709.42
Zeta cipermetrina	22460.						22460.2
Cyalotrina	22980						22980
Metomilo		9260.56	10650	2834.7	463.5		23208.84
Metamidofos	3930	18169.5	7738	1640.1	81.9	88.425	31647.925
Benomilo	26980	1753	3849				32582
Clorotalonil	35150						35150
Paratión metílico	7320	12219	14839	1046.9			35424.9
Malatión	16910	2541	2592	13666.5	2351.7		38061.2
Dimetoato		28434.	18066	455.2			46955.74
Paraquat	41680			3121.42	6665.38		51466.8
Mancozeb	4380	28913.5	25936	14911.53	3070.6		77211.75
Clorotalonil	35150	19228	21828	13821.01	2600.14		92627.15
Metam-sodio				91784.7	13943.8		105728.5
Glifosato	58120	38848	20815	1600.29	117.28	2590	122090.57
Oxicloruro de cobre	137200						137200
Clorpirifos etil	178580	10889	10332	1634.08	346.36		201781.44
2,4 D	273096.					143.28	273239.48
Dicamba	278390			131.04			278521.04
Total	125808	209227.	168535	187072.	36095.	4976.5	1863993.6

*2007-2008: Distrito de Riego 063 (DR 063) de Guasave, Sinaloa; 2009: Villa Guerrero, Estado de México y Valle Yaqui; 2010: Distrito de Desarrollo Rural (DDR) 148 Cajeme (Valle Yaqui); 2011 y 2012: Valle Culiacán (Salvador Alvarado, Angostura, Mocorito, Badiraguato, Navolato, Culiacán, Elota y Cosalá); 2013: Península de Yucatán.

MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

INECC
INSTITUTO NACIONAL
DE ECOLOGÍA Y
CAMBIO CLIMÁTICO