

## **INFORME FINAL**

# **“ METALES Y CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES EN NIÑOS Y MUESTRAS AMBIENTALES DE 10 SITIOS CONTAMINADOS DE MÉXICO ”**

**UNIDAD PEDIÁTRICA AMBIENTAL  
FACULTAD DE MEDICINA – UASLP <sup>1</sup>**

**INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA**



1) Fernando Díaz-Barriga, Facultad de Medicina, Avenida Venustiano Carranza No. 2405, Col. Lomas los Filtros, CP 78210, San Luis Potosí, SLP, México  
Teléfono y Fax : (444) 8262 - 354 e-Mail : [fdia@uaslp.mx](mailto:fdia@uaslp.mx)

---

## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue determinar los niveles en sangre de metales (arsénico, plomo y cadmio) y compuestos orgánicos persistentes (bifenilos policlorados, aldrina, endrina, dieldrina, clordano, nonaclor, pp'-DDT, pp'-DDE, heptacloroepóxido, hexaclorobenceno, alfa, beta y gama-hexaclorociclohexanos y mirex) en niños de 6 a 9 años que estudian en escuelas cercanas a sitios contaminados de México. Se incluyeron un promedio de 20 niños por sitio. Los sitios seleccionados son sitios con actividad industrial o minera presente o histórica, uso intensivo de plaguicidas o proximidad a sitios potencialmente contaminantes, como basureros al aire libre.

Este estudio es un primer esfuerzo para un esquema nacional de biomonitorio de sustancias tóxicas persistentes en niños en México. Los resultados preliminares obtenidos muestran valores no detectables para muchas de las sustancias analizadas pero para aquellos sitios donde más del 20% de la población analizada presentó niveles detectables de estos compuestos, es sumamente recomendable agrandar la muestra a fin de contar con valores representativos.

En este estudio no se tomaron muestras ambientales debido a que los niveles en sangre fueron no detectables para muchos de los compuestos. Sin embargo en los casos en que se observaron niveles detectables en sangre de niños de algunos de los compuestos de preocupación, como el caso de la detección de bifenilos policlorados en el municipio de San Juan del Río, se están desarrollando ya investigaciones más profundas en colaboración con el Instituto Nacional de Ecología (INE), para detectar las posibles rutas de exposición, incluyendo la determinación de muestras ambientales, y proponer posibles medidas de intervención para la protección de la población infantil y la población en general.

---

## ÍNDICE

	Página
ANTECEDENTES.....	4
JUSTIFICACIÓN .....	5
OBJETIVO .....	6
CONSIDERACIONES .....	7
ALCANCES DEL ESTUDIO .....	7
METODOLOGÍA .....	7
DESARROLLO EXPERIMENTAL .....	8
DETERMINACIÓN DE BIFENILOS POLICLORADOS Y PLAGUICIDAS ORGANOCOLORADOS EN PLASMA .....	10
RESULTADOS.....	13
CONCLUSIONES .....	29

---

## ANTECEDENTES

Los metales pueden representar un peligro para la salud o el medio ambiente. Los metales más problemáticos para el medio ambiente son el mercurio, cadmio, plomo y arsénico porque son 1) relativamente abundantes en la corteza terrestre 2) son frecuentemente usados en procesos industriales o en la agricultura, 3) son emitidos en lugares en los que el público entra en contacto con ellos 4) son tóxicos para los humanos y 5) pueden causar perturbaciones significativas en los ciclos biogeoquímicos. En los últimos 40 años estos elementos han estado involucrados en episodios/eventos importantes de contaminación con efectos desastrosos en el medio ambiente y en la salud humana: por ejemplo, el envenenamiento con metilmercurio en la Bahía de Minamata (Japón) en los años 50's y la contaminación actual de agua subterránea por arsénico en Bangladesh y Bengal Oeste.

En México también se han presentado casos de contaminación por metales, tales como el de Torreón Coahuila, donde se detectaron altos niveles de plomo en sangre humana en la zona alrededor de un complejo metalúrgico. Los impactos ambientales en antiguas zonas mineras del país, pueden afectar la calidad de mantos acuíferos, suelos y cultivos, así como la salud de los habitantes de comunidades cercanas a dichas zonas. Tal es el caso de algunas localidades del estado de Zacatecas donde ha sido necesaria la evaluación de la presencia de metales como mercurio y plomo para así determinar el nivel de riesgo a los ecosistemas y la salud humana. Las actividades industriales en algunas regiones del país han dejado también secuelas por la concentración de altos niveles de contaminantes, tales como el de la empresa Cromatos de México, cuyo pasivo ambiental es de miles de toneladas de cromo hexavalente, metal altamente tóxico para el ser humano.

Los productos químicos conocidos como contaminantes orgánicos persistentes (COPs) son potentes plaguicidas o sirven para una gama de fines industriales. Algunos COPs también son emitidos como productos no intencionales de la combustión y algunos procesos industriales. Mientras que el nivel de riesgo varía de un COP a otro, por definición todos estos compuestos tienen las siguientes propiedades: 1) son altamente tóxicos, 2) son persistentes, es decir que duran varios años o décadas antes de degradarse a formas menos dañinas 3) se evaporan y viajan grandes distancias en el aire y en el agua y 4) se acumulan en los tejidos grasos de los organismos vivos incluyendo al ser humano.

Los efectos de estos contaminantes en los ecosistemas son variados y nocivos e incluyen defectos al nacimiento, cáncer, alteraciones del sistema inmune y

---

problemas reproductivos en diferentes especies. En los humanos, la evidencia sugiere que los efectos son similares a los que se observan en los animales causando cáncer, problemas de fertilidad, mayor susceptibilidad a las enfermedades y alteraciones neurológicas.

Los niños son especialmente susceptibles a la contaminación ambiental debido a que sus cuerpos experimentan un rápido desarrollo lo que incrementa su vulnerabilidad. En comparación con los adultos, los niños consumen además más aire y agua en relación con su peso; los niños pasan más tiempo en “microambientes” que los adultos- cerca del piso, por ejemplo, jugando en el suelo- y esto hace que sus patrones de exposición y de riesgo a los contaminantes antes mencionados sean mayores que los de los adultos.

Finalmente, es importante hacer notar que tanto para el caso de algunos de los metales como para los COPs, los niños tienen rutas de exposición especialmente particulares, tales como la exposición fetal vía materna, la exposición neonatal vía leche materna y el incremento de la exposición dérmica por el contacto con las heces fecales por el empleo del pañal.

## **JUSTIFICACIÓN**

En México existen fuentes de COPs y metales en los rubros de minería, agricultura (plaguicidas), industria, pequeña industria y petróleo. Además, las áreas no controladas, como los basureros, e inclusive las fuentes naturales, son generadoras de sitios contaminados en varias regiones del país.

Las políticas ambientales mexicanas de la última década han contribuido considerablemente a la reducción y eventual eliminación del uso de algunos COPs. Sin embargo, en México no existe un programa de monitoreo de contaminantes en sitios de alto riesgo. Los sitios que se investigan son los que llegan a tener un carácter de “emergencia”. Ello ha impedido el establecimiento de una estrategia para prevenir y atender a la contaminación en un esquema de seguridad sanitaria. El riesgo crónico, ecológico o para la salud humana, se incrementa entonces paulatinamente y los sitios contaminados proliferan en nuestro país.

Por lo anterior, el presente proyecto contempla la determinación en sangre de niños de algunos metales y de algunos COPs. Las muestras fueron colectadas en 9 sitios seleccionados de acuerdo a su localización en el Territorio Nacional (se intentó una distribución uniforme) y de acuerdo a los antecedentes de contaminación (en zonas agrícolas, mineras e industriales) así como a su distribución urbana o rural.

---

La lista de los 9 sitios seleccionados así como la justificación para su selección en el presente estudio es la siguiente:

**Comarca Lagunera.** Comunidad rural del Estado de Durango ubicada a 10 Km. de la Ciudad de Torreón Coahuila. Es una comunidad agrícola, donde también existen jales de minería de manganeso; en la periferia se localizan ladrilleras.

**Zacatecas.** Comunidad rural denominada “La Zacatecana”, en la periferia de la Ciudad de Zacatecas. Existen ladrilleras y campos agrícolas en las cercanías y recicladoras de jales de mercurio, plomo y plata.

**San Luis Potosí.** Comunidad pepenadora, ubicada en la proximidad del basurero más grande la Ciudad de San Luis Potosí.

**Querétaro.** Comunidad urbana de la Ciudad de Querétaro.

**San Juan del Río.** Ladrilleras ubicadas en el municipio de San Nicolás, Querétaro, frente a San Juan del Río. Con antecedentes de quema de PCBs.

**Salamanca.** Colonia ubicada al centro de esta ciudad del Estado de Guanajuato donde se ubica Teckchem (síntesis de organoclorados en el pasado), una refinería y una termoeléctrica.

**Michoacán.** Comunidad en el municipio de Jacona, próximo a la ciudad de Zamora. Comunidad Agrícola.

**Minatitlán.** Comunidad urbana, la escuela se localiza en frente de la refinería, es una comunidad industrial petroquímica.

**P. Madero.** Comunidad semirural ubicada en la periferia de Puerto Madero, Chiapas. Ingesta de peces sería la principal ruta de exposición.

Se muestrearon niños de 6 a 9 años de edad cuyos padres autorizaron por escrito la colecta de muestra sanguínea y muestra urinaria después de haber sido informados del proyecto. Los niños fueron seleccionados al azar y no se buscaron los que hubieran estado más expuestos a las sustancias químicas.

---

## OBJETIVO

- Determinar los niveles en sangre de metales (plomo y arsénico) y compuestos orgánicos persistentes (bifenilos policlorados, pp'-DDT, pp'-DDE, hexaclorobenceno, mirex y alfa, beta y gama-hexaclorociclohexanos) en niños que estudian en escuelas localizadas en sitios potencialmente contaminados de México.

## CONSIDERACIONES

Los resultados de este estudio ampliarán el conocimiento sobre los niveles de exposición de niños así como las posibles rutas de exposición, lo que ayudará a la orientación de las prioridades y toma de decisiones en el país. Además, los resultados también serán relevantes en el marco de iniciativas y programas a nivel regional –como por ejemplo, la iniciativa de Salud Infantil y Medio Ambiente, y el programa de Manejo Adecuado de Sustancias Químicas de la Comisión de Cooperación de América del Norte, en particular, los Planes de Acción Regional de Lindano, Monitoreo y Evaluación y Mercurio.

## ALCANCES DEL ESTUDIO

Obtención del perfil de exposición a COPs y metales en niños de 6 a 9 años de edad para estudiar así una población vulnerable en cada uno de los sitios seleccionados.

Se valorará la necesidad de ampliar la muestra de estudio para valorar si existe la necesidad de una mayor caracterización, encaminada a la restauración ambiental.

## METODOLOGÍA

### ***Selección de los Niños.***

En las comunidades se seleccionaron niños y niñas de 6 a 9 años de edad, que tuvieran una antigüedad de residencia en la comunidad de toda la vida. A las familias seleccionadas se les explicó el estudio y se obtuvo su consentimiento para participar. Posteriormente, se hizo una cita para aplicar una serie de cuestionarios que investigan sobretodo, el historial de la familia (hecho muy

importante para establecer tiempos de lactancia, frecuencia de ingesta de pescado, etc.) El grupo de la UASLP cuenta con experiencia en la evaluación de la exposición y en las condiciones de salud, por lo cual ya se tienen cuestionarios empleados previamente a partir de experiencias nacionales y de grupos externos. El estudio fue gratuito, anónimo, voluntario y cumplió con todos los requisitos del Comité Institucional de Bioética de dicha Universidad.

### ***Valoración de la Exposición..***

En este proyecto se determinó la concentración de los COPs en plasma. El método fue el aplicado por el laboratorio de referencia para un proyecto de biomonitorio en mujeres embarazadas (Comisión de Cooperación Ambiental y Banco Mundial- Institut National de Santé Publique du Québec, Canadá), que se está arrancando paralelamente por el Instituto Nacional de Salud Pública. El método aplicado fue el de cromatografía de gases con espectrometría de masas. Para los metales se utilizó la espectrofotometría de absorción atómica con horno de grafito para plomo en sangre y cadmio en orina. Se utilizó un generador de hidruros para mercurio y arsénico urinarios.

## **DESARROLLO EXPERIMENTAL**

### **Capacitación en el Instituto Nacional de Salud Pública de Quebec, Canadá**

La Doctora Leticia Yáñez y la M. en C. Selene Huerta asistieron del 17 al 30 de Abril 2004, al Instituto Nacional de Salud Pública de Québec para la capacitación de métodos cromatográficos. Este laboratorio a cargo del Dr. Jean Phillippe Weber ha participado activamente en el programa de Compuestos Orgánicos Persistentes del Ártico y es uno de los mejores del mundo en el área.

Durante su estancia se ajustaron metodologías tanto en la extracción de las muestras como del análisis cromatográfico. Sin embargo, debido a que el cromatógrafo de gases en Canadá está ajustado para evaluar iones negativos y el nuestro en México está ajustado para analizar iones positivos, fue necesario hacer algunos ajustes a fin de establecer las condiciones óptimas de estudio.

---

## Material para el muestreo

### ***Criterios de Inclusión***

- Niños y niñas de 6 a 9 años de edad
- Antigüedad de residencia de al menos tres años en el sitio
- Aparentemente sanos y sin ingesta crónica de medicamentos
- Cuyos padres hayan accedido a permitir la colecta de sangre de su hijo.

### ***Colecta de muestras***

## **SANGRE**

### **Material:**

- Tubos de muestreo Vacutainer con anticoagulante
- Tubos de plástico.
- Pipetas de plástico desechables
- Hielera

### **Muestreo:**

- Debe ser en ayunas.
- Para cada niño tomar la muestra de sangre en tres tubos vacutainer, etiquetar cada tubo con nombre(s) y apellidos.
- 1 tubo de 3 mL
- 2 tubos de 7 mL. (para obtener plasma)
- Inmediatamente agitar por inversión los tubos de 8 a 10 veces.
- Para separar el plasma centrifugue y transfiera el plasma en viales de vidrio con tapón de rosca y septa de teflón. Utilizar pipetas de plástico desechable

### **Almacenaje:**

- Mantener a 4<sup>0</sup> C hasta que sea enviada la muestra.
- Si las muestras son almacenadas por más de un mes: mantener las muestras a – 20<sup>0</sup> C hasta que sean enviadas .

---

## ORINA

### Material:

- Botes de 500 mL
- Hielera con ice pack<sup>MR</sup> para transporte.
- Tubos de plástico de 5 mL con tapón rosca.

### Muestreo:

Recolectar la primera orina de la mañana en el bote de 500 mL, abrirlo inmediatamente antes de la recolecta.

En el laboratorio agitar muy bien la muestra y alicuotar en 6 tubos (5 mL) previamente etiquetados, congelar (-20°C) y mantenerlos a esta temperatura hasta antes de enviarlos.

## **DETERMINACIÓN DE BIFENILOS POLICLORADOS Y PLAGUICIDAS ORGANOCOLORADOS EN PLASMA**

Con esta metodología es posible cuantificar los siguientes compuestos:

a) Congéneres de BPC: 28, 52, 99, 101, 105, 118, 128, 138, 153, 156, 170, 180, 183, 187.

b) Plaguicidas organoclorados : heptacloroepóxido, hexaclorobenceno,  $\alpha$ -HCB,  $\beta$ -HCB,  $\gamma$ -HCB, aldrin, clordano, nonaclor, p,p'-DDE, p,p'-DDT, mirex, endrin.

### ***Principio.***

Los BPCs y los plaguicidas organoclorados son extraídos del plasma empleando el principio de la extracción líquida-líquida usando sulfato de amonio:etanol:hexano. El extracto es concentrado y purificado con columnas de florisil. Todos los compuestos son obtenidos al eluir con cloruro de metileno en hexano. Los extractos son analizados por cromatografía de gases-masas (ionización química negativa), en el modo de selección de iones específicos. La cuantificación de los compuestos de interés se realiza empleando curvas de calibración e isótopos marcados como estándares internos.

---

### ***Proceso de extracción.***

A 2 ml de plasma adicionar 50 µl de estándar interno (mezcla de a-BHC <sup>13</sup> C + BPC 141 <sup>13</sup> C + endrin <sup>13</sup> C). Mezclar en vortex y dejar reposar a temperatura ambiente por 60 minutos.

Adicionar 2 ml de alcohol desnaturalizado, 2 ml de sulfato de amonio saturado. Mezclar en vortex por 15 segundos. Agregar 6 ml de hexano, colocar una cubierta de aluminio y tapar los tubos con tapón de rosca. Agitar en vortex durante 4 minutos. Centrifugar las muestras a 2,300 rpm, a 20 °C por 8 minutos. Transferir el sobrenadante a otro tubo. Re-extraer la muestra con 6 ml de hexano, agitar en vortex por 4 minutos, separar las fases por centrifugación a 20 °C a 2,300 rpm durante 8 minutos. Separar la fase orgánica y juntarla con la anterior. Realizar una tercera re-extracción pero ahora con 5 ml de hexano, mezclar en vortex por 4 minutos y centrifugar a 2,300 rpm, 8 minutos a 20 °C. Separar la fase orgánica y juntarla con las dos anteriores.

Evaporar el extracto orgánico, con corriente de nitrógeno y a 37 °C, hasta aproximadamente un mililitro.

### ***Limpieza con florisil.***

Para este paso se emplearon columnas comerciales de 1 g de fase sólida y 6 ml de volumen vacío.

Humedecer las columnas con dos volúmenes de columna con hexano. Adicionar la muestra a la columna, permitir el paso de unas cuantas gotas, cerrar la llave de paso durante 3 minutos, para permitir que la muestra se impregne en la fase sólida. Abrir la llave de paso de tal manera que el paso de la muestra por la columna sea por goteo. Lavar tres veces, con un volumen de pipeta pasteur el tubo donde se tenía el extracto y pasar este volumen a la columna. Eluir la muestra con 4ml (2ml X 2) con cloruro de metileno al 25 % en hexano. Concentrar la muestra hasta aproximadamente 100 µl y transferirla al vial de cromatografía. Lavar el tubo al menos tres veces con hexano y aforar el volumen final en el vial a 100 µl.

Adicionar 10 µl de estándar cromatográfico (BPC 141 concentración 100 Alg./ml). Analizar la muestra por cromatografía de gases-masas.

### ***Método cromatográfico***

Se trabajó con un cromatógrafo de gases HP 6890 con detector de masas HP 5973.

Parámetros cromatográficos del Horno: Temperatura inicial : 100 °C y Tiempo inicial : 2 min

Rampas:

<b>Num.</b>	<b>Velocidad</b>	<b>Temp. Final</b>	<b>Tiempo final</b>
1	20	200	0
2	1.50	245	10
3	20	280	5
4	30	310	6

### ***Interpretación de resultados:***

Se generaron curvas de calibración para cada uno de los compuestos a analizar. Se trabajó en el modo SIM con ionización química positiva. Se determinó el límite de detección y el de cuantificación para cada analito. Como estándares internos y cromatografitos se emplearon isótopos  $^{13}\text{C}$ , para determinar el porcentaje de recobro.

## **RESULTADOS**

Se presentan los resultados de los compuestos que fueron detectados y se comparan contra las tablas obtenidas del Segundo Reporte Nacional de la Exposición Humana a Químicos Ambientales de los Estados Unidos. Es importante advertir que en EUA la población más comparable con la nuestra es la de 12 a 19 años de edad. Los resultados tanto de México como de EUA están en ng/g de lípidos. Para la determinación de la media, los valores no detectables fueron tomados como límites de detección entre dos (ver final del documento).

---

## Lindano

En las Tablas 1 y 2 se muestra como en México hay mayor exposición que en EUA, donde no se encontró exposición en la población de 12 a 19 años.

En cinco comunidades encontramos exposición en más del 20% de la población, destacando los altos niveles registrados en la comunidad pesquera de Puerto Madero y en la comunidad pepenadora de San Luis Potosí.

Considerando que el lindano se excreta rápidamente del cuerpo, la exposición registrada debe considerarse como de corto tiempo. Ello hablaría de lo extendido que está el uso del lindano en nuestro país.

Debido a que las tres poblaciones más expuestas fueron comunidades marginadas, consideramos que la exposición se da a través del uso de los shampoos en contra de la escabiasis y pediculosis.

Habría que realizar mayores estudios en la población más expuesta a fin de buscar efectos en salud asociados al lindano, ya que este insecticida ha sido relacionado con daño neurológico en niños intoxicados.

**Tabla 1. Análisis de lindano en sitios de México**

	media	Pc 25	Pc 50	Pc 75	Pc 90	Pc 95	n	% +
Comarca	7.2	0.2	0.2	0.2	49.3	98.5	15	7
Zacatecas	37.2	0.2	0.2	0.2	226.1	320.9	23	16
SLP	175.7	0.2	0.2	208.2	752.0	1267.6	50	28
Querétaro	61.6	0.2	0.2	79.3	325.1	504.3	17	27
SJR	106.8	0.2	0.2	92.4	394.3	1291.6	37	30
Salamanca	nd	nd	nd	nd	nd	nd	15	0
Michoacán	13.8	0.2	0.2	13.3	94.5	126.3	13	23
Minatitlán	37.1	0.2	0.2	0.2	216.3	294.5	18	15
Pto. Madero	181.1	0.2	0.2	233.9	669.1	1230.0	20	40

**Tabla 2. Análisis de lindano en Estados Unidos**

	Geometric mean (95% conf. interval)	Selected percentiles (95% confidence interval)						Sample size
		10th	25th	50th	75th	90th	95th	
Total, age 12 and older	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	1799
Age group								
12-19 years	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	660
20 years and older	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	1139
Gender								
Males	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	863
Females	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	936
Race/ethnicity								
Mexican Americans	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	631
Non-Hispanic blacks	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	380
Non-Hispanic whites	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	646

< LOD means less than the limit of detection, which averaged 7.5 ng/g of lipid (SD 2.4, maximum value 14.5).

\* Not calculated. Proportion of results below limit of detection was too high to provide a valid result.

---

## DDE

En las Tablas 3 y 4 se muestra como en México hay mayor exposición que en EUA. Sin embargo, la diferencia entre las comunidades mexicanas (excepto Puerto Madero) y las de Estados Unidos no es tan grande. También llama la atención los niveles de la población Hispana en aquél país (aunque en este apartado ya incluyen adultos).

Todos los niños presentaron niveles de DDE.

El sureste mexicano representado por Puerto Madero es la comunidad más alta, y ello se debe a la aplicación masiva de DDT en el programa antipalúdico. Por lo tanto, Puerto Madero también podría ser tomado como representante de las zonas palúdicas del país.

La comunidad de la Comarca Lagunera es interesante ya que el DDT se utilizó para el cultivo del algodón y puede advertirse que los niveles son ahora similares a los de otras regiones del país.

En cuanto a los riesgos en salud, no existe un indicador de salud claramente asociado al DDE pero en niños, este metabolito del DDT se encuentra asociado a la apoptosis de células del sistema inmune y a inmunosupresión.

Debido a que el DDE es el último metabolito del DDT en desaparecer (es el más persistente), habría que estudiar con mayor detalle su metabolismo en humanos. En otras especies el DDE se transforma en DDE metilsulfonado que es un tóxico de la glándula adrenal. Este compuesto ya ha sido detectado en humanos.

**Tabla 3. Análisis de p,p'- DDE en sitios de México**

	media	Pc 25	Pc 50	Pc 75	Pc 90	Pc 95	n	% +
Comarca	493.0	253.8	428.3	550.7	1194.2	1336.0	15	100
Zacatecas	287.7	213.7	245.4	365.5	421.0	733.9	23	100
SLP	380.5	206.3	256.5	405.7	734.4	1667.3	50	100
Querétaro	354.3	162.7	252.8	483.3	763.0	1405.4	17	100
SJR	249.4	192.4	210.6	317.9	379.3	465.6	37	100
Salamanca	248.4	208.1	239.4	289.7	366.8	400.0	15	100
Michoacán	256.1	169.8	221.6	279.4	573.6	687.3	13	100
Minatitlán	339.0	192.1	249.0	422.7	789.7	1043.6	18	100
Pto. Madero	4058.0	2780.0	4023.0	4870.0	6032.0	6086.0	20	100

**Tabla 4. Análisis de p,p'- DDE en Estados Unidos**

	Geometric mean (95% conf. Interval)	Selected percentiles (95% confidence interval)						Sample size
		10th	25th	50th	75th	90th	95th	
<b>Total, age 12 and older</b>	260 (234-289)	74.4 (66.3-84.5)	114 (99.8-129)	226 (191-266)	537 (485-604)	1150 (1010-1310)	1780 (1520-2230)	1954
<b>Age group</b>								
12-19 years	118 (101-137)	44.8 (34.8-55.0)	69.4 (59.2-80.3)	108 (90.6-132)	185 (141-233)	339 (255-448)	528 (364-659)	686
20 years and older	297 (267-330)	86.0 (75.2-96.4)	129 (115-150)	267 (228-303)	608 (532-691)	1250 (1100-1430)	2020 (1570-2450)	1278
<b>Gender</b>								
Males	249 (221-281)	79.0 (68.6-88.2)	117 (101-133)	222 (182-264)	493 (383-571)	992 (768-1190)	1430 (1240-1850)	937
Females	270 (241-302)	68.9 (55.1-82.5)	112 (96.7-130)	234 (197-286)	601 (501-681)	1350 (1100-1630)	2170 (1650-2770)	1027
<b>Race/ethnicity</b>								
Mexican Americans	674 (572-795)	155 (136-217)	301 (252-370)	623 (507-747)	1350 (1090-1660)	3090 (2100-4610)	4940 (3280-7260)	657
Non-Hispanic blacks	295 (253-344)	66.3 (56.9-83.6)	120 (103-138)	251 (199-313)	651 (528-869)	1850 (1240-2210)	2300 (1780-4470)	416
Non-Hispanic whites	217 (193-244)	72.8 (63.2-82.2)	106 (94.4-127)	191 (169-228)	438 (363-498)	825 (650-992)	1160 (1010-1340)	732

## HEXACLOROBENCENO

En las Tablas 5 y 6 se muestra como en México hay mayor exposición al hexaclorobenceno (HCB) que en EUA, donde no se encontró exposición en la población de 12 a 19 años.

Tres de los cinco sitios con datos positivos de HCB tienen influencia de las ladrilleras.

La fuente de HCB en las ladrilleras puede ser doble. Por un lado el HCB se empleó como un fungicida para la madera y si en las ladrilleras se quemaron grandes cantidades de aserrín tratado con HCB, es probable que los niños lo hayan adquirido a través de la persistencia del plaguicida o por medio de la lactancia (si la madre fue la expuesta). La segunda ruta de exposición probable es la contaminación del combustible empleado para los hornos ladrilleros.

Habría que estudiar la población de SJR ya que más de la mitad de la población presentó evidencia de exposición a HCB.

**Tabla 5. Análisis de Hexaclorobenceno en sitios de México**

	media	Pc 25	Pc 50	Pc 75	Pc 90	Pc 95	n	% +
Comarca	6.5	0.2	0.2	4.7	35.8	40.2	15	19
Zacatecas	22.9	0.2	0.2	47.1	55.9	67.3	23	44
SLP	nd	nd	nd	nd	nd	nd	50	0
Querétaro	3.5	0.2	0.2	0.2	26.7	31.7	17	10
SJR	83.3	0.2	86.3	137.5	200.9	282.7	37	53
Salamanca	nd	nd	nd	nd	nd	nd	15	0
Michoacán	nd	nd	nd	nd	nd	nd	13	0
Minatitlán	nd	nd	nd	nd	nd	nd	18	0
Pto. Madero	23.0	0.2	0.2	0.2	151.2	157.8	20	20

**Tabla 6. Análisis de Hexaclorobenceno en Estados Unidos**

	Geometric mean (95% conf. interval)	Selected percentiles (95% confidence interval)						Sample size
		10th	25th	50th	75th	90th	95th	
<b>Total, age 12 and older</b>	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	1702
<b>Age group</b>								
12-19 years	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	591
20 years and older	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	1111
<b>Gender</b>								
Males	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	807
Females	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	895
<b>Race/ethnicity</b>								
Mexican Americans	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	583
Non-Hispanic blacks	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	350
Non-Hispanic whites	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	636

< LOD means less than the limit of detection, which averaged 60.5 ng/g of lipid (SD 19.3, maximum value 116).  
 \* Not calculated. Proportion of results below limit of detection was too high to provide a valid result.

**MIREX**

En las Tablas 7 y 8 se muestra como en México hay casi nula exposición a Mirex, a semejanza de lo que ocurre en EUA, donde no se encontró exposición en la población de 12 a 19 años.

Solamente en los casos de Zacatecas y Minatitlán se encontraron niveles de este insecticida. Habría que investigar si todavía se emplea este producto en las regiones agrícolas cercanas.

**Tabla 7. Análisis de Mirex en sitios de México**

	media	Pc 25	Pc 50	Pc 75	Pc 90	Pc 95	n	% +
Comarca	nd	nd	nd	nd	nd	nd	15	0
Zacatecas	23.3	0.2	0.2	0.2	136.9	198.7	23	18
SLP	nd	nd	nd	nd	nd	nd	50	0
Querétaro	nd	nd	nd	nd	nd	nd	17	0
SJR	nd	nd	nd	nd	nd	nd	37	0
Salamanca	nd	nd	nd	nd	nd	nd	15	0
Michoacán	nd	nd	nd	nd	nd	nd	13	0
Minatitlán	10.4	0.2	0.2	0.2	83.1	112.8	18	12
Pto. Madero	nd	nd	nd	nd	nd	nd	20	0

**Tabla 8. Análisis de Mirex en Estados Unidos**

	Geometric mean (95% conf. interval)	Selected percentiles (95% confidence interval)						Sample size
		10th	25th	50th	75th	90th	95th	
Total, age 12 and older	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	1853
Age group								
12-19 years	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	659
20 years and older	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	1194
Gender								
Males	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	887
Females	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	966
Race/ethnicity								
Mexican Americans	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	617
Non-Hispanic blacks	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	15.5 (<LOD-42.2)	39.5 (<LOD-127)	398
Non-Hispanic whites	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	688

< LOD means less than the limit of detection, which averaged 7.5 ng/g of lipid (SD 2.4, maximum value 14.6).

\* Not calculated. Proportion of results below limit of detection was too high to provide a valid result.

---

## **PCBs**

En las Tablas 9 a 14 se muestra como en México hay casi nula exposición a PCBs, a semejanza de lo que ocurre en EUA, donde no se encontró exposición en la población de 12 a 19 años.

Solamente en el caso de SJR se encontraron niveles de estos compuestos y en casi la mitad de la población estudiada. La otra excepción que es el caso de la comunidad pepenadora de SLP dos niños mostraron exposición a los PCBs y ya se está investigando al respecto.

El origen de la exposición en SJR es el empleo como combustible de un aceite contaminado con PCBs (información personal del Dr. Humberto Gómez, UNAM).

Nuestro grupo, en colaboración con el Instituto Nacional de Ecología, ha iniciado estudios para evaluar el riesgo por la exposición a PCBs en este sitio.

**Tabla 9. Análisis de PCB 138 en sitios de México**

	media	Pc 25	Pc 50	Pc 75	Pc 90	Pc 95	n	% +
Comarca	nd	nd	nd	nd	nd	nd	15	0
Zacatecas	nd	nd	nd	nd	nd	nd	23	0
SLP	15.7	0.1	0.1	0.1	0.1	368.0	50	4
Querétaro	nd	nd	nd	nd	nd	nd	17	0
SJR	87.1	0.1	0.1	189.9	234.7	271.2	37	42
Salamanca	nd	nd	nd	nd	nd	nd	15	0
Michoacán	nd	nd	nd	nd	nd	nd	13	0
Minatitlán	nd	nd	nd	nd	nd	nd	18	0
Pto. Madero	nd	nd	nd	nd	nd	nd	20	0

**Tabla 10. Análisis de PCB 138 en Estados Unidos**

	Geometric mean (95% conf. interval)	Selected percentiles (95% confidence interval)						Sample size
		10th	25th	50th	75th	90th	95th	
Total, age 12 and older	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	49.2 (42.3-57.3)	70.8 (59.3-83.7)	1930
Age group								
12-19 years	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	669
20 years and older	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	54.7 (46.0-62.3)	72.8 (65.3-80.5)	1261
Gender								
Males	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	47.2 (<LOD-59.0)	68.2 (54.5-88.3)	918
Females	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	52.8 (45.0-61.1)	72.0 (61.2-85.6)	1012
Race/ethnicity								
Mexican Americans	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	636
Non-Hispanic blacks	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	72.1 (61.7-87.8)	122 (83.6-200)	412
Non-Hispanic whites	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	49.3 (<LOD-55.0)	70.1 (55.7-85.2)	727

< LOD means less than the limit of detection, which averaged 21.1 ng/g of lipid (SD 6.7, maximum value 41.1).  
 \* Not calculated. Proportion of results below limit of detection was too high to provide a valid result.

**Tabla 11. Análisis de PCB 153 en sitios de México**

	media	Pc 25	Pc 50	Pc 75	Pc 90	Pc 95	n	% +
Comarca	nd	nd	nd	nd	nd	nd	15	0
Zacatecas	nd	nd	nd	nd	nd	nd	23	0
SLP	11.6	0.1	0.1	0.1	0.1	335.7	50	4
Querétaro	nd	nd	nd	nd	nd	nd	17	0
SJR	101.8	0.1	105.3	185.5	269.1	309.3	37	58
Salamanca	nd	nd	nd	nd	nd	nd	15	0
Michoacán	nd	nd	nd	nd	nd	nd	13	0
Minatitlán	nd	nd	nd	nd	nd	nd	18	0
Pto. Madero	nd	nd	nd	nd	nd	nd	20	0

**Tabla 12. Análisis de PCB 153 en Estados Unidos**

	Geometric mean (95% conf. interval)	Selected percentiles (95% confidence interval)						Sample size
		10th	25th	50th	75th	90th	95th	
Total, age 12 and older	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	77.8 (67.9-88.8)	112 (93.0-128)	1926
Age group								
12-19 years	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	668
20 years and older	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	83.2 (72.8-97.0)	122 (98.9-139)	1258
Gender								
Males	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	75.0 (64.2-89.0)	111 (83.9-137)	917
Females	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	79.0 (69.2-93.0)	118 (93.0-139)	1009
Race/ethnicity								
Mexican Americans	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	67.5 (56.8-76.0)	634
Non-Hispanic blacks	*	< LOD	< LOD	< LOD	59.1 (<LOD-82.6)	121 (101-146)	176 (125-299)	412
Non-Hispanic whites	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	76.4 (67.2-87.3)	102 (86.2-128)	725

< LOD means less than the limit of detection, which averaged 28.6 ng/g of lipid (SD 9.0, maximum value 55.6).

\* Not calculated. Proportion of results below limit of detection was too high to provide a valid result.

**Tabla 13. Análisis de PCB 180 en sitios de México**

	media	Pc 25	Pc 50	Pc 75	Pc 90	Pc 95	n	% +
Comarca	nd	nd	nd	nd	nd	nd	15	0
Zacatecas	nd	nd	nd	nd	nd	nd	23	0
SLP	nd	nd	nd	nd	nd	nd	50	0
Querétaro	nd	nd	nd	nd	nd	nd	17	0
SJR	4.8	0.1	0.1	0.1	5.7	86.5	37	8
Salamanca	nd	nd	nd	nd	nd	nd	15	0
Michoacán	nd	nd	nd	Nd	nd	nd	13	0
Minatitlán	nd	nd	nd	Nd	nd	nd	18	0
Pto. Madero	nd	nd	nd	Nd	nd	nd	20	0

**Tabla 14. Análisis de PCB 180 en Estados Unidos**

	Geometric mean (95% conf. Interval)	Selected percentiles (95% confidence interval)						Sample size
		10th	25th	50th	75th	90th	95th	
Total, age 12 and older	*	< LOD	< LOD	< LOD	37.4 (33.6-41.0)	62.0 (55.6-66.2)	79.0 (70.6-91.7)	1924
Age group								
12-19 years	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	667
20 years and older	*	< LOD	< LOD	< LOD	41.0 (37.6-45.2)	65.5 (56.6-71.2)	83.8 (75.6-96.3)	1257
Gender								
Males	*	< LOD	< LOD	< LOD	40.5 (34.8-44.7)	65.1 (56.6-71.4)	83.8 (72.6-97.0)	919
Females	*	< LOD	< LOD	< LOD	34.4 (30.9-38.6)	56.7 (50.9-66.6)	74.6 (66.7-85.9)	1005
Race/ethnicity								
Mexican Americans	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	41.7 (33.2-50.5)	56.6 (48.0-65.0)	633
Non-Hispanic blacks	*	< LOD	< LOD	< LOD	39.1 (32.4-48.2)	78.4 (63.1-102)	117 (89.4-160)	414
Non-Hispanic whites	*	< LOD	< LOD	< LOD	39.9 (35.9-45.0)	62.0 (56.2-68.8)	79.0 (69.5-91.9)	719

< LOD means less than the limit of detection, which averaged 14.5 ng/g of lipid (SD 4.6, maximum value 26.2).

\* Not calculated. Proportion of results below limit of detection was too high to provide a valid result.

---

## **PLOMO**

Comparando con los datos de Estados Unidos (niños de 6 a 11 años de edad), el promedio de plomo en sangre en los niños mexicanos se encuentra entre tres y cuatro veces más elevado. (Tablas 15 y 16)

Las comunidades más expuestas son las de Zacatecas, San Luis Potosí y Minatitlán. En cuanto a San Luis Potosí y Zacatecas, la primera se encuentra en el área de los vientos predominantes de una gran fundición metálica y la segunda es la Zacatecana donde se manejan residuos mineros ricos en plomo. En el caso de la zona Coatzacoalcos-Minatitlán hacemos notar que en ella operó la empresa que producía el Tetraetilo de Plomo para las gasolinas de México, en consecuencia el ambiente debe estar impactado por este metal.

Es importante señalar que para el caso del plomo ahora se sabe que los riesgos de neurotoxicidad se asocian desde los cinco microgramos de plomo por decilitro (100 ml) de sangre. De ahí la importancia de que casi el 50% del total de niños estudiados supera esta guía ambiental.

Urge establecer las rutas de exposición para el general de población, una ruta podría ser la exposición al barro vidriado y otra la exposición al chile (un alto porcentaje del chile mexicano se cultiva en suelos ricos en plomo y está demostrado el alto contenido del metal en chiles, sobre todo del estado de Zacatecas primer productor nacional).

**Tabla 15. Análisis de Plomo en sitios de México (µg/dL)**

<i>Localidad</i>	<i>Media</i>	<i>Pc. 25</i>	<i>Pc. 50</i>	<i>Pc. 75</i>	<i>Pc. 90</i>	<i>Pc. 95</i>	<i>n</i>	<i>% &gt; 5</i>	<i>% &gt; 10</i>
<b>Comarca</b>	3.7	2.0	4.2	6.0	7.0	8.0	16	44	0
<b>Zacatecas</b>	6.0	5.0	6.2	8.0	9.0	9.0	25	84	4
<b>San Luis Potosí</b>	5.6	5.0	6.0	7.0	9.0	10.0	52	80	8
<b>Querétaro</b>	4.7	3.0	5.1	6.0	8.0	11.0	19	53	5
<b>SJR</b>	4.1	3.0	4.4	5.0	8.0	11.0	43	35	5
<b>Salamanca</b>	4.5	3.0	4.7	6.0	6.0	9.0	15	53	0
<b>Michoacán</b>	4.0	3.0	4.5	5.5	7.0	8.0	12	50	0
<b>Minatitlán</b>	5.5	4.0	6.1	8.0	10.0	12.5	27	62	15
<b>P. Madero</b>	3.7	2.0	4.3	6.0	7.0	9.5	20	40	5

**Tabla 16. Análisis de Plomo en Estados Unidos**

	Geometric mean (95% conf. interval)	Selected percentiles (95% confidence interval)						Sample size
		10th	25th	50th	75th	90th	95th	
<b>Total, age 1 and older</b>	1.66 (1.58-1.73)	.800 (.700-800)	1.00 (1.00-1.10)	1.60 (1.50-1.60)	2.40 (2.30-2.80)	3.80 (3.50-4.00)	4.90 (4.50-5.50)	7970
<b>Age group</b>								
1-5 years	2.23 (1.99-2.49)	1.00 (.800-1.10)	1.40 (1.10-1.50)	2.20 (1.90-2.50)	3.30 (2.80-3.90)	4.80 (4.00-6.60)	7.00 (5.20-9.90)	723
6-11 years	1.51 (1.35-1.69)	.700 (.600-900)	.900 (.800-1.10)	1.30 (1.20-1.60)	2.00 (1.70-2.40)	3.30 (2.60-3.90)	4.50 (3.30-6.30)	905
12-19 years	1.10 (1.03-1.18)	.400 (.400-500)	.800 (.700-800)	1.00 (1.00-1.10)	1.40 (1.30-1.60)	2.30 (2.10-2.40)	2.80 (2.50-3.00)	2135
20 years and older	1.75 (1.67-1.83)	.700 (.700-800)	1.00 (1.00-1.10)	1.70 (1.60-1.70)	2.50 (2.40-2.70)	3.90 (3.60-4.10)	5.20 (4.70-5.70)	4207
<b>Gender</b>								
Males	2.01 (1.92-2.10)	.800 (.800-900)	1.30 (1.20-1.30)	1.80 (1.80-1.90)	2.90 (2.70-3.00)	4.40 (4.00-4.80)	6.00 (5.40-6.50)	3913
Females	1.37 (1.30-1.45)	.600 (.500-600)	.800 (.800-900)	1.30 (1.20-1.30)	1.90 (1.80-2.10)	3.00 (2.80-3.30)	4.00 (3.60-4.40)	4057
<b>Race/ethnicity</b>								
Mexican Americans	1.83 (1.71-1.95)	.800 (.700-800)	1.20 (1.10-1.20)	1.80 (1.60-1.90)	2.70 (2.50-3.00)	4.20 (3.80-4.60)	5.80 (5.10-6.60)	2743
Non-Hispanic blacks	1.87 (1.73-2.02)	.700 (.700-800)	1.10 (1.00-1.30)	1.70 (1.60-1.90)	2.80 (2.50-2.90)	4.20 (3.90-4.70)	5.70 (5.00-6.30)	1842
Non-Hispanic whites	1.62 (1.53-1.71)	.600 (.600-700)	1.00 (1.00-1.10)	1.60 (1.40-1.60)	2.40 (2.20-2.50)	3.60 (3.30-3.90)	5.00 (4.30-5.90)	2715

---

## **ARSÉNICO**

No existen referentes para la comparación con Estados Unidos. Los datos obtenidos por el estudio se muestran en la Tabla 17.

Las tres comunidades más expuestas (mayor porcentaje por arriba de 50 microgramos por gramo de creatinina) son comunidades que tienen presencia de arsénico en el acuífero.

Los valores del Pc 25 de estas comunidades fueron de dos a tres veces superiores a lo reportado en Minatitlán.

No obstante lo anterior, llama la atención que el Pc 90 de muchas comunidades esté cercana o menor a los 50  $\mu\text{g/g}$  creatinina que es una guía internacional en la materia.

Los riesgos para algunos niños por arriba de este percentil sería el de daño neurológico (problemas de aprendizaje y disminución del coeficiente intelectual).

**Tabla 17. Análisis de Arsénico en sitios de México ( $\mu\text{g/g}$  creatinina)**

<i>Localidad</i>	<i>Media</i>	<i>Pc. 25</i>	<i>Pc. 50</i>	<i>Pc. 75</i>	<i>Pc. 90</i>	<i>Pc. 95</i>	<i>n</i>	<i>%&gt;50</i>	<i>%&lt;50</i>
<b>Comarca</b>	33.8	25.8	37.2	43.3	63.9	65.7	20	20	80
<b>Zacatecas</b>	26.0	20.3	26.7	33.2	36.8	45.7	25	8	92
<b>San Luis Potosí</b>	24.7	14.7	21.9	37.3	67.9	82.3	48	17	83
<b>Querétaro</b>	14.1	8.5	15.1	8.8	35.0	41.7	19	5	95
<b>SJR</b>	15.1	10.4	13.8	21.5	32.5	39.9	41	4	96
<b>Salamanca</b>	40.8	27.2	58.8	63.6	72.3	82.2	15	53	47
<b>Michoacán</b>	16.5	11.3	16.5	29.5	44.3	75.2	13	0	100
<b>Minatitlán</b>	14.2	7.8	14.4	18.6	49.1	64.6	28	11	89
<b>Puerto Madero</b>	16.0	11.0	15.7	23.1	36.5	54.4	20	10	90

En la tabla 18 se muestran los valores de distribución de las sustancias estudiadas en la población total de México.

**Tabla 18. Distribución de Sustancias Tóxicas Persistentes en la Población Total en México**

	media	Pc 25	Pc 50	Pc 75	Pc 90	Pc 95	n	% +
DDE	630.8	200.1	253.8	424.1	1269.5	4849.7	209	100
Lindano	102.1	0.2	0.2	74.8	362.0	960.2	209	25
HCB	38.0	0.2	0.2	57.9	137.8	226.9	209	20
PCB 153	49.1	0.1	0.1	0.1	202.2	305.0	209	10
PCB 138	45.4	0.1	0.1	0.1	206.9	266.4	209	9
Mirex	18.4	0.2	0.2	0.2	108.9	193.6	209	3
PCB 180	4.8	0.1	0.1	0.1	5.7	86.5	209	1

---

## CONCLUSIONES

- ❖ Hasta el momento el proyecto de biomonitoreo ha demostrado valores no detectables para muchas sustancias en la población infantil analizada lo cual implica que la exposición a COPs es menor de lo esperado.
- ❖ No obstante, la exposición es mayor de lo normal para algunos compuestos como el DDE, el lindano y el hexaclorobenceno. En tanto, para el caso de los PCBs, éstos han mostrado ser un riesgo para cuando menos una de las comunidades estudiadas (SJR); lo cual lleva a preguntar cuantas comunidades más podrían estar en riesgo dado que en nuestro país existen más de 35 mil hornos ladrilleros. Se están ya realizando estudios de seguimiento en esta población en colaboración con el Instituto Nacional de Ecología .
- ❖ Debido a que las nueve comunidades seleccionadas no son representativas de la población infantil mexicana, los resultados no pueden generalizarse. Sin embargo, los datos aportan indicios sobre la situación de la población infantil en nuestro país .
- ❖ Asimismo, tomando en cuenta que el número de niños no es representativo de cada una de las comunidades estudiadas (salvo para el caso de las comunidades de SLP y SJR), los resultados no pueden generalizarse a las áreas evaluadas (hecho por demás importante para comunidades como Zacatecas, Querétaro, Salamanca y Minatitlán). No obstante, para aquellos sitios donde más del 20% de la población analizada presentó niveles detectables, es sumamente recomendable agrandar la muestra a fin de contar con valores representativos.
- ❖ Nuestro grupo iniciará el próximo año , con apoyo y colaboración del INE para parte de estos proyectos, cinco estudios más relacionados con el presente ejercicio: (1) Biomonitoreo de metales para buscar fuentes de exposición (estudio regional en San Luis Potosí). (2) Biomonitoreo de Sustancias Tóxicas Persistentes, eliminando los no detectables del presente análisis y adicionando el estudio de polibromados (un estudio en comunidades indígenas y otro estudio en 10 ciudades más del país). (3) Biomonitoreo de STPs en biota acuática (peces y lagartos). (4) Evaluación de lindano en la población de SLP, (5) Evaluación del riesgo por la exposición a PCBs en SJR.

**Tiempos de Retención, Límites de Detección (LOD) y Límites de Cuantificación (LOQ) de los Compuestos Analizados en el Programa de Biomonitorio Infantil.**

<b>Compuestos</b>	<b>Tiempo Retención</b>	<b>LOD (µg/L)</b>	<b>LOQ (µg/L)</b>
α-HCH	16.11	0.05	0.18
Hexachlorobenzene	16.48	0.10	0.33
γ-HCH	17.74	0.13	0.43
β-HCH	19.32	0.11	0.36
PCB28	20.81	0.03	0.09
PCB52	22.55	0.02	0.05
Aldrin	23.45	0.07	0.24
Oxychlorane	26.63	0.08	0.28
Heptachloroepoxide	26.84	0.08	0.28
PCB101	29.23	0.08	0.25
γ-chlordane	29.55	0.05	0.16
PCB99	29.69	0.05	0.17
α- chlordane	29.93	0.10	0.34
Trans-nonachlor	30.45	0.16	0.54
DDE	31.76	0.08	0.28
PCB118	35.61	0.02	0.06
Cis-nonachlor	36.39	0.14	0.48
PCB153	37.08	0.05	0.17
DDT	39.90	0.03	0.11
PCB138	40.01	0.04	0.13
PCB187	41.25	0.06	0.20
PCB183	41.98	0.07	0.23
PCB128	43.47	0.04	0.13
PCB180	48.37	0.05	0.17
PCB170	50.47	0.05	0.16
Mirex	50.90	0.10	0.35