

CAPACIDAD ANALITICA PARA LA DETERMINACIÓN DE COMPUESTOS ORGÁNICOS PERSISTENTES EN DOS MUNICIPIOS DEL ESTADO CARABOBO, VENEZUELA

Marrero, S.¹ González, S.¹ Guevara, Y.¹ Querales, M.²

¹ Unidad de Toxicología Molecular. Escuela de Bioanálisis. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Carabobo. Valencia. Estado Carabobo. Venezuela

² Departamento de Bioquímica. Escuela de Ciencias Biomédicas y Tecnológicas. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Carabobo. Valencia. Estado Carabobo. Venezuela

e-mail: querales.marvin@gmail.com²

Resumen: Los Compuestos Orgánicos Persistentes (COPs) son un conjunto de sustancias químicas que poseen gran toxicidad. Para evaluar los efectos sobre la salud producidos por los mismos, es necesario contar con laboratorios adecuados y especializados. Es por ello que, en el presente estudio, se evaluó la capacidad analítica para la determinación de COPs en laboratorios toxicológicos de los Municipios Valencia y Naguanagua. Se encontró que la mayoría de los laboratorios evaluados procesan muestras tanto biológicas como no biológicas para la determinación de solventes, metales, plaguicidas entre otros compuestos; contando además con equipos diversos cuyos límites de detección dependen del compuesto a analizar. Esto permite concluir que los laboratorios evaluados sí poseen capacidad analítica para la determinación de COPs. Estos hallazgos contribuyen al fortalecimiento de los programas en Venezuela que buscan dar cumplimiento a convenios internacionales para la gestión de dichos compuestos.

Palabras clave: Compuesto orgánico persistente, capacidad analítica, determinación analítica.

ANALYTICAL CAPACITY FOR THE DETERMINATION OF PERSISTENT ORGANIC POLLUTANTS IN TWO MUNICIPALITIES FROM CARABOBO STATE, VENEZUELA

Abstract: Persistent organic pollutants (POPs) are a group of chemicals that have high toxicity. To evaluate the health effects produced by them, it is necessary to have adequate and specialized laboratories. That is why, in the present study, we evaluated the analytical capability for determining POPs toxicology in laboratories of Valencia and Naguanagua Municipalities. Most of the laboratories that were evaluated process both biological and non-biological samples for determining solvents, metals, pesticides, among other compounds. They also have other equipment whose detection limit depends on the compound to be analyzed. The findings indicate that the laboratories that were evaluated do possess the analytical capability for the COPs determination. These findings contribute to strengthening of the programs in Venezuela that seek to comply with international agreements for the management of such compounds.

Key words: Persistent organic pollutants, analytical capacity, analytical determination.

INTRODUCCIÓN

Los compuestos orgánicos persistentes (COPs) son un conjunto de sustancias químicas que presentan cuatro características básicas: persistencia en el medio ambiente, capacidad de bioacumularse en la cadena alimenticia, se trasladan a grandes distancias en la naturaleza y poseen una gran toxicidad (Stockholm at 10: Chemical Challenges, Sustainable Solutions, 2011). De hecho, su presencia en el organismo se ha asociado a alteraciones neurológicas, del comportamiento y disminución de los procesos cognitivos (Weichenthal y col, 2010), así como también relación con algunos tipos de cáncer y problemas inmunitarios (Weichenthal y col, 2010; Hernández y col, 2011; Turner, Wigle y Krewski, 2011).

Estas propiedades intrínsecas de los COPs condujeron a la creación de comités internacionales para reducir y eliminar la liberación de dichos contaminantes al medio ambiente. Como resultado de estas sesiones se logró acordar un texto de Convenio que se firmó oficialmente el 23 de mayo del 2001 en Estocolmo, el cuál definió doce COPs: aldrina, endrina, dieldrina, clordano, dicloro-difenil-tricloroetano (DDT), heptacloro, mirex, toxafeno, hexaclorobenceno, bifenilos policlorados (PCB), dioxinas y furanos (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2001). Últimamente se han agregado otras sustancias como atrazina, endosulán, pentaclorofenol, éteres de bifenilo polibromado lindano, compuestos orgánicos de mercurio, compuestos orgánicos de plomo, compuestos orgánicos de estaño, fenoles policlorados, hidrocarburos poliaromáticos, parafinas, clorados de cadena corta, ftalatos, octil y monilfenoles; ampliamente utilizadas en la industria textil y en la fabricación de partes

electrónicas (Stockholm at 10: Chemical Challenges, Sustainable Solutions, 2011; Arata de Bellabarba, 2011).

Desde que entró en vigor el Convenio de Estocolmo sobre COPs han sido diversas las experiencias llevadas a cabo para cuantificar, mediante biomarcadores, el grado de exposición de la población general no expuesta a fuentes concretas de estos contaminantes, tanto en Europa (Porta, Puigdomènech y Ballester, 2009), como en Venezuela (Gil, 2006). La fuente de exposición más importante a estos compuestos es la laboral, en la manufactura y aplicación de los plaguicidas. En población general la fuente principal de aporte son los alimentos (Porta y col, 2002).

Para evaluar los efectos sobre la salud producidos por la exposición a estos agentes químicos, es necesario contar con laboratorios adecuados y especializados para la detección, identificación y cuantificación de todo tipo de sustancias químicas. Estos laboratorios deben poseer una elevada capacidad analítica pues un solo instrumento y técnica no pueden ser utilizados satisfactoriamente para todas las necesidades requeridas en la evaluación de los COPs. Es por ello que, la presente investigación se planteó caracterizar los laboratorios que procesan muestras toxicológicas en los Municipios Valencia y Naguanagua del Estado Carabobo, Venezuela, con la finalidad de determinar si poseen o no capacidad analítica para la determinación de compuestos orgánicos persistentes.

METODOLOGÍA

Se registró un total de 63 laboratorios, 57 de los cuáles estuvieron ubicados en el Municipio Valencia y 6 en el Municipio

Naguanagua del estado Carabobo, Venezuela, durante el período enero-julio del año 2010. De cada municipio se seleccionaron 4 laboratorios, debido a que son los únicos que determinan los compuestos de interés.

Prevía aceptación por parte de los encargados, se procedió a aplicar un instrumento de recolección de datos, el cual consistió en una encuesta estructurada con preguntas abiertas que fueron plasmadas en formatos personalizados a cada uno de los laboratorios.

La encuesta proporcionaba información acerca de: ubicación, tipo de laboratorio (toxicológico, clínico toxicológico, otros), Acreditación por los entes gubernamentales (Ministerio del Poder Popular para el Ambiente (MPPA), Colegio de Bioanalistas y SENCAMER (Servicio Autónomo Nacional de Normalización, Calidad, Metrología y Reglamentos Técnicos), tipo y cantidad de muestras que procesan (biológica y/o no biológica), pruebas toxicológicas y método que utilizan para llevar a cabo su procesamiento y características generales

de los equipos (modelo, marca y límites de detección).

El registro y análisis descriptivo de la información se llevó a cabo con el Software Microsoft Excel 2007, siendo los datos expresados en tablas.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los laboratorios que procesan compuestos persistentes ubicados en los municipios evaluados son: De Referencia González-Martínez, Toxicológico del Ambiente, Hidrolab Toro Consultores y el Centro de Asesoramiento Toxicológico Dr. Jorge Irrizaga (CATOX) en el municipio Valencia; y Laboratorio Toxicológico Ambiental (LABTA), Centro de Investigación Toxicológica UC (CITUC), Unidad Toxicológica Molecular (UTM) y el Laboratorio de Análisis Instrumental de la Universidad de Carabobo en el municipio Naguanagua.

En la tabla N°1, se evidencian Frecuencia de laboratorios por cada municipio que procesan los tipos de muestras biológicas y no biológicas encuestadas.

Tabla N°1. Frecuencia de laboratorios por cada municipio que procesan los tipos de muestras biológicas y no biológicas encuestadas.

TIPO DE MUESTRA		MUNICIPIO VALENCIA (TOTAL=4)		MUNICIPIO NAGUANAGUA (TOTAL=4)	
		n	%	n	%
BIOLÓGICA	Contenido Gástrico	1	25	1	25
	Líquido Cefalorraquídeo	1	25	0	0
	Orina	4	100	3	75
	Pelos	1	25	1	25
	Saliva	1	25	1	25
	Sangre	4	100	2	50
	Suero	1	25	1	25
	Tejido Muscular	1	25	0	0
	Uñas	1	25	0	0
NO BIOLÓGICA	Agua	3	75	1	25
	Alimentos	1	25	0	0
	Aire	1	25	2	50
	Efluentes Industriales	1	25	0	0
	Emisiones Atmosférica industriales	1	25	0	0
	Jugos (Bebidas)	1	25	0	0
	Medicamentos	1	25	0	0
	Muestras para evaluar contaminantes en el ámbito de Higiene industrial	1	25	0	0
	Plaguicidas	1	25	0	0
	Plantas	1	25	0	0
	Sanitarios	1	25	0	0
	Suelos	1	25	1	25

Se evidenció que siete (87,5%) de los ocho (8) laboratorios encuestados procesan muestras biológicas. El 100% de los ubicados en el Municipio Valencia y 75% del Municipio Naguanagua procesan muestra de orina, siendo ésta la muestra de mayor

procesamiento en relación al número de laboratorios encuestados, seguida de la muestra de sangre, procesada por el 75% de los ocho (8) laboratorios encuestados. Sin embargo, es necesario destacar que los laboratorios que no procesan este tipo de

muestras, son laboratorios especializados en muestras no biológicas.

Es importante señalar que una gran cantidad de laboratorios que procesan muestras de orina y sangre (en relación con la cantidad de laboratorios encuestados), responde principalmente a la sencillez del procedimiento para el análisis de dichas muestras, tanto para el paciente en cuanto a la toma de muestra como para el analista. Estas muestras son sumamente importantes en el análisis de compuestos persistentes, ya que, en el caso de la orina es un vehículo de eliminación de numerosos tóxicos como alcaloides, barbitúricos, arsénico, plomo, mercurio, cobre; además, los compuestos son excretados en mayor o menor parte por vía renal, ya sea en forma de compuestos inalterados o en forma de diversos metabolitos (Baht y Moy, 1997; Sen, 2002).

En el caso de las muestras no biológicas, se evidenció que la muestra más común, procesada en el 50% de los laboratorios encuestados, es la muestra de Agua, seguida de la muestra de Aire, procesada en el 37,5% de los ocho (8) laboratorios total encuestados. Tanto el agua como el aire, son elementos que están en contacto directo y permanente con el ser humano y, al mismo tiempo, son los que han sufrido en mayor grado los daños ocasionados por el deterioro

y la contaminación ambiental. En este sentido, es sumamente valioso percatarse de que, al menos en los Municipios Valencia y Naguanagua del Estado Carabobo, se ha tomado conciencia de ello y se ha hecho énfasis especial en el análisis y procesamiento de muestras de estos elementos, relacionado en gran medida con el auge industrial de la Ciudad de Valencia (Ladrón de Guevara y Moya, 1995).

Las muestras de efluentes industriales, sanitarios, muestras para evaluar contaminantes en el ámbito de Higiene industrial y suelos, son procesados por el 25% de los laboratorios ubicados en el Municipio Valencia. Las muestras de plaguicidas, medicinas, alimentos, bebidas y plantas, son procesadas en el mismo municipio en igual proporción. En el Municipio Naguanagua, son procesados muestras de suelo tan solo en el 25% de los laboratorios. Estos resultados revelan que en el municipio Valencia hay mayor diversidad de laboratorios que puedan procesar muestras provenientes del sector industrial o agrario.

En la tabla N°2 se puede apreciar el Número de laboratorios por cada municipio que procesan las pruebas encuestadas para la determinación de exposición a los COPs.

Tabla N° 2. Número de laboratorios por cada municipio que procesan las pruebas encuestadas para la determinación de exposición a los COPs.

PRUEBAS PARA LA DETERMINACIÓN EXPOSICIÓN	MUNICIPIO VALENCIA (TOTAL=4)		MUNICIPIO NAGUANAGUA (TOTAL=4)	
	n	%	n	%
Solventes	4	100	3	75
Plaguicidas	1	25	1	25
Metales	3	100	3	75
Otros	2	25	1	25

Los solventes son procesados en siete (87,5%) de los ocho (8) laboratorios encuestados, 4 del Municipio Valencia y 3 del Municipio Naguanagua. El 75% de los laboratorios tanto del Municipio Valencia y Naguanagua determina metales y un 25 % otros compuestos. Tan sólo el 25% de los laboratorios de ambos municipios evalúan la presencia de plaguicidas. Esta información

permite conocer la existencia de laboratorios con capacidad para analizar los elementos antes mencionados.

Es significativo destacar la información proporcionada por la tabla N°3, la cual muestra el número de laboratorios que aplican los distintos métodos utilizados en el procesamiento de compuestos persistentes.

Tabla N°3. Número de laboratorios por cada municipio que aplican los distintos métodos utilizados en el procesamiento de compuestos persistentes.

MÉTODO QUE SE UTILIZAN PARA PROCESAMIENTO DE COMPUESTOS PERSISTENTES	LABORATORIOS ENCUESTADOS QUE PROCESAN COMPUESTOS PERSISTENTES			
	MUNICIPIO VALENCIA (TOTAL=4)		MUNICIPIO NAGUANAGUA (TOTAL=4)	
	n	%	n	%
Absorción Atómica	2	50	3	75
ICP	1	25	0	0
Ultravioleta Visible	1	25	2	50
Cromatografía de Gases	1	25	3	75
Cromatografía de Capa Fina	1	25	0	0
Espectrofotometrías	2	50	0	0
Pruebas Colorimétricas	2	50	0	0
HPLC	0	0	1	25

El método más utilizado es la Absorción Atómica; se ubica en cinco (5) laboratorios (62,5%), del total de los laboratorios encuestados: 2 en el Municipio Valencia y 3 del Municipio Naguanagua. Seguido por la Cromatografía de Gases, la cual es utilizada en cuatro (4) laboratorios (50%) de los ocho laboratorios encuestados, 1 ubicado en el Municipio Valencia y 3 del Municipio Naguanagua.

En la tabla N°4 se indica la marca, niveles de detección y ubicación de los equipos, en cada uno de los laboratorios encuestados. La variedad encontrada permite afirmar que, en cuanto a equipos, en los Municipios Valencia y Naguanagua, se cuenta con la

dotación necesaria para realizar una identificación, y cuantificación de los compuestos persistentes presentes en muestras ambientales y biológicas.

En relación al límite de detección de los equipos en estudio, se puede observar que son variados, dependiendo del método utilizado, y de las condiciones analíticas de cada laboratorio, oscilando entre unidades tan bajas como μg hasta mg/dL . El conocimiento de estas concentraciones en distintos elementos del medio ambiente, permitirá un mejor diagnóstico de intoxicaciones en individuos sometidos al contacto con dichos elementos.

Tabla N°4. Tipos de Equipos utilizados y el número de laboratorios encuestados que los disponen para la determinación de compuestos persistentes

EQUIPOS	MARCA / MODELO	LÍMITE DE DETECCIÓN	LABORATORIOS ENCUESTADOS QUE PROCESAN COMPUESTOS PERSISTENTES			
			MUNICIPIO VALENCIA (TOTAL=4)		MUNICIPIO NAGUANAGUA (TOTAL=4)	
			n	%	n	%
Espectrofotómetro de Absorción Atómica	Perkin Elmer AA. Analyst 200	Hg en Orina $\geq 0.6 \mu\text{g/dL}$; ; Pb en Sangre $\geq 0,6 \mu\text{g/dL}$; Pb en Orina $\geq 2,4 \mu\text{g/24h}$; Cu: $0,1\text{mg}/\mu\text{L}$; Zn: $0,1\text{mg}/\mu\text{L}$;	2	50	0	0
	Unicalibrator Diagnóstica STAGO	Hg en Orina $\geq 0.6 \mu\text{g/dL}$	1	25	0	0
	GBC 932 AA	0,1 a 1 abs	0	0	1	25
	Perkin Elmer AA. 3100	Pb: $0,001\text{mm/dL}$; Hg: $2,2\text{mm/dL}$	0	0	2	50
ICP	ICP Perkin Elmer. Óptima 7000DV	Metales: $< 0,001\text{mg/L}$; Formaldehído $< 0,01\text{mg/L}$;	1	25	0	0
Cromatógrafo de Gases	SRI Gas 8610 Genesys 10vv	COV: $< 0,1\text{mg/L}$.	1	25	0	0
	Agilent Technologies 6890U	no fueron suministrados	0	0	1	25
	Varian 3800	10 a $30 \mu\text{v}$	0	0	1	25
	Shimatzu GC14	no fueron suministrados	0	0	1	25
HPLC	Perkin Elmer200 NCI 901	no fueron suministrados	0	0	1	25
Detector de Masa	Agilent Technologies 2589 ^a	no fueron suministrados	0	0	1	25
Infrarrojo	FTIR-84005 SHIMADZU	0,5 Abs	0	0	1	25
Espectrofotómetro UV visible	Perkin Elmer Precisely Lambda 25	0,5 Abs	0	0	1	25
	Lambda 3D	no fueron suministrados	0	0	1	25
	Espectronyc 20 Bauch & Lomb	$\leq 5\text{mg/dl}$	1	25	0	0

CONCLUSIONES

Haciendo un análisis global de los resultados obtenidos, se puede concluir que en el Estado Carabobo, específicamente en los Municipios evaluados, se cuenta con capacidad analítica para la determinación de COPs; siendo importante la difusión de esta información para el conocimiento público de la región.

Cabe destacar que en cada país que haya suscrito el Convenio de Estocolmo, ha llevado a cabo un proyecto denominado Plan Nacional de Implementación, con miras a dar cumplimiento con la eliminación y control de los COPs. En Latinoamérica se han reportado avances importantes al respecto, tal como los mostrados en Uruguay (Capacidad analítica de Uruguay en contaminantes orgánicos persistentes: situación y perspectivas, 2005) y Chile (Plan Nacional de Implementación para la Gestión de los Contaminantes Orgánicos Persistentes en Chile: Fase I, 2005), cuyos resultados han aportado bases para que el estado desarrolle y potencie las capacidades existentes en dichos países.

En Venezuela, de forma similar, se han ejecutados proyectos para la formulación y elaboración del Plan Nacional de Implementación, en el cual se definen las estrategias nacionales concretas para la reducción y eliminación de los COPs (Informe preliminar de inventarios de contaminantes orgánicos persistentes en la República Bolivariana de Venezuela, 2006). Como parte de las actividades definidas en el mencionado proyecto, se ejecutó una fase denominada "Establecimiento de inventarios de COP y evaluación de la infraestructura y capacidad nacional", donde se contempló la realización de un inventario nacional. Esta fase fue ejecutada exitosamente obteniéndose una visión preliminar de la

situación en el país con respecto a los COPs. No obstante, en ese informe no se presentaron resultados de forma municipal.

Es por ello, que la presente investigación representa un aporte novedoso para Venezuela, contribuyendo al conocimiento público del conjunto de recursos o de infraestructura con el que se cuenta en los Municipios Valencia y Naguanagua para la determinación de COPs. Fortaleciendo, además, los programas nacionales que tienen como objetivo fundamental implementar el Convenio de Estocolmo.

REFERENCIAS

Arata de Bellarba, G. (2011). Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs): qué son y cómo afectan el medio ambiente y la salud. En Revista Venezolana de Endocrinología y Metabolismo, 9(2):34-36.

Baht, R., y Moy, G. (1997). Monitoring and assessment of dietary exposure to chemical contaminants. World Health Statistics Quarterly (Geneva). Vol 50, 132-149.

Capacidad analítica de Uruguay en contaminantes orgánicos persistentes: situación y perspectivas. (2005). Consultado el 30 de abril de 2013 desde <http://www.relasc.org/index.php?/esp/5/2/Uruguay/Capacidad-analitica-de-Uruguay-em-contaminantes-organicos-persistentes-COPs-situacion-y-perspectivas>

Gil, M. (2006). Informe ciudadano de la situación de los Contaminantes Orgánicos Persistentes en Venezuela. En Proyecto Internacional de Eliminación de los COP. Disponible en www.ipen.org

Hernández A., Parrón T. y Alarcón R. (2011). Pesticides and asthma. En Curr Opin Allergy Clin Immunol, 11:90-96.

Ladrón de Guevara, J., y Moya, V. (1995). Toxicología médica, clínica y laboral. 38 (9)1678-1684.

Fecha de recepción: 04 de noviembre de 2014

Fecha de aceptación: 21 de noviembre de 2014

Plan Nacional de Implementación para la Gestión de los Contaminantes Orgánicos Persistentes en Chile: Fase I. (2005). Consultado el 30 de abril de 2013 desde <http://www.pnud.cl/publicaciones/COPs.pdf>

Porta M., Kogevinas M., Zumeta E., Sunyer J. y Ribas-Fito N. (2002). Concentraciones de compuestos tóxicos persistentes en la población española: el rompecabezas sin piezas y la protección de la salud pública. En Gac Sanit 16:257-266.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2001). Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes. PNUMA, Suecia.

Sen, A. (2002). Environmental Separation of Heavy Metals: engineering processes. Lewis Publishers, Boca Raton, EE.UU.

Stockholm at 10: Chemical Challenges, Sustainable Solutions. (2011). Fifth Meeting of the Conference of the Parties to the Stockholm Convention. Geneva, Switzerland.

Turner M., Wigle D. y Krewski D. (2011). Residential pesticides and childhood leukemia: a systematic review and meta-analysis. En Cien Saude Colet, 16(3):1915-1931.

Weichenthal S., Moase C. y Chan P. (2010). A review of pesticide exposure and cancer incidence in the Agricultural Health Study cohort. En Environ Health Perspect, 118:1117-1125.