

Compilación y clasificación
de información inédita sobre
sustancias tóxicas persistentes y
bioacumulables en México
(informe sobre literatura gris)

El presente documento fue elaborado por Sylvie Boucher deGrosbois para el Secretariado de la Comisión para la Cooperación Ambiental. La información contenida es responsabilidad de la autora y no necesariamente refleja las opiniones de la CCA o de los gobiernos de Canadá, Estados Unidos o México.

Se permite la reproducción total o parcial de este documento, en cualquier forma o medio, con propósitos educativos y sin fines de lucro, sin que sea necesario obtener autorización expresa por parte del Secretariado de la CCA, siempre y cuando se cite debidamente la fuente. La CCA apreciará que se le envíe una copia de toda publicación o material que utilice este trabajo como fuente.

A menos que se indique lo contrario, el presente documento está protegido mediante licencia de tipo "Reconocimiento - Sin obra derivada - No comercial", de Creative Commons.



Comisión para la Cooperación Ambiental, 2009

Particularidades de la publicación

Tipo: documento de antecedentes

Fecha: mayo de 2009

Idioma original: inglés

Procedimientos de revisión y aseguramiento de calidad:

Revisión de las Partes: 18 de diciembre de 2008 – 28 de enero de 2009

QA08.39

Available in English

Disponible en français

Si desea mayor información sobre ésta u otras publicaciones de la CCA, diríjase a:

Comisión para la Cooperación Ambiental

393 rue St-Jacques ouest, Bureau 200

Montreal (Quebec), Canadá H2Y 1N9

t 514.350.4300 f 514.350.4372

info@cec.org / www.cec.org



Índice

Objetivo	4
Antecedentes	4
Estudios previos sobre literatura gris.....	6
Estudio actual sobre literatura gris	10
Objetivos específicos.....	10
Estrategia	11
Limitaciones del informe.....	11
Resultados	12
Yucatán, Quintana Roo, Campeche y Chiapas	12
Instituciones visitadas.....	12
Información disponible.....	13
Cuadros resumidos de rangos de exposición en diversos medios en Yucatán.....	14
Cuadros resumidos de rangos de exposición en diversos medios en Campeche	17
Cuadros resumidos de rangos de exposición en diversos medios en Chiapas	19
Cuadros resumidos de rangos de exposición en medios en Quintana Roo	19
Aguascalientes, Querétaro, San Luis Potosí, Guanajuato.....	21
Instituciones visitadas.....	21
Información disponible.....	21
Cuadros resumidos de rangos de exposición en diversos medios en Aguascalientes.....	22
Cuadros resumidos de rangos de exposición en diversos medios en San Luis Potosí.....	23
Cuadros resumidos de rangos de exposición en diversos medios en Guanajuato.....	24
Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima.....	25
Instituciones visitadas.....	25
Información disponible.....	25
Cuadros resumidos de rangos de exposición en diversos medios en Sinaloa	27
Cuadros resumidos de rangos de exposición en diversos medios en Nayarit	31
Cuadros resumidos de rangos de exposición en diversos medios en Jalisco	33
Cuadros resumidos de rangos de exposición en diversos medios en Colima	33
Baja California y Sonora	34
Instituciones visitadas.....	34
Información disponible.....	34
Cuadros resumidos de rangos de exposición en diversos medios en Baja California.....	35
Baja California Sur	36
Instituciones visitadas.....	36
Información disponible.....	36
Cuadros resumidos de rangos de exposición en diversos medios en Baja California Sur	37
Conclusiones	38
Anexo 1. Cuadros detallados con información acerca del número de estudios de caso para cada medio	39
Anexo 2. Matriz estándar	48
Anexo 3. Matrices regionales detalladas	49
Anexo 4. Listado de universidades mexicanas	50
Instituciones públicas	50
Instituciones privadas	51

Objetivo

El presente estudio documental, complementario respecto a estudios previos sobre “literatura gris”,^{1,2} tiene como objetivo principal tener acceso a, recopilar y evaluar información potencialmente valiosa sobre sustancias tóxicas persistentes y bioacumulables (STPB) de instituciones académicas de todo México. Es posible que se trate de información archivada o que no se haya publicado en revistas científicas reconocidas o en Internet, pero que quizá podría considerarse una fuente útil para expertos científicos, académicos y administrativos.

Este proyecto se emprendió con miras a apoyar el Programa Nacional de Monitoreo y Evaluación Ambiental de México (Proname) y la creación de su Plan Nacional de Instrumentación en apego al Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes. El ejercicio incluye la identificación de áreas geográficas particulares, así como de instituciones académicas que participan en la evaluación de sustancias contaminantes de preocupación y su análisis de las mediciones de STPB en la biota.

La recolección de la información para este proyecto se llevó a cabo en los estados de Yucatán, Quintana Roo, Campeche, Chiapas, Aguascalientes, Querétaro, San Luis Potosí, Guanajuato, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Baja California, Sonora y Baja California Sur, y estuvo a cargo de estudiantes universitarios supervisados por expertos académicos de universidades en los estados o las regiones de interés que la Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte contrató individualmente, por medio de la iniciativa Manejo Adecuado de Sustancias Químicas (MASQ).

Para fines del presente informe, “literatura gris” se refiere a la información sobre STPB en México obtenida científicamente y encontrada en tesis, disertaciones e informes académicos,³ que no se ha publicado en literatura científica y no se puede consultar en páginas de Internet, ni mediante otros métodos de investigación comunes.

Antecedentes

México ha manifestado un enorme interés por promover su capacidad de monitoreo y evaluación ambientales. Entre las maneras de abordar este asunto están los auspicios del proyecto Monitoreo y Evaluación Ambientales del programa Manejo Adecuado de las Sustancias Químicas de la CCA. Para México, un programa sustentable que brinde información integral y a largo plazo sobre monitoreo y evaluación ambientales permitiría a los responsables de la toma de decisiones:

- Entender si los contaminantes pudieran estar afectando el medio ambiente y la salud de los mexicanos y de qué manera, y formular iniciativas de políticas adecuadas para la reducción de riesgos.
- Determinar las tendencias a largo plazo de la exposición humana y del medio ambiente a contaminantes, y comprender la eficacia de las políticas puestas en marcha.
- Definir el grado en el que cada país cumple sus compromisos con los convenios internacionales que haya ratificado, entre otros: el Convenio de Estocolmo sobre

¹ A. M. Hansen, M. van Afferden, M. Villada Canela y L. F. Sánchez Castañeda, *Scoping study for the evaluation of the national program of monitoring and environmental assessment in Mexico*, 2006.

² F. A. González Farías y J. Castro Díaz, *Recopilación de información sobre sustancias tóxicas prioritarias en México*, 2007.

³ A lo largo del presente informe, el término “obra” se referirá a tesis, disertaciones e informes académicos, según lo descrito en la definición de literatura gris proporcionada.

Contaminantes Orgánicos Persistentes, el Convenio de Basilea, el Convenio de Róterdam y la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible (CMDS) de Johannesburgo.

- Analizar las posibles implicaciones comerciales y económicas de las estrategias orientadas a la reducción de STPB.

La exitosa adopción de una infraestructura sustentable para el monitoreo y evaluación del medio ambiente aportaría información valiosa a la toma de decisiones adecuadas en materia ambiental, lo que respaldaría a México en el cumplimiento de sus obligaciones a escala nacional, regional e internacional. El gobierno de México encabeza el desarrollo de una iniciativa de monitoreo y evaluación de largo plazo y sustentable por medio del Programa Nacional de Monitoreo y Evaluación Ambiental (Proname), con el apoyo del Secretariado de la CCA y la asesoría del Grupo de Trabajo sobre Manejo Adecuado de las Sustancias Químicas, conformado por expertos de los países integrantes del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN).

En la actualidad, México tiene capacidad para monitorear un número limitado de sustancias químicas tóxicas en distintos medios y no se advierten programas de monitoreo de STPB rutinarios o continuos; o bien se trata de iniciativas esporádicas y, en el mejor de los casos, específicas de sustancias químicas. Por ende, no existen inventarios formales ni evaluaciones exhaustivas sobre los niveles y riesgos de exposición a estas sustancias tóxicas.

En algunas de las principales zonas metropolitanas de México sí se cuenta con redes automatizadas para el monitoreo atmosférico que brindan información respecto de diversos contaminantes atmosféricos (CO, SO₂, NO_x, O₃ y PM₁₀). El Instituto Nacional de Ecología (INE) recoge estos datos y luego los pone a disposición en forma de publicaciones bianuales. Actualmente el INE brinda acceso a la ciudadanía, por medio de su Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire, a datos en bruto sobre la calidad del aire para 22 localidades con sistemas de monitoreo de la calidad del aire en tiempo real y datos de dos redes de partículas sólidas —localizadas en Torreón y la región Tula-Tepeji—, aunque ninguno de estos programas de monitoreo integra mediciones de STPB de rutina por lo que no se incluyen en este informe.

Se han establecido programas ininterrumpidos ajenos a las STPB, como el programa de monitoreo instrumentado por la Comisión Nacional del Agua (Conagua) desde la década de los setenta, que permite monitorear rutinariamente la calidad de las aguas superficiales y subterráneas de las cuencas hídricas en México. La Conagua puso en marcha la Red Nacional de Monitoreo (RNM), cuyo objetivo primordial consiste en medir parámetros físicos, químicos y bacteriológicos, definir la normatividad y contribuir a la creación de sistemas de tratamiento de descargas de aguas residuales y fuentes de suministro de agua.

En su calidad de miembro del TLCAN y el Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte (ACAAN), y en cumplimiento de sus compromisos internacionales, es importante que México tenga la capacidad de responder a las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es la concentración de STPB en diferentes matrices (ecosistemas de agua dulce y marinos, sedimentos y suelos, atmósfera, biota y tejido humano, entre otras)?
- ¿Cuál es su distribución geográfica?
- ¿Dónde y cómo se acumulan?
- ¿Cuál es su persistencia en diferentes matrices?
- ¿Estas matrices son exclusivas de México o son comunes a la región de América del Norte?
- ¿Se han registrado efectos agudos o crónicos en la biota y los seres humanos?

- ¿Cuáles son los riesgos de exposición para el medio ambiente y la salud humana?
- ¿Hay subpoblaciones de mexicanos gravemente afectadas?
- ¿Hay alguna posibilidad de que las STPB provenientes de México afecten a sus vecinos?
- ¿Existen pruebas de que las STPB de los países vecinos estén afectando intereses mexicanos?
- ¿Caben opciones de recuperación que pudieran presentarse al gobierno?

Por medio de algunas investigaciones financiadas por diferentes instituciones⁴ del gobierno de México, universidades y centros de investigación y desarrollo tecnológico, se concluyó que se han llevado a cabo actividades para medir y evaluar algunas STPB limitadas en matrices ambientales, aunque, luego de un análisis más detenido, esta información no está sistematizada y no se considera susceptible de utilizarse en un formato integral. La calidad de los datos, desde una perspectiva de investigación científica sólida y la elaboración de informes de resultados, constituye un factor de consideración importante.

Este proyecto incluye la sistematización de datos de la “literatura gris”, aunque no son fácilmente accesibles, con el fin de proporcionar una importante fuente de información preliminar para México, lo cual impulsaría sus capacidades de monitoreo y evaluación ambientales y complementaría la información necesaria para dar cabal cumplimiento a su Plan Nacional de Instrumentación en apego al Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes.

Estudios previos sobre literatura gris

Estudios anteriores sobre literatura gris buscaban proporcionar información para la preparación, en México, de programas nacionales de monitoreo y evaluación de sustancias tóxicas persistentes y bioacumulables (STPB), y obtener datos más específicos sobre monitoreo ambiental relacionado con estas sustancias. Estos estudios, que se utilizaron como base para la realización de este estudio documental, tenían como objetivos específicos los siguientes:

- Elaborar una lista de STPB de preocupación prioritaria para México, incluidos los Contaminantes Orgánicos Persistentes del Convenio de Estocolmo.
- Sintetizar la información disponible de estudios y actividades de monitoreo de STPB en México.
- Elaborar un inventario de estudios en curso en materia de STPB.
- Determinar las necesidades y actividades de monitoreo y evaluación de STPB y establecer prioridades en la materia.⁵
- Evaluar y sintetizar de manera detallada la información sobre la naturaleza de las actividades de monitoreo y los resultados de los estudios mencionados en el análisis sobre la literatura gris, a saber:⁶
 - localización de ejercicios de monitoreo
 - sustancias químicas monitoreadas
 - resultados: promedio, mínimo, máximo, mediana, rangos, tendencias espaciales y temporales
 - periodo de monitoreo

⁴ Pemex, Comisión Nacional del Agua (Conagua), gobiernos estatales, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), empresas privadas y algunos organismos internacionales, incluidos la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA) y el Banco Mundial, entre otros.

⁵ A. M. Hansen, *op. cit.*

⁶ F. A. González Farías y J. Castro Díaz, *op. cit.*

- análisis de la validez del estudio y sus resultados

González Farías y Díaz brindaron un panorama general de los trabajos científicos —tanto publicados como inéditos— preparados por instituciones mexicanas ubicadas en la Ciudad de México (es decir, universidades, así como laboratorios de investigación e institutos gubernamentales), y sintetizaron los datos en cuadros con indicaciones de los niveles detectados para cada sustancia tóxica seleccionada.

Las sustancias tóxicas persistentes seleccionadas incluyen DDT, clordano, lindano, hexaclorobenceno (HCB), bifenilos policlorados (BPC), furanos, dioxinas, plomo y mercurio. Se usaron las siguientes palabras clave —tanto en inglés como en español— para la revisión bibliográfica: DDT, *dichlorodiphenyltrichloroethane*, diclorodifeniltricloroetano; *chlordane*, clordano; *lindane*, lindano; *hexachlorobenzene*, hexaclorobenceno, HCB; *polychlorinated biphenyls*, bifenilos policlorados, *PCBs*, BPC; *furans*, furanos; *dioxins*, dioxinas; *lead*, plomo, Pb; *mercury*, mercurio, Hg; *pollution*, contaminación; *Mexico*, México; *Mexico City*, Ciudad de México y Zona Metropolitana.

Las bibliotecas y bancos de datos consultados por González Farías y Díaz fueron los siguientes:

- SCIRUS (<http://www.scirus.com>). Acceso a más de 200 millones de sitios en Internet con datos científicos.
- CSA (<http://http://www.csa.com>). Acceso a más de cien bases de datos editadas por Cambridge Scientific Abstracts.
- Dirección General de Bibliotecas, UNAM (<http://www.dgbiblio.unam.mx/bases.html>). Acceso a más de 150 bases de datos, con más de 50 millones de referencias.
- TESIUNAM (<http://www.dgbiblio.unam.mx/servicios/dgb/publicdgb/bole/fulltext/volVII3/tesiunam.html>). Banco de datos específico sobre tesis de la Universidad Nacional Autónoma de México y universidades incorporadas en México; cuenta con más de 320,000 referencias de tesis de licenciatura, maestría y doctorado.
- TESI@UNAM (<http://www.dgbiblio.unam.mx/tesiunam.html>). Banco de datos específico sobre tesis de la Universidad Nacional Autónoma de México y universidades incorporadas en México para el periodo 1998-2001; cuenta con más 40,000 referencias de tesis de licenciatura, maestría y doctorado.
- Biblioteca CICESE (<http://biblioteca.cicese.mx>). Las referencias se enfocan principalmente en investigaciones oceánicas y costeras.
- Biblioteca Cibnor (<http://www.cibnor.mx/servicios/biblioteca/ebiblio.php>). Referencias principalmente sobre investigaciones oceánicas y costeras.
- Biblioteca Cicimar (www.cicimar.ipn.mx). Referencias principalmente acerca de investigaciones oceánicas y costeras.
- Instituto Nacional de Ecología (<http://www.ine.gob.mx>). Referencias principalmente sobre la gestión de la biodiversidad y ecosistemas.
- Scholar Google (<http://scholar.google.com>). Referencias primordialmente de aspectos generales en materia ambiental.
- Gobierno del Distrito Federal, Secretaría de Medio Ambiente (<http://www.sma.df.gob.mx>). Referencias relativas a, principalmente, la contaminación del suelo, el agua y la atmósfera de la Ciudad de México y la zona metropolitana.
- Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental (<http://www.ine.gob.mx/cenica/>). Referencias que abordan básicamente el tema de la contaminación del suelo, el agua y la atmósfera en México.

- Biblioteca Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (<http://www.imta.mx/>). Referencias principalmente sobre el manejo de recursos hídricos, agricultura, contaminación del agua y modelado.
- Biblioteca de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco (<http://biblioteca.xoc.uam.mx/>). Referencias que versan sobre ecología, toxicología y contaminación en todo el país.
- Biblioteca de la Universidad Autónoma de Morelos (<http://antar.biblioteca.uaem.mx:8080/>). Referencias sobre ecología, toxicología y contaminación en el estado de Morelos.

El primer trabajo elaborado por Hansen y sus colaboradores dio como resultado una recopilación de varios estudios de caso en México. Hansen *et al.* identificaron información relacionada con el tipo de STPB y los medios examinados a través de búsquedas en Internet de universidades, institutos de investigación y asociaciones académicas que realizan estudios de caso sobre estas sustancias, pero no incluyeron datos sobre los niveles de contaminantes.

Cuadro 1: Información disponible sobre estudios y actividades de monitoreo de STPB en México en 2006

Medios	Número de estudios de caso	Principales STPB	Principales instituciones
Atmósfera	81	Metales, HAP	Universidad Nacional Autónoma de México Instituto Nacional de Salud Pública Centro de Investigación y de Estudios Avanzados Instituto Mexicano de Tecnología del Agua Universidad Autónoma Metropolitana
Agua dulce superficial	141	Metales, plaguicidas	Instituto Mexicano de Tecnología del Agua Universidad Nacional Autónoma de México Universidad Autónoma de Sinaloa Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, AC Universidad Autónoma de Baja California
Agua potable, agua subterránea	33	Plaguicidas, metales	Instituto Mexicano de Tecnología del Agua Universidad Nacional Autónoma de México Universidad Autónoma de Nuevo León Instituto Politécnico Nacional Universidad Autónoma de Aguascalientes
Sedimentos	93	Metales, plaguicidas	Instituto Mexicano de Tecnología del Agua Universidad Nacional Autónoma de México Universidad Autónoma Metropolitana Instituto Politécnico Nacional Universidad Autónoma de Baja California

Medios	Número de estudios de caso	Principales STPB	Principales instituciones
Residuos y suelos	138	Metales, plaguicidas, HAP, dioxinas y furanos	Universidad Nacional Autónoma de México Instituto Mexicano de Tecnología del Agua Colegio de Postgraduados Universidad Autónoma de Nuevo León Universidad Autónoma de Zacatecas
Biota, peces y otro tipo de vida silvestre	257	Metales, plaguicidas, HAP, BPC	Universidad Nacional Autónoma de México Centro de Investigación y de Estudios Avanzados Instituto Politécnico Nacional Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, AC Universidad Autónoma de Sinaloa
Alimentos	58	Metales, plaguicidas, BPC, dioxinas y furanos	Universidad Nacional Autónoma de México
Salud humana	255	Metales, plaguicidas	Universidad Nacional Autónoma de México Instituto Nacional de Salud Pública Centro de Investigación y de Estudios Avanzados Universidad Autónoma de Yucatán Universidad Autónoma de San Luis Potosí
Medios no especificados	43		
Total	1,099		

En el **anexo 1** pueden consultarse cuadros detallados con información sobre el número de estudios de caso para cada medio.

En su trabajo enfocado en la Ciudad de México, González Farías y Díaz aportaron más información sobre los niveles de exposición, así como valores mínimos y máximos para cada sustancia química registrada. Señalaron que la mayor parte de la investigación realizada en México fue en torno a metales (Pb y Hg) y plaguicidas (organoclorados, principalmente DDT).

El plomo constituye un asunto de salud pública debido principalmente al antiguo uso de gasolina con plomo y a la utilización de objetos de barro vidriado con plomo para cocinar y almacenar alimentos. El mercurio fue objeto de un intenso estudio, dadas las actividades históricas y en curso de recuperación de escoria en Zacatecas. Se realizaron numerosos estudios sobre la presencia de estos metales en suelos agrícolas, agua de pozo, aguas residuales y cosechas del Valle del Mezquital, Hidalgo, en que, durante más de un siglo, se han utilizado enormes cantidades de aguas residuales sin tratar de la Ciudad de México para el riego de cultivos.

Los plaguicidas se sometieron a estudio desde un punto de vista de salud pública y medio ambiente. Se monitoreó la presencia de plaguicidas organoclorados —principalmente DDT— en leche materna y tejido adiposo y se midió la concentración de DDT en medios acuosos, suelos, sedimentos y organismos de diversos ecosistemas.

Los bifenilos policlorados no se estudiaron de manera tan extensa y sólo se encontraron algunos estudios enfocados principalmente en la sangre humana, la atmósfera, el agua y organismos marinos. En cuanto a dioxinas y furanos, sólo se encontraron unas cuantas referencias. Las referencias relativas a dioxinas se centran principalmente en emisiones estimadas de diferentes posibles fuentes; las de furanos, en citotoxicidad.

Las dos fuentes citadas de Hansen *et al.* y González Farías y Díaz permitieron la ulterior elaboración del presente estudio documental en que se evalúa y clasifica información científica inédita de fuentes atípicas en regiones particulares de México.

Estudio actual sobre literatura gris

El trabajo consistió en:

- Recopilar información disponible sobre estudios y actividades de monitoreo de STPB fuera de la Ciudad de México, encontrada en la literatura gris. Se buscó la información en bibliotecas de universidades e institutos en diversos estados de México, como se señaló antes.
- Compilar un inventario de los informes existentes y resúmenes de datos e identificación de STPB.
- Sistematizar la información en torno a las STPB.

En particular, se solicitó a los contratistas extraer información detallada acerca de datos de monitoreo seleccionados disponibles en la literatura gris, así como información no contenida en revistas profesionales revisadas por equipos de especialistas.

Objetivos específicos

Los contratistas debían sintetizar, en forma por demás concisa y utilizando para ello la matriz estándar descrita en el **anexo 2**, la información sobre el carácter y los resultados de los estudios de monitoreo a que se hace referencia en la literatura gris investigada, e incluir en la medida de lo posible:

- lugar y alcance geográfico de los programas de monitoreo descritos;
- sustancias químicas monitoreadas (con la atención centrada en los doce COP de acuerdo con el Convenio de Estocolmo);⁷
- metales tóxicos;⁸
- medios y matrices muestreados;
- resultados y, donde corresponda, valores promedio, mínimo, máximo, mediana, rango, promedio de muestras detectadas y tendencias espaciales o temporales;
- número de muestras;
- número de muestras por encima de los límites de detección;

⁷ Aldrín, clordano, DDT, dieldrín, dioxinas, endrín, furanos, heptacloro, hexaclorobenceno (HCB), mirex, bifenilos policlorados (BPC), toxafeno y lindano.

⁸ Cadmio, plomo y mercurio.

- periodo de monitoreo;
- evaluación para el aseguramiento y control de la calidad⁹ de la validez del estudio y las conclusiones, determinada en función de la cuantificación de las repeticiones de análisis, validaciones de muestras a ciegas y protocolos de laboratorio y datos analíticos aceptados análogamente que garantizan la calidad y validez de la información, y
- referencias.

Estrategia

Para realizar el estudio, se eligieron académicos expertos con una estrecha relación profesional y geográfica con el muestreo y los datos previstos para cada región específica. En todos los casos, la familiaridad de los estudiantes de licenciatura y sus supervisores con la región y las instalaciones en donde se guarda la información resultó ser sumamente conveniente. El beneficio económico para los estudiantes y el considerable ahorro monetario para la CCA fueron también consideraciones valiosas aplicadas en la decisión de recurrir a un talentoso y entusiasta grupo de futuros profesionales distribuidos en diversas localidades de México.

Se organizaron diversas conferencias telefónicas a fin de optimizar el ámbito del trabajo y recoger comentarios para la integración de la matriz. Los estados de Yucatán, Quintana Roo, Campeche y Chiapas estuvieron a cargo de Virginia Yolanda García Ríos, con la supervisión de Gerardo Gold Bouchot (catedrático del Cinvestav, Unidad Mérida); Aguascalientes, Querétaro, San Luis Potosí y Guanajuato estuvieron cubiertos por Gabriela Domínguez Cortinas, con la supervisión de Fernando Díaz Barriga Martínez (jefe del Departamento de Toxicología Ambiental de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí). La información correspondiente a Sinaloa, Nayarit, Jalisco y Colima fue proporcionada por Ricardo Meraz Sánchez, supervisado por Miguel Betancourt Lozano (investigador del Laboratorio de Ecotoxicología del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Unidad Mazatlán). La recopilación de datos de Baja California estuvo a cargo de Maricarmen Yolanda Necochea Zamora y de José Luis Sánchez Osorio para Baja California Sur, con la supervisión de José Vinicio Macías Zamora (investigador del Instituto de Investigaciones Oceanológicas de la Universidad Autónoma de Baja California).

Limitaciones del informe

El presente informe no busca analizar de manera exhaustiva todos los datos sobre STPB incluidos en este estudio documental. Se enfrentaron dificultades para tener acceso a la información, tanto en las bibliotecas de las universidades como en las instituciones gubernamentales visitadas. Las bibliotecas universitarias no necesariamente cuentan con herramientas de búsqueda computarizadas y algunas instituciones de gobierno se rehusaron a brindar información sin la previa autorización de los directivos u oficinas generales correspondientes. Por esta razón, una de las mayores limitaciones del informe es que los datos recogidos podrían no representar el total de la información disponible.

La inclusión de los estudios en la matriz responde básicamente a un criterio por sustancias químicas: se incorporaron en ella todas las obras identificadas con datos de monitoreo de aldrín,

⁹ *Aseguramiento de la calidad*: conjunto de acciones coordinadas, tales como planes, especificaciones y políticas empleados para garantizar que un programa de medición sea cuantificable y arroje datos de calidad reconocida.

Control de calidad: uso rutinario de procedimientos hechos para alcanzar y mantener un nivel de calidad específico para un sistema de medición.

clordano, DDT, dieldrín, dioxinas, endrín, furanos, heptacloro, hexaclorobenceno (HCB), mirex, bifenilos policlorados (BPC), toxafeno, lindano (HCH), cadmio, plomo o mercurio. Por ende, a pesar de estar incluidos en la matriz, no necesariamente todos los estudios aportan datos respecto a todos y cada uno de los criterios descritos en el apartado “Objetivos específicos”.

Cabe señalar que la matriz estándar se adaptó para representar la disponibilidad de información a escala regional y, por ello, se crearon cinco matrices regionales.

Resultados

Se visitaron diversas instituciones y se realizó una investigación bibliográfica en cada una de éstas. Se encontraron informes de estudios —a incluirse en la matriz estándar— en la mayoría de las bibliotecas institucionales visitadas. En total se utilizaron 146 obras para compilar cinco matrices regionales; de ese total, 107 (73 por ciento) incluyen datos acerca de metales y 39 (27 por ciento) sobre COP. Las siguientes listas muestran las instituciones visitadas para cada distrito de muestreo (que pudiera abarcar varias entidades federativas). Los cuadros resumidos indican el número de obras o documentos, por región e instituciones, en donde se encontró y extrajo información relativa a contaminantes orgánicos persistentes o metales. Se compiló un inventario de los estudios consultados y los resultados sintéticos existentes en materia de calificación y cuantificación de STPB. La información detallada obtenida, que incluye la identificación de las sustancias químicas, los medios muestreados, el lugar y el año de recolección de muestras, el número de muestras y el nivel promedio —o la mediana— de sustancias químicas, se tabuló en la matriz regional y también se incluyó en el presente informe para cada distrito de muestreo.

Yucatán, Quintana Roo, Campeche y Chiapas

Instituciones visitadas

En estos estados se visitaron las siguientes instituciones:

- Universidad Autónoma de Campeche, Facultad de Ciencias Químico-Biológicas
- Instituto Tecnológico de Campeche
- Consejo Quintanarroense de Ciencia y Tecnología
- El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur), Unidad Campeche
- Centro Epomex
- Universidad Autónoma del Carmen
- Pemex
- El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur), Unidad Chetumal
- Universidad Autónoma de Quintana Roo
- Consejo Nacional del Agua, Chetumal
- Instituto Tecnológico de Chetumal
- Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN (Cinvestav), Unidad Mérida
- Instituto Tecnológico de Mérida
- Universidad Autónoma de Yucatán, Facultad de Química
- Universidad Autónoma de Yucatán, Facultad de Ingeniería Química
- Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Yucatán
- El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur), Unidad Tapachula
- Universidad Autónoma de Chiapas, Escuela de Ciencias Químicas

Información disponible

En diez de las 18 instituciones visitadas se encontraron obras que incluían resultados en materia de COP o metales. El siguiente cuadro presenta el número de obras encontradas en cada institución.

Cuadro 2: Información en materia de STPB disponible en Yucatán, Quintana Roo, Campeche y Chiapas

Institución	Número de obras	
	COP	Metales
Cinvestav, Unidad Mérida	4	4
Instituto Tecnológico de Mérida		4
Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Autónoma de Yucatán	1	
Facultad de Química de la Universidad Autónoma de Yucatán	2	6
Universidad de Quintana Roo		3
Instituto Tecnológico de Chetumal	1	
Consejo Quintanarroense de Ciencia y Tecnología	1	1
Universidad Autónoma de Campeche	2	1
Universidad Autónoma del Carmen		2
El Colegio de la Frontera Sur	2	1
Total	13	22

La matriz regional para Yucatán, Quintana Roo, Campeche y Chiapas incluye 35 obras de donde se extrajo información. Los informes encontrados en Yucatán representan más de 50 por ciento del total (21 de 35). La mayoría de los 35 informes (23 de 35) se produjeron entre los años 2000 y 2007, y aparece con mayor frecuencia información sobre metales en comparación con los COP.

Algunas de las sustancias monitoreadas incluyen:

En Yucatán

COP: HCH (α -HCH, β -HCH, γ -HCH, δ -HCH), drines¹⁰ (aldrín, dieldrín y endrín), DDT (o'p'-DDT, p'p'-DDT, o'p'-DDE, p'p'-DDE, o'p'-DDD, p'p'-DDD), clordanos (α -clordano, β -clordano, heptacloro, epóxido de heptacloro, cis-nonacloro, trans-nonacloro), plaguicidas totales (HCH, drines, DDT, clordanos, triclorobencenos (TCB), pentaclorobenceno, HCB, endosulfán II y mirex), bifenilos policlorados (BPC) (BPC 8, BPC 18, BPC 28, BPC 29, BPC 44, BPC 52, BPC 66, BPC 87, BPC 101, BPC 105, BPC 110, BPC 118, BPC 128, BPC 138, BPC 153, BPC 170, BPC 180, BPC 187, BPC 195, BPC 201, BPC 206, BPC 209), lindano, Σ heptacloro (heptacloro, heptacloro E),¹¹ endosulfán S, Σ BPC (Aroclor 1254, Aroclor 1260), Σ HCB (HCB, α -HCB, β -HCB, δ -HCB)¹²

¹⁰ “Drines” es el nombre genérico para nombrar el aldrín, el dieldrín y el endrín.

¹¹ “ Σ ” indica el registro sintetizado para la familia química especificada.

¹² En muchos lugares se detecta cierta confusión en la nomenclatura utilizada para identificar el hexaclorobenceno (C6Cl6), abreviado HCB, y el hexaclorociclohexano (C6H6Cl6) o HCH. A veces, la abreviatura HCB se utiliza erróneamente para hacer referencia al HCH y sus isómeros (α -HCH, β -HCH, γ -HCH, δ -HCH), uno de los cuales —el isómero gamma, γ -HCH— constituye el plaguicida lindano. Esta confusión se debe a que antes se pensaba en la metodología analítica que el HCH era HCB. Luego se

Metales: cadmio, plomo y mercurio

En Campeche

COP: α -HCB, β -HCB, δ -HCB, heptacloro, aldrín, epóxido de heptacloro, o'p'-DDE, p'p'-DDE, dieldrín, o'p'-DDT, p'p'-DDT, endrín, epóxido de heptacloro, mirex, Σ DDT (4,4-DDD, 4,4-DDE y 4,4-DDT)

Metales: cadmio, plomo y mercurio

En Chiapas

COP: α -HCB, β -HCB, δ -HCB, heptacloro, aldrín, epóxido de heptacloro, endosulfán I y II, 4,4'-DDE, dieldrín, endrín, 4,4'-DDD, 4,4'-DDT, endrín aldehído, sulfato de endosulfán

Metales: cadmio y plomo

En Quintana Roo

COP: drines (Σ aldrín, dieldrín, endrín y endrín aldehído), HCH ($\Sigma\alpha$ -HCB, β -HCB, γ -HCH y δ -HCB), heptacloro (Σ heptacloro y epóxido de heptacloro), DDT (Σ p,p'-DDD, p, p'-DDE y p,p'-DDT), endosulfanes (Σ endosulfán I, II y sulfato de endosulfán), plaguicidas totales (Σ drines, HCH, heptacloro, DDT y endosulfanes)

Metales: cadmio, plomo y mercurio

El monitoreo ambiental predominó en los estudios, siendo el agua, sedimentos, diversas especies de algas, peces, ostras y mejillones los medios muestreados de los que se elaboraron informes con mayor frecuencia.

Se resumió la información sobre las medianas o los promedios de las sustancias químicas medidas en diferentes medios de las 35 obras incluidas en la matriz regional, a objeto de poder llevar a cabo una evaluación aproximada del rango de exposiciones promedio medidas en Yucatán, Campeche, Chiapas y Quintana Roo. En los siguientes cuadros se muestra esta información.

Cuadros resumidos de rangos de exposición en diversos medios en Yucatán

Cuadro 3: Promedios o rangos promedio de contaminantes en sedimentos y agua en Yucatán

Contaminantes	Sedimentos ng/g (promedio/rango promedio)	Agua µg/l (promedio /rango promedio)
HCH (α -HCH, β -HCH, γ -HCH, δ -HCH)	0.09-1.46	
Drines (aldrín, dieldrín y endrín)	0-0.16	
DDT (o'p'-DDT, p'p'-DDT, o'p'-DDE, p'p'-DDE,	0.15-1.49	

identificó el hexaclorociclohexano como plaguicida y se le diferenció del hexaclorobenceno, pero la nomenclatura no se corrigió sino hasta años después, de manera que en muchas fuentes o estudios previos prevalece la confusión entre HCB y HCH.

Contaminantes	Sedimentos ng/g (promedio/rango promedio)	Agua µg/l (promedio /rango promedio)
o'p'-DDD, p'p'-DDD)		
Clordanos (α -clordano, β -clordano, heptacloro, epóxido de heptacloro, cis-nonacloro, trans-nonacloro)	0.11-0.87	
Total plaguicidas (HCH, drines, DDT, clordanos, TCB, pentaclorobenceno, HCB, endosulfán II y mirex)	2.47-8.24	
BPC	0.97-3.38	
Σ HCB (HCB, α -HCB, β -HCB, δ -HCB)	0.08-0.39	
Lindano	0.44-3.81	
Σ heptacloro (heptacloro, epóxido de heptacloro)	0.04-270.93	
Aldrín	0.25-1.23	
Endrín	0.34-75.33	
Dieldrín	0.33	
Sulfato de endosulfán	0.43	
Cadmio	ND-1.57 (ppm) 0.3-0.45 (µg/g)	0.09-1.97
Plomo	ND-3 (ppm) 1.02-23.92 (µg/g)	0.15-50.5
Mercurio	444.46	1.28

BPC = (BPC 8, BPC 18, BPC 28, BPC 29, BPC 44, BPC 52, BPC 66, BPC 87, BPC 101, BPC 105, BPC 110, BPC 118, BPC 128, BPC 138, BPC 153, BPC 170, BPC 180, BPC 187, BPC 195, BPC 201, BPC 206, BPC 209)

ND = No detectado

Cuadro 4: Promedios o rangos promedio de contaminantes en ostras, camarones y cangrejos en Yucatán

Contaminantes	Ostras ng/g (salvo que se especifique otra cosa) (promedio/rango promedio)	Especies de camarón ng/g (promedio/rango promedio)	Cangrejos µg/g (promedio/rango promedio)
Σ HCB (HCB, α -HCB, β -HCB, δ -HCB)	31.4	0.5-1-1.18	
Lindano	21.97	0.8-11.98	
Σ heptacloro	3.59		
Endrín	15.47	ND-0.44	
Dieldrín		ND-0.28	
Sulfato de endosulfán		ND-0.94	
Total DDT	0-61.21	0.25-4.5	
BPC (Aroclor 1254, 1260)	29.09	0.74-18.54	
Cadmio	1-10.2 (ppm)		

Contaminantes	Ostras ng/g (salvo que se especifique otra cosa) (promedio/rango promedio)	Especies de camarón ng/g (promedio/rango promedio)	Cangrejos µg/g (promedio/rango promedio)
	0.69-0.853		
Plomo	0.46-1.2(ppm) 0.108-0.392		2.23-2.27
Mercurio	0.59-0.88 (µg/g)		
HCH	0.02-45.81		
Clordanos	0-15.59		
Drines	0-6.07		
Mirex	ND-6.67		
Total plaguicidas	5.72-66.57		
BPC	3.44-46.51		

ND = No detectado

Cuadro 5: Promedios o rangos promedio de contaminantes en peces, yema de huevo de tortuga y caracoles en Yucatán

Contaminantes	Diversas especies de peces ng/g (promedio/rango promedio)	Yema de huevo de tortuga ng/g (promedio/rango promedio)	Especies de caracoles µg/g (promedio/rango promedio)
∑HCB (HCB, α-HCB, β-HCB, δ-HCB)	5.985-6.65		
Total DDT	28.685-69.9		
BPC (Ar1254, 1260)			
Cadmio			
Plomo	0.69-0.9 (µg/g)		14.9-114 (Ps) 3.63-24.6 (Ph)
Mercurio	3.96 (µg/g)		
HCH	9.885-95.28		
Clordanos	26.23-47.27		
Drines	0.45-16.159		
Mirex	0-1.96		
Total plaguicidas	143.645-462.29		
BPC	56.67-107.42	1.43-8.46	

Ps = peso en seco

Ph = peso húmedo

Cuadro 6: Promedios o rangos promedio de contaminantes en braquiodontes (ratones y ratas) en Yucatán

Contaminantes	Braquiodontes (ng/g) (promedio/rango promedio)
∑HCB (HCB, α-HCB, β-HCB, δ-HCB)	ND-1.68
Lindano	ND-8.44
∑heptacloro	ND-3.05
Aldrín	0.98-3.48
Endrín	5.32-299.88
Dieldrín	ND-0.29
Sulfato de endosulfán	ND-8.23
Total DDT	1.44-22.34
BPC (Ar1254, 1260)	7.56-192.97

Cuadros resumidos de rangos de exposición en diversos medios en Campeche

Cuadro 7: Rangos de valores de contaminantes en agua y sedimentos en Campeche

Contaminantes	Agua ppmm (rango)	Sedimentos ppmm (rango)
α-HCB	ND-0.071	ND-43.299
β-HCB	ND-0.183	ND-34.322
δ-HCB	ND-0.014	ND-3.864
Heptacloro	ND-0.088	ND-51.066
Aldrín	ND-0.121	ND-11.384
Epóxido de heptacloro	ND-0.155	ND-5.919
o'p'-DDE	ND-0.263	ND
p'p'-DDE	ND-0.585	ND-30.144
Dieldrín	ND	ND-12.787
o'p'-DDD	ND-0.142	ND-2.8
Endrín	ND-0.006	ND-8.379
p'p'-DDD	ND-0.126	ND-25.892
o'p'-DDT	ND-0.191	ND-3.2
p'p'-DDT	ND-0.408	ND-57.14
α-HCH		ND-3
β-HCH		ND-1.1
δ-HCH		ND-1.6
Mirex		ND-12.6
∑Clordanos		1.736-1.974
∑Drines		1.456-1.581
∑DDT		3.46-3.77
∑Endosulfanes		1.779-1.956
Plomo (total)	4.8-10.18 (µg/l)	

Contaminantes	Agua ppmm (rango)	Sedimentos ppmm (rango)
Plomo (disuelto)	4.4387-9.87 (µg/l)	
Contaminantes metálicos		(µg/g)
Cadmio		83.4-98.9
Plomo		185-307
Mercurio		0.07-0.13

ND = No detectado

Cuadro 8: Rangos de valores de contaminantes en peces y camarones en Campeche

Contaminantes	Especies de peces ppmm (rango)	Camarones ppmm (rango)
α-HCB	ND-112.976	
β-HCB	ND-703.674	
δ-HCB	ND-22474	
Heptacloro	ND-213.516	ND-0.0027
Aldrín	ND	ND-0.0014
Epóxido de heptacloro	ND-78.959	ND-0.0014
o'p'-DDE	ND-1982.594	ND-0.0013
p'p'-DDE	ND	ND-0.00092
Diadrín	ND	ND-0.008
o'p'-DDD	ND-69.829	ND-0.0012
Endrín	ND	
p'p'-DDD	ND-86.132	ND-0.0016
o'p'-DDT	ND	ND-0.0005
p'p'-DDT	ND	ND-0.0002
α-HCH		0.003-0.0038
γ-HCH		ND-0.0015
δ-HCH		ND
Mirex		ND-0.02

ND = No detectado

Cuadro 9: Rangos promedio de contaminantes metálicos en almeja dura (*Mercenaria mercenaria*) en Campeche

Contaminantes metálicos	Almeja dura (µg/g) (rango promedio)
Cadmio	0.14-0.53 (peso en seco)
Plomo	0.9-2.02
Mercurio	0.1

Cuadros resumidos de rangos de exposición en diversos medios en Chiapas

Cuadro 10: Rangos de valores de contaminantes en agua, sedimentos y camarón en Chiapas

Contaminantes	Agua ng/l (rango)	Sedimentos ng/g (Ps) (rango)	Camarón ng/g (Ps) (rango)
α -HCH	ND	ND	ND-12.812
γ -HCH	ND-3.5	ND-0.385	ND-3.038
β -HCH	ND-0.02	ND-0.864	ND-0.271
Heptacloro	ND	ND-0.259	ND-5.608
δ -HCH	ND-2	ND-0.504	ND-25.363
Aldrín	ND	ND-1.097	ND-0.199
Epóxido de heptacloro	ND	ND-1.193	ND
Endosulfán I	ND-6.4	ND-0.873	ND
4,4'-DDE	ND	0.02-0.977	ND-1.427
Dieldrín	ND-4.4	ND-0.403	ND-1.896
Endrín	ND-17.9	0.27-0.669	ND-0.08
4,4'-DDD	ND-296.3	ND-0.589	ND-5.907
Endosulfán II	ND	ND-2.472	ND-1.888
4,4'-DDT	ND-2.9	ND-12.82	ND
Endrín aldehído	ND-10.9	ND-0.311	ND-10.579
Sulfato de endosulfán	1.4-8.9	ND-0.206	ND-1.711
Cadmio	0.25-0.79 (μ g/l)		
Plomo	2.5-18 (μ g/l)		

ND = No detectado

Ps = Peso en seco

Cuadros resumidos de rangos de exposición en medios en Quintana Roo

Cuadro 11: Rangos promedio de contaminantes en agua y sedimentos en Quintana Roo

Contaminantes	Agua ng/l (rango promedio)	Sedimentos (rango promedio)
Cadmio	0.01-0.04 (μ g/ml) / 4.89-13.83 (mg/l)	0.25-5.16 (μ g/g) peso en seco / 2.83-6.87 (mg/l)
Plomo	0.03-.29 (μ g/l) / 3.15-11.9 (mg/l)	0.25-12.31 (μ g/l) peso en seco / 0.15-17.21 (mg/l)

Contaminantes	Agua ng/l (rango promedio)	Sedimentos (rango promedio)
Mercurio	0.002-11.9 (mg/l)	0.917-4.6 (mg/l)
∑Drines	4.18-6.47	2.4-3.03 (ng/g) peso en seco
∑HCH	3.83-8.55	1.69-1.71 (ng/g) peso en seco
Heptacloro	0.59-1.27	0.54-0.8 (ng/g) peso en seco
∑DDT	6.97-19.49	ND-0.58 (ng/g) peso en seco
Endosulfanes	3.68	2.23-2.48 (ng/g) peso en seco
Total plaguicidas	21.54-33.48 (ng/l)	7.47-7.99 (ng/g) peso en seco

Cuadro 12: Rangos promedio de contaminantes en algas y mejillones en Quintana Roo

Contaminantes	Especies de algas µg/g peso en seco (rango promedio)	Especies de mejillones ng/g peso en seco (rango promedio)
Cadmio	0.17-6.33	
Plomo	0.02-75.39	
Mercurio	9.99-136.39	
∑Drines		ND-15.62 Rango de valores
∑HCH		6.3-14.75
Heptacloro		ND-10.45
∑DDT		ND-266.19 Rango de valores
Endosulfanes		ND-4.66
Total plaguicidas		26.81-146.11

La mayoría de los estudios careció de información relevante para poder llevar a cabo una evaluación de la validez de la metodología empleada y los resultados obtenidos. Las repeticiones de los análisis, así como el uso de estándares internos y externos, constituyeron herramientas para asegurar la calidad y validez de la información en los casos en que se elaboró un registro.

En el **anexo 3** se muestra la matriz regional detallada correspondiente a Yucatán, Quintana Roo, Campeche y Chiapas.

Aguascalientes, Querétaro, San Luis Potosí, Guanajuato

Instituciones visitadas

En estos estados se visitaron las siguientes instituciones:

- Universidades públicas
- Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), campus Guanajuato, Querétaro, Aguascalientes y San Luis Potosí
- Instituto Nacional de Ecología (INE)
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi)
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat)
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (Aguascalientes)
- Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica de Fondos Mixtos-Conacyt (Aguascalientes)

Información disponible

En seis de las instituciones visitadas se encontraron obras con información sobre contaminantes orgánicos persistentes (COP) o metales. El siguiente cuadro muestra el número de obras encontradas en cada institución.

Cuadro 13: Información disponible sobre STPB en Aguascalientes, Querétaro, San Luis Potosí y Guanajuato

Institución	Número de obras	
	COP	Metales
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua	1	1
Conacyt, gobierno del estado de Aguascalientes	1	
Semarnat		4
Universidad Autónoma de Querétaro	1	
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey	1	
Universidad Autónoma de San Luis Potosí	2	
Total	6	5

Once obras, de donde se obtuvo información, se incluyeron en la matriz regional correspondiente a Aguascalientes, Querétaro, San Luis Potosí y Guanajuato. Los informes de Aguascalientes corresponden a cerca de 50 por ciento del total de las fuentes (cinco de once). Todos los informes se elaboraron en el periodo comprendido entre el año 2000 y 2007 y con mayor frecuencia sobre COP que metales.

Entre las sustancias monitoreadas se encuentran:

En Aguascalientes

Solventes: benceno, tolueno, etilbenceno, xileno

COP: aldrín, β -HCH, α -HCH, lindano, heptacloro, endosulfán, dieldrín, endrín, DDD, DDT

Metales: cadmio, plomo y mercurio

En Querétaro

Metales: cadmio, plomo y mercurio

En San Luis Potosí

COP: DDD, DDE, DDT, DDE-MeSO₂ (analizados en San Luis Potosí, de muestras obtenidas en Chiapas, Oaxaca, Quintana Roo y San Luis Potosí) y dioxinas

Metales: cadmio, plomo y mercurio

En Guanajuato

COP: HCB, BPC, DDT, metoxicloro, α -HCH y β -HCH, aldrín, dieldrín, endrín, heptacloro, epóxido de heptacloro, metilparatión,

Metales: plomo y mercurio

Las instituciones en Aguascalientes, Querétaro y Guanajuato participaban principalmente en el monitoreo ambiental de recursos hídricos, sedimentos, suelos, plancton y bentos. Los proyectos de monitoreo y evaluación de la Universidad de San Luis Potosí se enfocaban en su mayoría en el biomonitoreo humano, con el plasma y la leche materna como medios muestreados. No se proveyó ningún dato para evaluar la validez de la metodología empleada ni sus resultados. Únicamente en un estudio se registraron repeticiones de los análisis.

Las medianas o promedios de las sustancias químicas monitoreadas en los diferentes medios que aparecen en las once obras incluidas en la matriz regional se resumen a fin de realizar una evaluación del rango de exposición promedio medido en Aguascalientes, Querétaro, San Luis Potosí y Guanajuato. Los siguientes cuadros presentan esta información.

Cuadros resumidos de rangos de exposición en diversos medios en Aguascalientes

Cuadro 14: Promedios o rangos promedio de contaminantes en agua y sedimentos en Aguascalientes

Contaminantes	Agua (mg/l) (promedio/rango promedio)	Sedimentos (mg/kg) (promedio/rango promedio)
Plomo	0.005-0.008	16-110
Cadmio	<0.001-0.005	1.05-17.25
Mercurio		0.85-4.308
Benceno	<0.00007	
Tolueno	<0.00007	
Etilbenceno	<0.00007	
Xileno	<0.00021	
Aldrín	<0.000007-<0.0001	0.000166-0.001
β -HCB	<0.000007-<0.0001	<0.001 (mg/l)
α -HCB	<0.000007-<0.0001	<0.001 (mg/l)
Lindano	<0.000007-<0.0001	<0.001 (mg/l)
Heptacloro	<0.000007-<0.0001	<0.001 (mg/l)
Endosulfanes	<0.000007-<0.0001	<0.001 (mg/l)

Contaminantes	Agua (mg/l) (promedio/rango promedio)	Sedimentos (mg/kg) (promedio/rango promedio)
Dieldrín	<0.000007-<0.0001	<0.001 (mg/l)
Endrín	<0.0001-<0.000135	<0.00015-<.00025
Anilina		0.85-4.308
DDD	<0.000007-<0.0001	<0.001 (mg/l)
DDT	<0.000007-<.0001	<0.001 (mg/l)
HCB	<0.00017-<.0012	<0.00073-0.20 (mg/l)

Cuadros resumidos de rangos de exposición en diversos medios en San Luis Potosí

Cuadro 15: Rangos promedio de contaminantes en sedimentos y plancton o bentos en San Luis Potosí

Contaminante	Sedimentos ppmm (rango promedio)	Plancton o bentos ppmm (rango promedio)
Mercurio	320-524.9	103.37-1,008.97

Cuadro 16: Rangos promedio de contaminantes en leche materna, sangre de mujeres y sangre de cordón umbilical en San Luis Potosí

Contaminantes	Leche materna (ng/g lípidos) (rango promedio)	Sangre de mujeres (ng/g lípidos) (rango promedio)	Sangre de cordón umbilical (ng/g lípidos) (rango promedio)
DDT	28-126	130-319	125-255
DDE	54-503	287-844	285-675
DDD	0.09-19	3.8-10	3.6-10
Total DDT	99-745	539-1,339	517-1,072
DDE-MeSO ₄	0.1-7	1.7-101	1.6-82
Dioxinas	8.3-21.5 (pg/g)		

Cuadro 17: Promedios o rangos promedio de contaminantes en sangre de mujeres en Chiapas, Quintana Roo y Oaxaca, analizada en San Luis Potosí

Contaminantes	Chiapas (ng/g lípidos) (promedio/rango promedio)	Quintana Roo (ng/g lípidos) (promedio/rango promedio)	Oaxaca (ng/g lípidos) (promedio/rango promedio)
DDT	425-1,323	748	335
DDE	1,059-3,738	1,271	1,362

Contaminantes	Chiapas (ng/g lípidos) (promedio/rango promedio)	Quintana Roo (ng/g lípidos) (promedio/rango promedio)	Oaxaca (ng/g lípidos) (promedio/rango promedio)
DDD	144-236	162	145
Total DDT	1,596-5,273	2,259	1,861
DDE-MeSO ₄	64-66	20	43

Cuadro 18: Promedios o rangos promedio de contaminantes en leche materna de mujeres de Chiapas y Quintana Roo, analizada en San Luis Potosí

Contaminantes	Chiapas (ng/g lípidos) (promedio/rango promedio)	Quintana Roo (ng/g lípidos) (promedio/rango promedio)
DDT	17-134	911
DDE	268-764	3,100
DDD	0.19-0.9	1.2
Total DDT	300-926	4,287
DDE-MeSO ₄	0.4-1.2	2.8

Cuadros resumidos de rangos de exposición en diversos medios en Guanajuato

Cuadro 19: Promedios de contaminantes en suelo y agua en Guanajuato

Contaminantes	Suelo mg/kg (promedio)	Agua mg/l (promedio)
DDT	13,984	2.20
Aldrín	25.2	6.19
α -HCB	57.81	1.71
β -HCB	167	7.29
Dieldrín	903	7.06
Endrín	998	2.93
Heptacloro	123	0.51
Epóxido de heptacloro	5.92	0.11
HCB	201.1	4.02
Metilparatión	1,107	

La matriz regional detallada correspondiente a Aguascalientes, Querétaro, San Luis Potosí y Guanajuato se presenta en el **anexo 3**.

Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima

Instituciones visitadas

En estos estados se visitaron las siguientes instituciones:

- Universidad de Occidente, Sinaloa (El Fuerte, Los Mochis, Guasave, Guamúchil, Culiacán y Mazatlán)
- Instituto Tecnológico de Los Mochis
- Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR)
- Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD), Unidad Culiacán
- Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS), Culiacán, Sinaloa
- Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD), Unidad Mazatlán
- Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, Unidad Académica Mazatlán
- Universidad Autónoma de Nayarit (UAN), Tepic, Nayarit
- Instituto Tecnológico de Tepic
- Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas, AC (Ciatec), Guadalajara, Jalisco
- Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, AC (CIATEJ), Guadalajara, Jalisco
- Universidad Autónoma de Guadalajara (UAG), Guadalajara, Jalisco.
- Universidad de Guadalajara (UDG), Guadalajara, Jalisco
- Universidad de Colima, Facultad de Ciencias Marinas

Información disponible

En diez de las 13 instituciones visitadas se obtuvieron obras con información en materia de COP o metales. El siguiente cuadro presenta el número de obras encontradas en cada institución.

Cuadro 20: Información disponible sobre STPB en Sinaloa, Nayarit, Jalisco y Colima

Institución	Número de obras	
	COP	Metales
Universidad de Occidente, Los Mochis		1
Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Sinaloa		2
Facultad de Ciencias del Mar	5	20
Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, AC, Unidad Mazatlán	1	1
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México	4	14
Instituto Tecnológico del Mar, Unidad Mazatlán		11
Universidad Autónoma de Nayarit	6	4
Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias	2	3
Universidad de Colima	1	4
Total	19	60

Setenta y nueve obras de donde se extrajo información se incluyeron en la matriz regional correspondiente a Sinaloa, Nayarit, Jalisco y Colima. En términos generales se registró con mayor frecuencia información sobre metales que sobre COP (60 de 79).

Los informes encontrados en Sinaloa representan más de 60 por ciento de la información regional (52 de 79); 70 por ciento de estos informes se realizaron en el periodo comprendido entre los años 2000 y 2007, 20 por ciento entre 1990 y 1999 y el 10 por ciento restante es el resultado de trabajos realizados entre 1980 y 1989. Las instituciones en Sinaloa participaban principalmente en el monitoreo ambiental de recursos hídricos, sedimentos, aves, peces, camarones, algas y zooplancton, registrados como los medios muestreados con mayor frecuencia.

En el estado de Nayarit se encontraron diez obras en las instituciones visitadas. La mitad de estos informes se prepararon entre los años 2000 y 2007 y la otra mitad en el periodo comprendido entre 1990 y 1999. Las instituciones en Nayarit participaban principalmente en el monitoreo ambiental de COP con peces, aves, camarones, ostras, ganado, algas, sedimentos y leche de vaca, registrados como los medios muestreados con mayor frecuencia.

En total, sólo se encontraron ocho obras en Jalisco y Colima. En Jalisco, tres de estos informes se prepararon en el periodo comprendido entre 2000 y 2007. Las instituciones participaban en el monitoreo ambiental y humano con hortalizas, leche y leche materna registrados como los medios muestreados con mayor frecuencia. En Colima, los cuatro informes se realizaron entre los años 2000 y 2007 y las instituciones participaban en el monitoreo ambiental de metales en agua, ostras e hígado de mamíferos registrados como los medios muestreados. Las sustancias monitoreadas incluyen:

En Sinaloa

COP: Fosdrín (también conocido como mevinfos), metilparatión, Disyston, Monocrotofos, metoxicloro, dimetoato, Folimat, Bayleton, Clorpirifos, Daconil, Diazinón, Etión, DDVP (también conocido como Diclorvos), Coumafos, gutión, α -HCH, β -HCH, DDT, DDD, DDE, HCB, lindano, heptacloro, clordano, epóxido de heptacloro, epóxido, aldrín, teladrín, dieldrín, endrín, endrín cetona y endrín aldehído, endosulfán I y sulfato de endosulfán

Metales: cadmio, plomo y mercurio

En Nayarit

COP: α -, β - y γ -HCH, endosulfán I y II, DDD, DDE, DDT, HCB, heptacloro, epóxido de heptacloro, aldrín, dieldrín y endrín, endrín aldehído, sulfato de endosulfán y metoxicloro

Metales: cadmio, mercurio y plomo

En Jalisco

COP: DDT, lindano, heptacloro, dieldrín, aldrín y endrín

Metales: cadmio y plomo

En Colima

Únicamente se encontró información sobre cadmio, plomo y mercurio.

Las medianas o promedios de las sustancias químicas medidas en diferentes medios de las 79 obras incluidas en la matriz regional se resumen para realizar una evaluación aproximada del rango de exposición promedio medida en Sinaloa, Nayarit, Jalisco y Colima. Los siguientes cuadros muestran esta información.

Cuadros resumidos de rangos de exposición en diversos medios en Sinaloa

Cuadro 21: Rangos de valores de contaminantes en agua, sedimentos y zooplancton en Sinaloa

Contaminantes	Agua ng/ml (rango)	Sedimentos ng/g (rango)	Zooplancton (µg/g) (rango)
Fosdrín	0.0049-0.0739	6.5186-14.0298	
Metilparatión	0.0041-0.3985	3.1394-60.7887	
Disyston	0.0072-0.0026	1.4001-22.4171	
Monocrotofos	0.2355-0.9376		
Malatión		1.8162-10.0634	
Diclorvos		1.7678-12.7607	
Cigón		0.8839-9.7763	
Etión		3.6478	
Aldrín	0.0112-0.55 (µg/l) / 0.08-1.36 (ppmm)	0.01-0.02 (µg/g)	
p,p DDD		0.94-2.44 (ppmm) / 15.27	
p,p DDE		0.01-2.6 (ppmm)	
p,p DDT	0.5-2.3 (ppmm)	0.87-3.27 (ppmm)	
Metoxicloro	1.4 (ppmm)		
Lindano	0.0052-0.87 (µg/l) / 0.2-0.9 (ppmm)	0.009-0.022 (µg/g)	
Endrín	0.26-1.5 (ppmm)	0.025 (µg/g)	
Endosulfán	0.8-1.3 (ppmm) / 0.48-0.68 (µg/l)		
Heptacloro	0.08-4.28 (ppmm) / 0.01-0.02 (µg/l)	0.01-0.026 (µg/g)	
Diendrín	0.36 (ppmm)	0.01 (µg/g)	
Epóxido	0.23-0.67 (ppmm)		
α-HCB	0.03-1.24 (ppmm) / 4.14 (µg/l)	0.08 (µg/g)	
β-HCB	0.79-7.33 (ppmm)	0.08-0.12 (µg/g)	
Eldrín	1.17		
Bayleton	0.039 (µg/l)	0.0012-0.003 (µg/g)	
Dimetoato	0.0043-0.549 (µg/l)	0.0009-0.032 (µg/g)	
Folimat	0.0357-0.1904 (µg/l)		
Clorpirifos		0.0006 (µg/g)	
Metilmalatión		0.0014-0.007 (µg/g)	
Cadmio	0.17-0.97 (µg/l)		3.8
Plomo	1.88-7.88 (µg/l)		
Epóxido de heptacloro		0.01-0.02 (µg/g)	
Sulfato de endosulfán	7.15-8.76 (µg/l)	0.82-1.02 (µg/g)	

Cuadro 22: Promedios o rangos promedio de contaminantes en sedimentos, agua, macroalgas y plantas acuáticas en Sinaloa

Contaminantes	Sedimentos ng/g (rango/valor promedio)	Agua µg/l (rango/valor promedio)	Macroalgas y plantas acuáticas ng/g (rango/valor promedio)
Mercurio	340-2250		58-134
Cadmio	0.01-4.71 / 0.09-0.6 (mg/kg)	0.19-1.97	
Plomo	0.01-103.09 / 0.42-1 (ppm)/ 12-37.1 (mg/kg)	0.81-7.2	
α-HCB	0.09-21.32	0.16	
Lindano	139.28-2462.55 / 10.36 (µg/g)		
β-HCB	998.33-3101.41	0.0295	
Aldrín	2.36 / 2.41 (µg/kg)		
Teladrín		0.0261	
p,p DDD	10.57-26.47	0.1439-1,325	
p,p DDE	3.4-63.55	0.0347-0.37	
p,p DDT	0.09-44.7	0.0194-0.3828	
Endosulfán I	4.45-76.65 / 0.02 (µg/g)		
Endosulfán II	9.62-42.39		
Metoxicloro	1.05-1.7		
Heptacloro	2.6-312.93 / 3.99 (µg/kg)		
Endrín	0.09-108.04 / 2.88 (µg/kg)	0.0694-.15	
Dieldrín	0.35-14.46 / 0.1 (µg/kg)	0.0267	
Endrín aldehído	0.09-18.76		
DDT (total)	5.88 (µg/kg)		
Epóxido de heptacloro	65.16 / 2.97 (µg/kg)		
Clordano	α: 6.55 / γ: 12.29	2.6	
Sulfato de endosulfán	5.09		
HCB total	2 (µg/kg)		
Diazinón	5.93		
Disyston	1.03		
Metilparatión	1.12		
Etión	1.09		
Clorpirifos	1.01		
Malatión	0.81		
DDVP	0.18		

Contaminantes	Sedimentos ng/g (rango/valor promedio)	Agua µg/l (rango/valor promedio)	Macroalgas y plantas acuáticas ng/g (rango/valor promedio)
Coumafos	5.74		
Guti3n	0.06		
Fosdr3n	0.44		
Dimetoato	0.06		
Endr3n cetona	2.5		

Cuadro 23: Promedios y rangos promedio de contaminantes en tejido de patos y peces en Sinaloa

Contaminantes	Tejido de diversas especies de patos ng/g / µg/g (rango/valor promedio)	Tejido de diversas especies de peces ng/g / µg/g (rango/valor promedio)
Mercurio	5-3,575 / 0.07-5.08	0.11-722 / 0.05-4.12
Plomo	/ 0.02-56.48	/ 0.25-7.88
Cadmio	/ 0.01-4.76	/ 0.02-8.9
HCB		0.48
Endosulf3n		5.77
Aldrines		65.81
DDT		99.52
HCH		30.06
Heptacoloro		7.67

Cuadro 24: Rangos y valores promedio de contaminantes en tejido de langosta y camarones en Sinaloa

Contaminantes	Tejido de especies de langosta µg/g / mg/kg (rango/valor promedio)	Tejido de especies de camarones µg/g / ppm (rango/valor promedio)
Mercurio		0.06-0.72
Plomo	/ 0.63-7.69	/ 0.08-180
Cadmio	0.1 / 3.48	/ 0.0012-10.85
Heptacoloro		/ 0.0010-0.021
Dieldr3n		0.003-0.03
Ep3xido		0.001-0.17
DDD		0.034-0.051
DDT		0.006
α-HCB		0.002-0.154
β-HCH		0.004-0.005
Lindano		0.001-0.005

Cuadro 25: Rangos y valores promedio de contaminantes en tejidos de ostras y crustáceos en Sinaloa

Contaminantes	Tejido de especies de ostras µg/g / ppm (rango/valor promedio)	Tejido de especies de crustáceos µg/g / ppm (rango/valor promedio)
Mercurio		0.63 (ng/g)
Plomo	0.32-8.71 / 5.5-7.52	0.29-65.9 / 0.21-0.24
Cadmio	0.56-13.76 / 0.52-3.47	0.88-25.8 / 0.16-0.20
DDE	0.0018-0.0064	
Endosulfán	/0.05	
Epóxido de heptacloro	0.001-0.01	
Endrín	0.033	
Lindano	0.002-0.0045	
Daconil	0.002-0.012	
Cloropirifos	0.035	

Cuadro 26: Promedios de contaminantes en leche materna en Sinaloa

Contaminantes	Leche materna mg/l (valor promedio)
($\alpha + \beta$) HCH	0.0047
Lindano	0.0013
Aldrín + dieldrín	0.003
Heptacloro + epóxido de heptacloro	0.0021
DDT	0.0017
DDE	0.0138

Cuadro 27: Rangos promedio de contaminantes en pelo de bebé foca en Sinaloa

Contaminantes	Pelo de bebé foca mg/kg (rangos promedio)
Cadmio	0.0907- 0.3039
Plomo	3.6126-36.065

Cuadros resumidos de rangos de exposición en diversos medios en Nayarit

Cuadro 28: Promedios y rangos promedio de contaminantes en sedimentos, partículas suspendidas y agua en Nayarit

Contaminantes	Sedimentos ng/g (rango/valor promedio)	Partículas suspendidas ng/g (rango/valor promedio)	Agua mg/l (rango/valor promedio)
α -HCH	0.28-6.29	67.6875	
β -HCH	1.48-5.01	85.0625	
γ -HCH (lindano)	1.12-2.85	26.6875	
Endosulfán I	0.07-45.83	22.9375	
Dieldrín	0.06-2.14	4.125	
Endrín	1.09-42.85	41.9375	
Endosulfán II	0.19-1.33		
δ -HCH	0.27-8.41	3.6875	
Heptacoloro	1.4-8.23	9.75	
Aldrín	0.11-7.19	3.75	
Epóxido de heptacoloro	1.03-2.06		
p,p DDE	0.74-1.89	231.6875	
p,p DDD	0.5-1.83		
Sulfato de endosulfán	1.13-1.92	7	
p,p DDT	1.94-26.53		
Endrín aldehído	0.76-230	14.125	
Plomo	22.94-38.81 (ppm)		0.0015-0.0304
HCB	2.47-117.76		

Cuadro 29: Promedios y rangos promedio de contaminantes en leche de vaca, camarones y ostras en Nayarit

Contaminantes	Leche de vaca μ g/g (rango/valor promedio)	Especies de camarones ng/g (rango/valor promedio)	Especies de ostras ng/g (rango/valor promedio)
α -HCH	0.011-0.022	0.04-0.25	
β -HCH	0.063-0.092	2.7-10.63	
γ -HCH	0.006-0.023	15.37	
Endosulfán I	0.018-0.09	0.11-4.02	0.11-5.56 (μ g/g)
Dieldrín	0.013-0.031	0.04-2.72	
Endrín	0.145-0.224	0.02-21.55	165.96
Endosulfán II	0.045	2.74	

Contaminantes	Leche de vaca µg/g (rango/valor promedio)	Especies de camarones ng/g (rango/valor promedio)	Especies de ostras ng/g (rango/valor promedio)
δ-HCH		3.56-3.84	
Aldrín		0.23-10.46	1.78-11.46
Epóxido de heptacloro		0.92-4.72	
p,p DDE		0.34-3.27	0.82
p,p DDD		0.1	3.12
Sulfato de endosulfán		0.41	
p,p DDT		3.48-31.27	3.48-12.15
Endrín aldehído		0.14-0.61	
Cadmio			0.7-3.4 µg/g
Plomo			1.9-2.9 µg/g
HCB		8.47-19.81	7.51-9.5

Cuadro 30: Valores y rangos de valores de contaminantes en peces, moluscos y patos en Nayarit

Contaminantes	Tejido en especies de peces ng/g	Moluscos ng/g	Tejido en especies de patos ng/g
Aldrín	0.21		34.69
Endosulfán I	0.4		1.22-31.23
Dieldrín	0.22		
Endrín	21.04	2.37	20
Sulfato de endosulfán	0.29		
α-HCH	0.14		
δ-HCH		0.15-0.31	
DDE		0.14	
Endosulfán II		1.43	
Mercurio	0.07-1.02		
HCB			10.76-37.24
Heptacloro			1.52-48.51
DDT			18.71

Cuadros resumidos de rangos de exposición en diversos medios en Jalisco

Cuadro 31: Promedios o rangos promedio de contaminantes en agua, sedimentos y atmósfera en Jalisco

Contaminantes	Agua mg/l (rango)	Sedimentos mg/kg (promedio)	Atmósfera µg/m ³ (promedio)
Plomo	0.066-0.104	8.4	1.65

Cuadro 32: Promedios o rangos promedio de contaminantes en hortalizas, tejido mamífero y leche de vaca en Jalisco

Contaminantes	Hortalizas mg/kg (rango)	Tejido mamífero mg/kg / ppm (rango/valor promedio)	Leche de vaca mg/kg (rango/valor promedio)
Cadmio	0.001-0.25	0.013-2.498	0.003-0.004
Plomo		0.009-0.405 / 12.04	
(α+β)-HCH			0.0002-0.005
γ-HCH (lindano)			0.0004-0.0005
Aldrín + dieldrín			0.0009-0.001
Heptacloro + epóxido de heptacloro			0.002-0.003
Endrín			0.0001-0.006
DDT + metabolitos			0.009

Cuadros resumidos de rangos de exposición en diversos medios en Colima

Cuadro 33: Promedios y rangos promedio de contaminantes en agua y sedimentos en Colima

Contaminantes	Agua ppm / µg/l (rango/valor promedio)	Sedimentos ppm (promedio)
Cadmio	0.0187-0.0385 / 0.2675	
Plomo	0.075-2.9167 / 0.2963	7.94
Mercurio	0.0004-0.0013	

Cuadro 34: Promedios y rangos promedio de contaminantes en pargo colorado lunarejo y ostras en Colima

Contaminantes	Pargo colorado lunarejo ppm (rango)	Especies de ostras ppm (rango)
Cadmio	0.0301-0.3376	0.4869-3.2184
Plomo	0.5666-0.9241	0.2286-0.5031
Mercurio	0.0128-0.406	0.0163-0.0708

La mayoría de los estudios carece de información relevante para evaluar la validez de la metodología empleada y sus resultados. Las repeticiones de los análisis —en los casos en que se registraron— sirvieron como medio para garantizar la calidad y validez de la información.

La matriz regional detallada correspondiente a Sinaloa, Nayarit, Jalisco y Colima se presenta en el **anexo 3**.

Baja California y Sonora

Instituciones visitadas

La universidad más importante de Sonora se cerró en diciembre por obras de remodelación y el estudiante no tuvo acceso a ningún dato de esta institución.

En el estado de Baja California se visitaron las siguientes instituciones:

- Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada
- Universidad Autónoma de Baja California, Unidad Tijuana
- Universidad Autónoma de Baja California, Unidad Ensenada

Información disponible

En todas las instituciones visitadas se encontraron obras con información sobre metales, aunque fueron inexistentes para COP. El siguiente cuadro presenta el número de obras encontradas en cada institución.

Cuadro 35. Información disponible sobre STPB en Baja California y Sonora

Institución	Número de obras	
	COP	Metales
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada		4
Universidad Autónoma de Baja California, Unidad Tijuana		3
Universidad Autónoma de Baja California, Unidad Ensenada		4
Total	0	11

Las once obras del estado de Baja California de las que se extrajo información se incorporaron a la matriz regional correspondiente a Baja California y Sonora. Los informes encontrados en Baja

California representan la totalidad de la información incluida en la matriz. La mayoría de estos informes (siete de once) se elaboraron en el periodo comprendido entre los años 2000 y 2007. Las instituciones de Baja California únicamente participaban en el monitoreo ambiental de metales con sedimentos, mejillones, ostras y fluidos biológicos humanos registrados como los medios muestreados.

Metales medidos en Baja California

Cadmio, plata, cromo, cobre, zinc, plomo, aluminio, magnesio, mercurio y níquel.

Las medianas o promedios de las sustancias químicas medidas en diferentes medios de las once obras incluidas en la matriz regional se resumieron para poder llevar a cabo una evaluación aproximada del rango de exposiciones promedio medidas en Baja California. Los siguientes cuadros presentan esta información.

Cuadros resumidos de rangos de exposición en diversos medios en Baja California

Cuadro 36: Promedios y rangos promedio de contaminantes en sedimentos, mejillones y ostras en Baja California

Contaminantes	Sedimentos mg/kg / µg/g / µg/g peso en seco (valor promedio/rango)	Mejillones µg/g peso en seco (rango)	Ostras ng/g
Cadmio	1.23 / / 0.25-0.547	5-7.27	
Plomo	4.5 / 26-28 / 24.3-39.1	0.5-1.1	
Cromo	5 / 66-73 / 64.4-115	1.1-1.7	
Níquel	3.3 / / 29.1-55.2		
Mercurio	/ 0.032-0.036 /		
Arsénico	9-17 / 9-17 /		
Plata	/ / 0.096	0.04-0.13	
Cobre	/ / 18.3-24.5	05.2-8.5	
Manganeso	/ / 230-506	3.73-32.7	
Zinc	/ / 121-203	102-148	
Aluminio		39.01-932	

Cuadro 37: Promedios y rangos promedio de contaminantes en orina y sangre humanas en Baja California

Contaminantes	Orina mg/l (rango)	Sangre mg/l / µg/dl (rango)
Mercurio	4.19-36.48	13.084
Plomo		3.97-4.89

En la mayoría de los estudios se realizaron repeticiones de los análisis y se aplicaron estándares internos para garantizar la calidad y validez de la información.

La matriz regional detallada para Baja California y Sonora se presenta en el **anexo 3**.

Baja California Sur

Instituciones visitadas

En este estado se visitaron las siguientes instituciones:

- Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, La Paz
- Centro Interdisciplinario de Ciencias del Mar, IPN, La Paz
- Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz
- Instituto Tecnológico de La Paz
- Centro Universitario Tijuana, Campus La Paz
- Centro de Estudios del Mar
- Universidad Internacional de La Paz
- Centro de Estudios Científicos y Superiores de Ensenada

Información disponible

En tres de las nueve instituciones visitadas se encontraron obras con información sobre COP o metales. El siguiente cuadro presenta el número de obras encontradas en cada institución.

Cuadro 38. Información disponible sobre STPB en Baja California Sur

Institución	Número de obras	
	COP	Metales
Universidad Autónoma de Baja California Sur		2
Centro Interdisciplinario de Ciencias del Mar		3
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste	1	4
Total	1	9

En este estado, diez obras de las que se extrajo información se incluyen en la matriz regional correspondiente a Baja California Sur. La mayoría de estos informes (ocho de diez) se realizaron en el periodo comprendido entre 2000 y 2007. Los proyectos de investigación en estas instituciones se orientan principalmente al muestreo de metales (nueve de diez) en macroalgas, tortugas, suelos, sedimentos y agua.

Algunas de las sustancias monitoreadas en Baja California Sur incluyen:

COP: BPC (8, 28, 37, 44, 49, 52, 60, 66, 70, 74, 77, 81, 82, 87, 99, 101, 105, 114, 118, 126, 128, 138, 153, 156, 158, 166, 169, 170, 179, 180, 183, 187 y 189), Σ DDT (o,p-DDT, o,p-DDE, o,p-DDD, p,p-DDT, p,p-DDE y p,p-DDD), Σ clordano (α + β -clordano, cis+trans-nonacloro y oxiclordano), heptacloro (los datos sólo representan heptacloro, ya que no se detectó epóxido de heptacloro), aldrín, dieldrín y endrín, hexaclorobenceno, lindano, endosulfán I, endosulfán II
Metales: arsénico, cromo, mercurio, cadmio y plomo

Las medianas o promedios de las sustancias químicas medidas en diferentes medios de las diez obras incluidas en la matriz regional se resumen para realizar una evaluación aproximada del rango de exposiciones promedio medidas en Baja California Sur. Los siguientes cuadros presentan esta información.

Cuadros resumidos de rangos de exposición en diversos medios en Baja California Sur

Cuadro 39. Rangos promedio de contaminantes en agua, sedimentos y vegetación en Baja California Sur

Contaminantes	Agua mg/l	Sedimentos µg/g	Vegetación mg/kg
Arsénico	ND-3.14	0.07-58.65	0.9-10.57
Cromo		22-222	
Mercurio		0.02-0.17	
Cadmio		0.25-31.39	

Cuadro 40: Rangos promedio de contaminantes en tejido de tortuga, tejido de almeja y microalgas en Baja California Sur

Contaminantes	Tejido de tortuga ng/g	Tejido de almeja µg/g	Microalgas mg/kg
Plomo	ND-13.98 (ppm) / 0.04-0.65 (mg/kg)	ND-0.38	0.58-1.95
Cadmio	0.15-216.88 (ppm) / 6.07 (mg/kg)	ND-5.43	0.57-2.18
∑DDT	1.88-45.81		
∑clordanos	23.15-92.51		
Heptacloro	ND-2.57		
HCB	ND-23.35		
Lindano	ND-1.11		
Endosulfán I	ND-2.98		

La mayoría de los estudios carece de información relevante para permitir una evaluación de la validez de la metodología empleada y sus resultados. Las repeticiones de los análisis, el uso de estándares internos y los picos añadidos se utilizaron para garantizar la calidad y validez de la información.

La matriz regional detallada para Baja California Sur se presenta en el **anexo 3**.

Conclusiones

La información obtenida arrojó aspectos sobresalientes acerca de la capacidad regional de México y marcó la sólida posición de Sinaloa y Yucatán para generar información ambiental validada sobre sustancias tóxicas persistentes y bioacumulables. Los proyectos de investigación empleados para desarrollar las matrices regionales se llevaron a cabo, en general, recientemente (2000-2007) y están orientados principalmente hacia el monitoreo y la evaluación de metales. Diversas instituciones en diferentes estados han realizado proyectos de investigación que incluyen el análisis de contaminantes orgánicos persistentes en matrices ambientales.

La información en torno al control y el aseguramiento de la calidad fue sumamente escasa: una importante deficiencia en estas matrices. Para garantizar la calidad de datos específicos habrán de llevarse a cabo actividades de control y aseguramiento de la calidad en todos los pasos de las actividades de medición, desde la recolección de muestras hasta el análisis químico, pasando por el registro de datos. Todas las actividades de control y aseguramiento de la calidad se documentarán, y se prepararán informes al respecto para permitir una evaluación adecuada de la validez de la información proporcionada. A pesar de estas limitaciones, este estudio documental, al sistematizar los datos existentes en la literatura gris, pero no disponibles, brindará una fuente de información valiosa para que México desarrolle aún mejor su capacidad de monitoreo y evaluación ambientales. En los cuadros del apartado “Resultados” se brinda información detallada sobre los niveles de contaminantes medidos en diversos medios. Asimismo, en el informe se recalca que la información validada, sujeta a rigurosos protocolos de aseguramiento y control de la calidad, resulta imperativa si los responsables de la toma de decisiones basarán la orientación de su política en información generada a partir de fuentes científicas.

Anexo 1. Cuadros detallados con información acerca del número de estudios de caso para cada medio

Estudios de caso identificados en materia de STPB en la atmósfera en México¹³

INSTITUCIÓN	CATEGORÍA DE CONTAMINANTES	NÚMERO DE REFERENCIAS
Universidad Nacional Autónoma de México	No especificados (8), HAP (1), metales (4)	13
Instituto Nacional de Salud Pública	No especificados (4), metales (3)	7
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados	No especificados (5)	5
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua	Metales (5)	5
Instituto Mexicano del Petróleo	Metales (2), HAP (1)	3
Federación Mexicana de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales	Metales (2)	2
Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares	No especificados (2)	2
Universidad Autónoma de Querétaro	Dioxinas y furanos (2)	2
Universidad Autónoma de San Luis Potosí	Metales (1), no especificados (1)	2
Universidad Autónoma Metropolitana	Metales (1), HAP (1)	2
Instituto Nacional de Ecología	Dibenzodioxinas polibromadas (PBDD) y dibenzofuranos polibromados (PBDF)	1
Comisión para la Cooperación Ambiental	Metales	1
Gamatek, SA de CV	Dioxinas y furanos	1
Instituto Nacional de Cancerología	No especificados	1
Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán	Metales	1
Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias	No especificados	1
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey	No especificados	1
University of California	BPC	1
Universidad Autónoma de Baja California	No especificados	1
Universidad Autónoma de Nuevo León	Metales	1

¹³ Información proporcionada por A. M. Hansen, M. van Afferden, M. Villada Canela y L. F. Sánchez Castañeda, *Scoping study for the evaluation of the national program of monitoring and environmental assessment in Mexico*, 2006.

Estudios de caso identificados acerca de STPB en aguas superficiales

INSTITUCIÓN	CATEGORÍA DE CONTAMINANTES	NÚMERO DE REFERENCIAS
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua	No especificados (36), plaguicidas (3), metales (2)	41
Universidad Nacional Autónoma de México	Metales (12), plaguicidas (3)	15
Universidad Autónoma de Sinaloa	Metales (2), plaguicidas (9), no especificados (1)	12
Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, AC	Metales (5), plaguicidas (1), no especificados (1)	7
Universidad Autónoma de Baja California	Metales (5), plaguicidas (1)	6
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados	No especificados (3), plaguicidas (1), metales (1)	5
Universidad Autónoma de San Luis Potosí	No especificados (2), metales (2), plaguicidas (1)	5
Universidad Autónoma Metropolitana	Metales (3), plaguicidas (1), HAP (1)	5
Universidad de Guadalajara	No especificados	4
Instituto Politécnico Nacional	Metales (1), Plaguicidas (1), No especificados (1)	3
Universidad Autónoma de Aguascalientes	No especificados	3
Universidad Autónoma de Tamaulipas	No especificados	3
Universidad Autónoma de Zacatecas	Metales (2), no especificados (1)	3
El Colegio de la Frontera Sur	No especificados (1), plaguicidas (1)	2
Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares	No especificados	2
Instituto Nacional de Salud Pública	Metales	2
Universidad Autónoma de Querétaro	No especificados (1), plaguicidas (1)	2
Universidad Autónoma de Yucatán	Metales (1), plaguicidas (1)	2
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	No especificados	1
Cámara Nacional de la Industria de la Transformación	Metales	1
Centro de Investigación Biomédica de Oriente	No especificados	1
Centro de Investigación y Asesoría Tecnológica en Cuero y Calzado	Metales	1
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, SC	No especificados	1
Federación Mexicana de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales	Metales	1
Harvard School of Public Health	Metales	1
Instituto Tecnológico de Tijuana	Metales	1
University of California	BPC	1
Texas A&M University	Metales	1
Universidad del Mar	No especificados	1
Universidad Autónoma de Campeche	BPC	1
Universidad Autónoma de Coahuila	No especificados	1
Universidad Autónoma de Nayarit	No especificados	1
Universidad Autónoma del Estado de Morelos	No especificados	1
Universidad del Mar	No especificados	1

Estudios de caso identificados acerca de STPB en aguas subterráneas

INSTITUCIÓN	CATEGORÍA DE CONTAMINANTES	NÚMERO DE REFERENCIAS
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua	No especificados (9), plaguicidas (3)	12
Universidad Nacional Autónoma de México	Metales (1), no especificados (4)	5
Universidad Autónoma de Nuevo León	No especificados	3
Instituto Politécnico Nacional	Metales (1), no especificados (1)	2
Universidad Autónoma de Aguascalientes	No especificados	2
Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, AC.	Metales	1
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados	No especificados	1
Universidad Autónoma de Coahuila	No especificados	1
Universidad Autónoma de Querétaro	Plaguicidas	1
Universidad Autónoma de Tamaulipas	Plaguicidas	1
Universidad Autónoma de Yucatán	Plaguicidas	1

Estudios de caso identificados acerca de STPB en aguas residuales

INSTITUCIÓN	CATEGORÍA DE CONTAMINANTES	NÚMERO DE REFERENCIAS
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua	No especificados	10
Universidad Nacional Autónoma de México	Metales (9), BPC (1)	10
Universidad Autónoma de Nuevo León	Metales (4), no especificados (1)	5
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez	Metales (1), no especificados (2)	3
Instituto Nacional de Salud Pública	No especificados	2
Universidad Autónoma del Estado de Morelos	No especificados	2
Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, AC	No especificados	1
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados	No especificados	1
Colegio de Postgraduados	Metales	1
Texas A&M University	No especificados	1
Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares	No especificados	1
Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec	Metales	1
Universidad Autónoma de Aguascalientes	No especificados	1
Universidad Autónoma de Baja California	Plaguicidas	1
Universidad Autónoma de Querétaro	Metales	1
Universidad Autónoma de Zacatecas	Metales	1
Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco	No especificados	1

Estudios de caso identificados acerca de STPB en sedimentos

INSTITUCIÓN	CATEGORÍA DE CONTAMINANTES	NÚMERO DE REFERENCIAS
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua	No especificados (15), plaguicidas (4), metales (4)	26
Universidad Nacional Autónoma de México	Metales (14), plaguicidas (1)	15
Universidad Autónoma Metropolitana	Metales (5), plaguicidas (1), HAP (1)	7
Instituto Politécnico Nacional	Metales (1), plaguicidas (3), HAP (1)	5
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados	No especificados (3), metales (1)	4
Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, AC	Metales	3
Universidad Autónoma de Baja California	No especificados	3
Universidad Autónoma de Yucatán	Metales (1), HAP (2)	3
Centro de Investigación Biomédica de Oriente	No especificados (1), metales (1)	2
El Colegio de la Frontera Sur	Plaguicidas (1), HAP (1)	2
Universidad Autónoma de Baja California	Metales (1), plaguicidas (1)	2
Universidad Autónoma de Zacatecas	Metales (1), no especificados (1)	2
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, SC	Metales	1
Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Sinaloa, Universidad Autónoma de Sinaloa, Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, AC	Metales	1
Federación Mexicana de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales	Metales	1
Instituto Nacional de Ecología	Metal	1
Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares	Metales	1
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey	No especificados	1
Southern California Coastal Water Research Project	Metales	1
Texas A&M University	Metales	1
Universidad Autónoma Metropolitana y Universidad Nacional Autónoma de México	Plaguicidas	1
Universidad Autónoma de Campeche	BPC	1
Universidad Autónoma de San Luis Potosí	Metales	1
Universidad Autónoma de Tamaulipas	No especificados	1
Universidad Autónoma del Estado de Morelos	No especificados	1
Universidad de Guadalajara	No especificados	1
University of Texas	Metales	1

Estudios de caso identificados acerca de STPB en suelos

INSTITUCIÓN	CATEGORÍA DE CONTAMINANTES	NÚMERO DE REFERENCIAS
Universidad Nacional Autónoma de México	Metales (17), dioxinas y furanos (1), HAP (2), plaguicidas (1), no especificados (3)	24
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua	Plaguicidas (3), no especificados (4)	7
Colegio de Postgraduados	Metales	6
Universidad Autónoma de Nuevo León	Metales	4
Universidad Autónoma de Zacatecas	Metales (3), no especificados (1)	4
Instituto Politécnico Nacional	Metales (1), HAP (2)	3
Universidad Autónoma de Querétaro	Metales (1), plaguicidas (1), no especificados (1)	3
Universidad Autónoma de San Luis Potosí	Metales	3
Universidad Autónoma del Estado de Morelos	No especificados (2), plaguicidas (1)	3
Instituto Mexicano del Petróleo	HAP	2
Instituto Nacional de Ecología	Metales	2
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez	Metales (1), no especificados (1)	2
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados	Metales	1
Comisión Nacional del Agua, Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México	Metales	1
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro	Metales	1
Universidad Autónoma de Chapingo	Metales	1
Universidad Autónoma Metropolitana	HAP	1
Universidad de Guadalajara	No especificados	1
Universidad del Mar	No especificados	1

Estudios de caso identificados acerca de STPB en residuos sólidos

INSTITUCIÓN	CATEGORÍA DE CONTAMINANTES	NÚMERO DE REFERENCIAS
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua	No especificados	1
Instituto Nacional de Salud Pública	No especificados	1
Universidad Autónoma de Yucatán	Metales	1

Estudios de caso identificados acerca de STPB en biota, peces y otro tipo de vida silvestre

INSTITUCIÓN	CATEGORÍA DE CONTAMINANTES	NÚMERO DE REFERENCIAS
Universidad Nacional Autónoma de México	No especificados (3), metales (100), BPC (1), plaguicidas (11)	115
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados	No especificados (8), metales (4), plaguicidas (2), HAP (6)	20
Instituto Politécnico Nacional	Metales (10), HAP (2), plaguicidas (3)	15
Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, AC	No especificados (4), metales (5), plaguicidas (2)	11
Universidad Autónoma de Sinaloa	No especificados (1), metales (5), plaguicidas (4)	10
Universidad Autónoma de Baja California	Metales (3), HAP (2), plaguicidas (4)	9
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, SC	No especificados (3), metales (2), plaguicidas (2)	7
Universidad Autónoma Metropolitana	Metales (5), HAP (2)	7
Universidad Autónoma de Nuevo León	HAP (1), metales (4)	5
El Colegio de la Frontera Sur	No especificados (1), plaguicidas (3)	4
Universidad Autónoma de San Luis Potosí	No especificados (1), plaguicidas (1), metales (1)	3
Universidad Autónoma de Yucatán	Metales (1), HAP (1), plaguicidas (1)	3
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	Metales	2
Centro de Investigaciones Agrícolas del Noreste	Plaguicidas	2
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua	No especificados	2
Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez	Metales	2
Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán	No especificados	2
Universidad Autónoma del Estado de Morelos	No especificados (1), HAP (1)	2
Universidad de Guadalajara	No especificados (1), plaguicidas (1)	2
National Institute of Water & Atmospheric Research, Centro de Investigación y Estudios Avanzados	HAP	1
Centro de Investigación Biomédica de Oriente y Centro de Investigación y Estudios Avanzados	Metales	1
Centro de Investigación y Estudios Avanzados, Colegio de Postgraduados, Instituto Mexicano del Petróleo	HAP	1
Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, AC	Metales	1
Trent University, Peterborough, ON, Canadá	No especificados	1
Harvard School of Public Health	Metales	1
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias	No especificados	1
Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares	Metales	1
Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía	Metales	1
Instituto Tecnológico del Mar Núm. 2	Metales	1
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de	No especificados	1

INSTITUCIÓN	CATEGORÍA DE CONTAMINANTES	NÚMERO DE REFERENCIAS
Monterrey		
Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec	Metales	1
Texas A&M University	Metales	1
Universidad Autónoma Metropolitana y Universidad Nacional Autónoma de México	Plaguicidas	1
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro	Metales	1
Universidad Autónoma de Aguascalientes	Metales	1
Universidad Autónoma de Campeche	No especificados	1
Universidad Autónoma de Chapingo	Metales	1
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez	Metales	1
Universidad Autónoma de Tamaulipas	No especificados	1
Universidad Autónoma de Zacatecas	Metales	1
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo	Metales	1
Universidad Autónoma Metropolitana y Universidad Nacional Autónoma de México	HAP	1
Universidad Autónoma Metropolitana y Universidad Autónoma de Baja California Sur	Metales	1
Universidad de Sonora	Metales	1
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	Metales	1
University of California	Plaguicidas	1
University of Illinois	Metales	1

Estudios de caso identificados acerca de STPB en alimentos

INSTITUCIÓN	CATEGORÍA DE CONTAMINANTES	NÚMERO DE REFERENCIAS
Universidad Nacional Autónoma de México	Metales (29), BPC (1), plaguicidas (6)	36
Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, AC	Metales (2), plaguicidas (1), no especificados (1)	4
Universidad Autónoma de Guadalajara	Metales	2
Universidad Autónoma de Nuevo León	Dioxinas y furanos	2
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados	BPC	1
Instituto Politécnico Nacional	Plaguicidas	1
Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, AC	Metales	1
Universidad Autónoma Metropolitana, Universidad Autónoma de Baja California Sur	Metales	1
Universidad Autónoma de Campeche	BPC	1
Universidad Autónoma de Chihuahua	HAP	1
Universidad Autónoma de Tamaulipas	Dioxinas y furanos	1
Universidad La Salle	Metales	1

INSTITUCIÓN	CATEGORÍA DE CONTAMINANTES	NÚMERO DE REFERENCIAS
Universidad Motolinía	Metales	1
Universidad Veracruzana	No especificados	1

Estudios de caso identificados acerca de STPB en tejido humano

INSTITUCIÓN	CATEGORÍA DE CONTAMINANTES	NÚMERO DE REFERENCIAS
Universidad Nacional Autónoma de México	Metales (91), no especificados (1), plaguicidas (6)	98
Instituto Nacional de Salud Pública	Metales (24), no especificados (8), HAP (2), plaguicidas (3), ftalos (1)	38
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados	Metales (8), no especificados (1), plaguicidas (1)	10
Universidad Autónoma de Yucatán	Metales	9
Universidad Autónoma de San Luis Potosí	Dioxinas y furanos (2), metales (1), plaguicidas (5)	8
Universidad Autónoma de Zacatecas	Metales	5
Universidad Autónoma de Nuevo León	Metales (3), HAP (1)	4
Universidad Autónoma de Querétaro	Dioxinas y furanos (1), metales (1), no especificados (1), PBDD y PBDF	4
Universidad de Sonora	Metales	3
Instituto Mexicano del Seguro Social	Metales	2
Instituto Nacional de Ecología	Metales (1), no especificados (1)	2
Instituto Politécnico Nacional	Metales	2
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez	Metales (1), no especificados (1)	2
Universidad Autónoma de Guadalajara	Metales	2
Universidad Veracruzana	No especificados (1), HAP (1)	2
Centro de Investigación Biomédica de Oriente del IMSS	No especificados	1
Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, AC	No especificados	1
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, SC	Metales	1
El Colegio de la Frontera Sur	Plaguicidas	1
Instituto de Ginecología y Obstetricia en México	Plaguicidas	1
Gobierno del Distrito Federal	Metales	1
Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada	Metales	1
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua	No especificados	1
Instituto Mexicano del Petróleo	No especificados	1
Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez	Metales	1
Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias	No especificados	1
Instituto Nacional de Pediatría	No especificados	1
Instituto Nacional de Perinatología, Instituto Nacional de	Metales	1

INSTITUCIÓN	CATEGORÍA DE CONTAMINANTES	NÚMERO DE REFERENCIAS
Salud Pública, University of Medicine and Science, California, Estados Unidos		
Instituto Tecnológico Autónomo de México	Metales	1
Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Occidente	Metal	1
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey	No especificados	1
Instituto Universitario del Norte	Metales	1
Organización Panamericana de la Salud; Centro Nacional de Salud Ambiental; Centro de Vigilancia Epidemiológica	Plaguicidas	1
Universidad Autónoma Metropolitana y Universidad Autónoma de Baja California Sur	Metales	1
Universidad Autónoma de Aguascalientes	No especificados	1
Universidad Autónoma de Campeche	Plaguicidas	1
Universidad Autónoma de Tamaulipas	Plaguicidas	1
Universidad Autónoma del Estado de México	Metales	1
Universidad Femenina de México	Metales	1
Universidad Iberoamericana	Metales	1
Universidad La Salle	Metales	1

Anexo 3. Matrices regionales detalladas

Enlaces a los archivos que contienen las bases de datos que conforman cada una de las cinco matrices regionales.

Aguascalientes, Querétaro, Guanajuato y San Luis Potosí:

<<http://www.cec.org/files/pdf/pollutants/smoc/Aguascalientes-Queretaro-Guanajuato-San Luis Potosi.xls>>

Baja California Norte:

<<http://www.cec.org/files/pdf/pollutants/smoc/Baja California Norte.xls>>

Baja California Sur:

<<http://www.cec.org/files/pdf/pollutants/smoc/Baja California Sur.xls>>

Sinaloa, Nayarit, Jalisco y Colima:

<<http://www.cec.org/files/pdf/pollutants/smoc/Sinaloa-Nayarit-Jalisco-Colima.xls>>

Yucatán, Campeche, Chiapas y Quintana Roo:

<<http://www.cec.org/files/pdf/pollutants/smoc/Yucatan-Campeche-Chiapas-Quintana Roo.xls>>

Anexo 4. Listado de universidades e institutos de educación superior en México

Instituciones públicas

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Centro de Enseñanza Técnica Industrial (CETI), Guadalajara, Jalisco
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), Baja California
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (Cibnor), La Paz, Baja California Sur
Instituto Politécnico Nacional (IPN)
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), Saltillo, Coahuila
Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca
Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México
Universidad Autónoma de Aguascalientes
Universidad Autónoma de Baja California
Universidad Autónoma de Baja California Sur
Universidad Autónoma de Campeche
Universidad Autónoma de Chiapas
Universidad Autónoma de Chihuahua
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Chihuahua
Universidad Autónoma de Coahuila
Universidad Autónoma de Colima
Universidad Autónoma de Durango
Universidad Autónoma de Guanajuato
Universidad Autónoma de Guerrero
Universidad Autónoma de Nayarit
Universidad Autónoma de Nuevo León
Universidad Autónoma de Querétaro
Universidad Autónoma de Quintana Roo
Universidad Autónoma de San Luis Potosí
Universidad Autónoma de Sinaloa
Universidad Autónoma de Tamaulipas
Universidad Autónoma de Tlaxcala
Universidad Autónoma de Veracruz
Universidad Autónoma de Yucatán
Universidad Autónoma de Zacatecas
Universidad Autónoma de la Ciudad de México
Universidad Autónoma del Carmen, Ciudad del Carmen, Campeche
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
Universidad Autónoma del Estado de México
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), Ciudad de México
Universidad de Colima (Ucol)

Universidad de Guadalajara, Jalisco
Universidad de Guanajuato
Universidad de Quintana Roo
Universidad de Sonora (Unison)
Universidad del Mar, Oaxaca
Universidad Juárez del Estado de Durango
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), Morelia, Michoacán
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
Universidad Pedagógica Nacional
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla
Universidad Popular de la Chontalpa, Tabasco
Universidad Tecnológica de la Mixteca (UTM), Huajuapán, Oaxaca
Universidad Veracruzana

Instituciones privadas

Alliant International University (AIU), campus Ciudad de México
Centro de Enseñanza Técnica y Superior (Cetys), Baja California
Centro de Estudios Avanzados de las Américas (Ceaam), universidad en línea
Centro de Estudios Universitarios Xochicalco (CEUX), Baja California
Centro Universitario México (CUM), División de Estudios Superiores, Ciudad de México
Instituto de Estudios Superiores de Tamaulipas (IEST), Tampico, Tamaulipas
Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM), Ciudad de México
Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Occidente (ITESO), Guadalajara, Jalisco
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM)
Seminario Teológico Juan Calvino, Ciudad de México
Universidad Anáhuac del Norte, Huixquilucan, Estado de México
Universidad Anáhuac del Sur, Ciudad de México
Universidad Autónoma de Guadalajara (UAG), Jalisco
Universidad Autónoma Indígena de México, Sinaloa
Universidad Casa Blanca, Culiacán, Sinaloa
Universidad Cristóbal Colón, Veracruz
Universidad España (UNES), Durango, Durango
Universidad de Morelos (UM), Nuevo León
Universidad de Monterrey (UDEM), Nuevo León
Universidad de las Américas, Ciudad de México
Universidad de las Américas, Puebla
Universidad del Noroeste, Sonora
Universidad del Nuevo Mundo, Estado de México
Universidad del Valle de México, Ciudad de México
Universidad Iberoamericana, Ciudad de México
Universidad Intercontinental, Ciudad de México
Universidad Latina de América, Morelia, Michoacán

Universidad Latina de México, Celaya, Guanajuato
Universidad Latinoamericana, Ciudad de México
Universidad Motolinía, Ciudad de México
Universidad La Salle
Universidad Panamericana, campus Guadalajara
Universidad Panamericana, campus México
Universidad Regiomontana, Monterrey, Nuevo León
Universidad TecMilenio (UTM)
Universidad Tecnológica de México (Unitec), Ciudad de México
Universidad Tecnológica de Sinaloa
Universidad Valle del Bravo, Tamaulipas