

RESIDUOS DE PLAGUICIDAS ORGANOCOLORADOS Y ORGANOFOSFORADOS EN RIÑONES DE CERDOS PROCEDENTES DE GRANJAS DE LOS ESTADOS ARAGUA Y CARABOBO, VENEZUELA

Organochlorine And Organophosphates Pesticides Residues In Pig Kidneys From Aragua And Carabobo States, Venezuela

Jenner de Jesús Guevara-Pérez¹; Elena del Carmen Briceño-Ferreira²; José Gregorio Riera-Betancourt³ y Darwain Arrieta-Mendoza²

¹Cátedra de Medicina Poblacional y ² Cátedra de Farmacología Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Central de Venezuela. ³Laboratorio SEDICOMVET. Maracay, Venezuela. edelcbf@hotmail.com

RESUMEN

La presencia de residuos de plaguicidas en los alimentos de origen animal consumidos por la población, puede producir serias repercusiones en su salud. Los plaguicidas organoclorados (OC) y organofosforados (OF) se usan frecuentemente en la agroindustria nacional. El objetivo de esta investigación fue determinar los residuos de plaguicidas OC y OF en riñones de cerdos procedentes de granjas de los estados Aragua y Carabobo, Venezuela. En una planta beneficiadora de cerdos se tomaron en forma aleatoria, muestras de riñón de cerdos provenientes de once granjas de cría intensiva del estado Aragua y nueve del estado Carabobo, durante el período octubre 2010 a marzo 2011. Las muestras se llevaron al laboratorio para su posterior procesamiento y análisis, determinándose la presencia de plaguicidas mediante la técnica de Cromatografía Líquida de Alta Resolución, según el método oficial AOAC 2007.01. Los resultados evidenciaron que el 100% de las granjas del estado Aragua fueron positivas a la presencia de algún compuesto OC. En el estado Carabobo, solamente en el 33,33% de las granjas muestreadas se detectaron residuos de plaguicidas OC. El dieldrin fue el OC más frecuente detectado y con mayor concentración, en ambos Estados. En relación a los OF, el 63,63% de las granjas del estado Aragua presentaron residuos. En el estado Carabobo, el 100% de las granjas tuvieron residuos de al menos un compuesto OF. El parathion fue el OF con la mayor concentración en ambos Estados. Todos los niveles de plaguicidas encontrados estuvieron por encima del Límite Máximo de Residuos (LMR) establecido internacionalmente por el *Codex Alimentarius* y la Unión Europea. Los hallazgos descritos en este trabajo, ponen en evidencia que no existe un uso racional de plaguicidas en Venezuela.

Palabras clave: Plaguicidas; organoclorados; organofosforados; riñones; cerdos.

ABSTRACT

The presence of pesticide residues in animal foods consumed by the population, can cause serious impacts in its health. Organochlorine (OC) and organophosphate (OP) pesticides are frequently found in the national agroindustry. The purpose of this investigation was to determine pesticide residues of OC and OP in kidneys of pigs from farms of Aragua and Carabobo State, Venezuela. Kidney samples from eleven pig farms and kidney samples from nine pig farms of Aragua and Carabobo States, respectively, were randomly taken during the period October 2010 to March 2011. Samples were subsequently submitted to the laboratory for processing and analysis, using High Resolution Liquid Chromatography, according to the AOAC Official Method 2007.01. The results of the investigation show that 100% of farms in the Aragua State were positive to the presence of some OC pesticide, while in the State of Carabobo, only 33.33% of sampled farms resulted positive to the presence of OC pesticide residues. Dieldrin was the most frequently OC detected, with the highest concentration in both States. Regarding OP pesticides, 63.63% of the farms of the State of Aragua showed residues. In the State of Carabobo, all farms had residues of at least one OP compound. Parathion was the OP with the highest concentration in both States. Concentration of all pesticides found, exceeded the Maximum Residue Limits (MRL) established internationally by the *Codex Alimentarius* and the European Union. The findings described in this paper highlight of continued, indiscriminate, and irrational use of pesticides in Venezuela.

Key words: Pesticides; organochlorines; organophosphates; kidneys; pig.

INTRODUCCIÓN

El uso de plaguicidas en la agricultura constituye un método habitual de control de plagas y enfermedades, que contribuye a mejorar la productividad agrícola. El control de plagas con el uso de agroquímicos ha traído como consecuencia que, una parte de estas sustancias persistan en el ambiente, conservando sus propiedades activas que pueden permanecer tanto en invertebrados como vertebrados [11].

Históricamente, los plaguicidas organoclorados (OC) y organofosforados (OF) son los dos tipos de agroquímicos más utilizados para el control de plagas; con el pasar de los años, ha ido creciendo la preocupación por los contaminantes orgánicos persistentes y los potenciales efectos adversos sobre la salud, principalmente producidos por los OC [36], contaminantes persistentes y prohibidos hoy en día en la mayoría de los países; no obstante, a pesar de esta prohibición, en Venezuela se ha incrementado el uso del principal compuesto OC conocido como DDT (Dicloro Difetil Tricloroetano), el cual resulta económicamente más accesible y con menores dificultades técnicas para su aplicación [26].

Los plaguicidas OC son compuestos químicos no volátiles que presentan alta estabilidad física y química, son insolubles en agua, pero altamente solubles en disolventes orgánicos y afines a los tejidos adiposos de vertebrados o compuestos grasos de los alimentos [11]. Estas características favorecen su persistencia en el ambiente y su lenta degradación biológica. Su vida media es de cinco años, aunque varía según el compuesto, por ejemplo, la vida media para el β -hexaclorociclohexano (HCH), conocido popularmente como lindano, es de tres años; para el aldrín de seis años; y para el 1,1,1-tricloro-2,2-bis (4 clorofenil) etano (DDT), de 30 años [43]. Los compuestos representativos son: DDT, aldrín, dieldrín y endrín, así como endosulfán y lindano. Dichos compuestos son utilizados en los sectores agrícolas y sanitarios, para el control de plagas y vectores de enfermedades [43].

Los OF se encuentran disponibles comercialmente y suelen emplearse como insecticidas agrícolas. Estos compuestos orgánicos se caracterizan por su rápida y efectiva absorción, prácticamente por todas las vías: tracto gastrointestinal, piel, mucosas y la vía respiratoria. Luego de su absorción, la mayoría de los OF se hidrolizan y se excretan casi totalmente por la orina [44, 48, 49].

El uso indiscriminado de estos compuestos en los cultivos, genera desequilibrios en el ambiente de los agricultores, animales de consumo y consumidores, debido al efecto residual que estos compuestos tienen sobre los alimentos [8, 37, 47], sobre todo los OC, cuya distribución en el aire, suelo, agua y biota, va exponiendo directamente a los seres vivos a estas sustancias e,

indirectamente, a los productos alimentarios dirigidos al consumo, pudiendo estar presentes en prácticamente todas las categorías de alimentos. Además, desde el punto de vista de la gestión de riesgo, la ingesta alimentaria se considera una potencial fuente de exposición a plaguicidas [11, 32, 39].

La presencia de plaguicidas OC y OF en diversos productos alimentarios, ha sido motivo de estudios a nivel internacional, tanto en alimentos de origen vegetal [7, 10, 19, 20, 28, 32], como de origen animal [13, 21, 31], destinados al consumo humano. En el país se han realizado estudios en los estados Aragua, Guárico, Lara, Zulia y Mérida, tanto en los alimentos procesados como en las fórmulas infantiles [27], el yogurt firme [29], la mantequilla [9], así como también, en los no procesados como la cebolla (*Allium cepa*) [33], el durazno (*Prunus pérsica*) [12], la leche y el agua [41], habiéndose demostrado la presencia de distintos tipos de OC y OF, cuyas concentraciones exceden los parámetros recomendados por el *Codex Alimentarius* [34].

La ingesta de productos potencialmente contaminados con estos plaguicidas repercute sobre la salud humana. Se producen efectos a corto plazo, tales como neurotoxicidad [44, 48, 49], dolores de cabeza y náuseas y efectos crónicos como cáncer, daños reproductivos, disfunción endocrina, mutagénesis, teratogénesis y alteraciones de una gran variedad de funciones metabólicas [2].

Los cerdos (*Sus scrofa domestica*) pueden contaminarse con compuestos OC u OF, al consumir agua o ingerir alimentos elaborados con materias primas contaminadas, debido al mezclado, o al derramamiento inadvertido de insecticidas sobre éstos, o por la aplicación de insecticidas en los barcos, para evitar el efecto de los insectos y hongos, pudiendo alterar su salud, desempeño zootécnico y convertirse en una fuente de exposición para la población consumidora, debido a que los residuos de estos compuestos persisten en carne y leche por mucho tiempo; por ende, estos cerdos no deberían continuar dentro de la cadena alimentaria [36, 42].

El uso de productos químicos en animales está regulado por la legislación de muchos países. En los Estados Unidos esta responsabilidad está a cargo de la Agencia de Alimentos y Medicamentos (FDA, por sus siglas en inglés) [18]. Venezuela se rige por las pautas dictadas por el *Codex Alimentarius* [35]. No obstante, la presencia de niveles detectables de estos plaguicidas en hígado, riñón y cerebro, es esencial para la confirmación del diagnóstico y exposición de los cerdos, sobre todo cuando se trata de OC [42].

La industria porcina nacional genera una considerable cantidad de proteína de origen animal, destinada al consumo humano, principalmente en los estados Aragua y Carabobo donde se concentra el mayor número de granjas intensivas de cerdos en Venezuela.

Partiendo de la premisa de contribuir a mejorar la vigilancia zoonosanitaria en el país y considerando la escasa evidencia científica relacionada con la presencia de residuos de plaguicidas OF y OC en cerdos y sus derivados para consumo humano, y el riesgo que esto representa para la salud pública; el objetivo de esta investigación fue detectar residuos de plaguicidas OC y OF en riñones de cerdos procedentes de granjas de los estados Aragua y Carabobo, Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras objeto de este estudio fueron obtenidas de cerdos mestizos de cruces comerciales (Yorkshire, Landrace, Duroc Jersey y Hampshire) provenientes de 11 granjas intensivas del estado Aragua (temperatura media anual 24 a 27 °C, precipitación 930 a 1150 mm anual, con periodo lluvioso desde mayo a octubre) [24] y nueve del estado Carabobo (temperatura media anual 23 a 25,5 °C, precipitación 900 a 1500 mm anual, con periodo lluvioso desde mayo a octubre) [25]. Los cerdos fueron beneficiados en un matadero industrial ubicado en el estado Aragua, durante el periodo octubre 2010 – marzo 2011. Con el fin de trabajar con un 95% de confianza y un 5% de error máximo, se seleccionaron al azar, 30 riñones de las canales que provenían de una misma granja, hasta completar 20 grupos (20 granjas muestreadas), para un total de 600 riñones. De cada riñón se tomó una muestra con un peso aproximado de 50 gramos (g). Las muestras se almacenaron en bolsas plásticas con cierre hermético, se identificaron y conservaron en un congelador (Revco Scientific Inc. ULT 1386-3-A14, EUA), a -20 °C, hasta su posterior análisis.

Preparación de los estándares

Se colocaron en sendos viales, 10 ppm del estándar OC (Accustandard) y 10 ppm del estándar OF (Accustandard) y se realizó la inyección al Cromatógrafo de Gases Hewlett Packard Modelo 6890, EUA, con detector de masa Modelo 5973; Columna Agilent J&W GC HP-5MS, EUA (longitud 30 mm, diámetro interno 0,250 mm, con un grosor capilar de 0,25 μ).

La temperatura límite inicial fue de 60 °C, hasta los 328 °C, modo SIM (Single Ion Monitor) tiempo en el que sale el primer pico 40 min, para un tiempo total de corrida de 68 min.

Procesamiento de las muestras

La determinación de plaguicidas se realizó de acuerdo con el método descrito por la Association of Official Analytical Chemists (AOAC) 2007.01 [1]. El total de 30 muestras de riñón recolectadas por cada granja se agrupó (*pool*), cada *pool* de muestra fría se trituró con ayuda de una espátula para conseguir la homogenización y se pesaron 10 g en una balanza analítica (OHAUS, EUA), se colocaron en un tubo de centrifuga de propileno con tapa, y se adicionaron 15 mL de acetonitrilo con 1% de ácido acético. Se colocó el tubo en agua con hielo, hasta enfriar bien la muestra y se adicionó 1g citrato de sodio, 0,5 g de citrato disódico de hidrógeno sesquihidrato, 4 g de sulfato de magnesio y 1 g de cloruro de sodio a cada muestra, cuidando de que no se calentara excesivamente y se agitó en un vórtex Mixer (modelo: EL-L-Vm200 United Producos & Instruments Inc., EUA) durante 30-60 seg. Se centrifugó en una centrifuga (LAB DIGITAL Modelo DSC-300SD, Taiwan), durante 10 min a 1233 “g”, para separar el material sólido. Seguidamente, se extrajo la parte superior (acetonitrilo) en una capsula de Petri y se volvió a adicionar 15 mL de acetonitrilo al tubo de centrifuga, realizando esta extracción por triplicado y recolectando el acetonitrilo en la cápsula. El contenido de la cápsula se sometió a un proceso de desecación, a una temperatura no mayor de 40 °C. Posteriormente, se reconstituyó con 2 mL de hexano grado espectrofotométrico y se colocó en un tubo de limpieza de extracción en fase sólida, para eliminar el exceso de agua y contaminantes no deseados de la muestra extraída; luego se agitó en un vórtex por 30 seg. En seguida se centrifugó durante 10 min a 1233 “g”, para separar el material sólido, y se transfirió a un vial de 1,5 mL para realizar la inyección en el cromatógrafo de gases.

Análisis estadístico

El estudio propuesto fue una investigación no experimental de tipo descriptivo transeccional, debido a que la unidad de análisis fue observada en un solo punto en el tiempo, no manipulándose deliberadamente las variables, ni construyendo alguna situación, sino observando situaciones ya existentes [4, 22].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las TABLAS I y II se muestran los niveles de residuos de compuestos OC detectados en muestras de riñón de cerdos beneficiados, procedentes de granjas porcinas de los estados Aragua y Carabobo, respectivamente. Se observó que el 100% (11/11) de las granjas localizadas en el estado Aragua fueron positivas a la presencia de algún compuesto OC, y que el dieldrín fue el que se determinó con más frecuencia en todas las granjas estudiadas, siendo, además, el compuesto con mayor concentración, con un nivel de hasta 45,23 ppm. (TABLA I).

TABLA I
**NIVELES DE COMPUESTOS ORGANOCORADOS (PPM), DETECTADOS EN MUESTRAS DE RIÑÓN DE CERDOS
 PROCEDENTES DE GRANJAS PORCINAS DEL ESTADO ARAGUA, DURANTE EL PERÍODO OCTUBRE 2010 – MARZO 2011**

Granjas OC	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Hexacloro benceno	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
α -lindano	0,40	0,43	ND	0,39	0,50	ND	ND	0,42	ND	0,27	0,47
γ -lindano	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,01	ND	ND	ND	ND
β -lindano	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
δ -lindano	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Aldrin	ND	0,08	0,02	ND	0,07	0,05	ND	ND	ND	ND	ND
Isodrin	ND	ND	0,08	0,03	0,01	ND	0,03	0,02	ND	0,01	0,02
Oxyclordan	ND	1,23	3,03	4,19	0,82	0,79	0,85	1,65	ND	1,65	3,47
Heptacloro epóxido isómero	ND	1,05	1,37	1,05	5,20	2,81	1,71	0,77	ND	ND	2,11
Transclordano	ND	ND	ND	ND	0,01	ND	ND	ND	ND	ND	ND
o.p. DDE	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cisclordano	ND	0,77	1,49	2,83	0,64	ND	ND	ND	ND	ND	2,63
p.p. DDE	ND	ND	0,76	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Dieldrín	7,0	19,53	17,34	26,87	14,41	10,12	6,42	6,38	3,38	4,80	45,23
o.p. DDD	0,17	ND	0,47	ND	0,20	0,42	0,20	0,17	0,19	1,86	0,27
Endrin	0,43	0,29	0,35	0,18	0,16	0,19	0,12	0,18	0,21	ND	0,23
o.p. DDT	0,83	8,06	2,60	0,69	ND	5,89	ND	0,98	3,15	ND	10,30
Metoxicloro	2,76	7,20	4,83	13,73	0,65	4,85	0,36	0,73	1,49	ND	18,62

ND = no detectable

Con relación al estado Carabobo (TABLA II), sólo 3 de 9 granjas (33,33%) fueron positivas a la presencia de compuestos OC. De los compuestos detectados, el de mayor concentración

y frecuencia, al igual que en las granjas ubicadas en el estado Aragua, fue el dieldrín, con un nivel máximo de 28,97 ppm.

TABLA II
**NIVELES DE COMPUESTOS ORGANOCOLORADOS (PPM), DETECTADOS EN MUESTRAS DE RIÑÓN DE CERDOS
 PROCEDENTES DE GRANJAS PORCINAS DEL ESTADO CARABOBO, DURANTE EL PERÍODO OCTUBRE 2010 – MARZO 2011**

Granjas OC	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Hexacloro benceno	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
α -lindano	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,13	1,74	0,47
γ -lindano	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,01	ND	0,01
β -lindano	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
δ -lindano	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Aldrin	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,03	ND	0,02
Isodrin	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,25	ND
Oxyclordan	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,82	1,21	1,22
Heptacloro epóxido (isómero)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	3,13	ND	ND
Transclordano	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
o,p, DDE	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cisclordano	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
p,p, DDE	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Dieldrín	ND	ND	ND	ND	ND	ND	7,85	28,97	6,04
o.p. DDD	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,36	0,23	0,12
Endrin	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,28	ND	ND
o.p. DDT	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1,55	2,19
Metoxicloro	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,78	1,61

ND = no detectable

Estos resultados coinciden con los de Osibanjo y Adeyeye [31], quienes evaluaron diferentes órganos de cerdos en Nigeria, determinando que el dieldrín fue el OC más frecuentemente encontrado.

El dieldrín es un metabolito del aldrín, por lo que los productos alimentarios de origen animal tienen una frecuencia de contaminación mayor con el dieldrín que con el aldrín, aunque también puede comercializarse directamente en forma de dieldrín. El dieldrín es un compuesto organoclorado muy persistente, con movilidad en el suelo baja, volátil y bioacumulable. Tiene características de liposolubilidad, bioacumulación y persistencia en el ambiente alta, por lo que entra en la clasificación de Contaminante Orgánico Persistente (COP); además, puede ser transportado a grandes distancias a través de la atmósfera. Aunque en la actualidad está prohibido su uso en la mayor parte del mundo, aún pueden existir depósitos de dieldrín en el ambiente [15].

En esta investigación, la presencia del dieldrín, como el OC detectado en mayor concentración, indica la posible contaminación de la materia prima vegetal utilizada en la elaboración del alimento balanceado para consumo de los cerdos criados en la Región Central. Por otra parte, de los 18 compuestos investigados, el hexaclorobenceno, β -lindano, d-lindano (isómeros del lindano)

y o.p. DDE (diclorodifenildicloroetileno), no se detectaron en ninguna de las muestras analizadas en los dos Estados.

Al observar las TABLAS I y II, se puede evidenciar que el dieldrín, metoxicloro, o.p. DDT, heptacloro y el oxyclordan, fueron los compuestos OC que con mayor frecuencia y concentración se detectaron en todas las granjas evaluadas en ambos Estados.

Al comparar los niveles de estos productos con los límites establecidos internacionalmente por el *Codex Alimentarius* y la Unión Europea para compuestos OC en vísceras y carne porcina (DDT: 1 ppm; heptacloro y dieldrín: 0,2 ppm; metoxicloro: 0,01 ppm y clordano: 0,05 ppm [15, 34]), se apreció que todos ellos sobrepasaron dichos límites.

Las TABLAS III y IV revelan las concentraciones de residuos de compuestos OF detectados en muestras de riñón de cerdos beneficiados, procedentes de granjas porcinas de los estados Aragua y Carabobo. Los resultados expresan que el 63,63% (7/11) de las granjas localizadas en el estado Aragua resultaron positivas a la presencia de compuestos OF, siendo el metilparathion y el methidation los más frecuentes, al detectarse en 4 de las 11 granjas evaluadas (36,36%), mientras que el fonofós y el carbofenotión no fueron detectados en ninguna de las muestras analizadas.

TABLA III
NIVELES DE COMPUESTOS ORGANOFOSFORADOS (PPM), DETECTADOS EN MUESTRAS DE RIÑÓN DE CERDOS PROCEDENTES DE GRANJAS PORCINAS DEL ESTADO ARAGUA, DURANTE EL PERÍODO OCTUBRE 2010 – MARZO 2011

Granjas OF	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Fonofós	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Fenitroton	ND	ND	0,96	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Metilclorpyrifos	ND	ND	0,74	ND	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Parathion	ND	3,27	7,66	ND	ND	1,29	ND	ND	ND	ND	ND
Metilparathion	ND	ND	ND	0,48	0,04	0,14	ND	ND	ND	ND	0,38
Metidathion	ND	0,04	0,13	0,14	ND	ND	0,07	ND	ND	ND	ND
Carbofenotión	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ND = no detectable

TABLA IV
NIVELES DE COMPUESTOS ORGANOFOSFORADOS (PPM), DETECTADOS EN MUESTRAS DE RIÑÓN DE CERDOS PROCEDENTES DE GRANJAS PORCINAS DEL ESTADO CARABOBO, DURANTE EL PERÍODO OCTUBRE 2010 – MARZO 2011

Granjas OF	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Fonofós	0,31	0,08	0,01	0,1	0,11	0,19	ND	ND	ND
Fenitrotión	0,81	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Metilclorpyrifos	0,29	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Parathion	0,81	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Metilparathion	0,27	ND	0,17	ND	ND	0,57	0,12	0,16	0,01
Metidathion	1,56	0,29	0,18	0,07	ND	ND	0,01	ND	ND
Carbofenotión	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ND = no detectable

Informe de Resultados de Vigilancia de Laboratorio Plan nacional de vigilancia de residuos de plaguicidas en alimentos 2012

Con respecto al estado Carabobo, el 100% de las granjas resultaron positivas a la presencia de al menos uno de los compuestos OF en estudio. El fonofós y el metilparathión fueron los productos que con mayor frecuencia se revelaron al estar presentes en el 66,67% (6/9) de las granjas, mientras que el carbofenotión no fue detectado en ninguna de las muestras en estudio.

En resumen, se observa que el parathion fue el compuesto con la mayor concentración detectada (7,66 ppm) en todas las granjas, superando el límite máximo permitido por el *Codex Alimentarius* y la Unión Europea para compuestos OF en vísceras y carne porcina de 0,05 mg/Kg. Mientras que el metilparathion fue el OF encontrado con mayor frecuencia del total de granjas evaluadas, estando presente en 10 de las 20 granjas (50%), apreciándose además que, en 9 de ellas, la concentración fue superior a los límites establecidos para este compuesto (0,02 mg/Kg) [15, 34]. Del mismo modo, se aprecia que el carbofenotión no fue detectado en ninguno de los Estados evaluados.

Tanto por su uso agrícola como en actividades de salud pública (control de artrópodos transmisores de enfermedades virales al humano), los plaguicidas aplicados pueden depositarse en suelos [51], agua [38], sedimentos [30], entre otros. A su vez, su alta constante de Henry les facilita su transporte a través de la atmósfera a grandes distancias, tanto en fase gaseosa como en forma de partículas, llegando a sitios remotos [3]. Las lluvias, la intensidad y dirección del viento, la composición de los diferentes tipos de suelos, la fórmula, la forma de presentación de los productos (polvo, aerosoles) y la aplicación de los mismos (aérea, terrestre) favorecen el arrastre de los mismos y su diseminación en el ambiente. La exposición que afecta a las personas o a los animales es ubicua y tiende a ser crónica [36]. La principal fuente de exposición a plaguicidas para la población diferente de la ocupacional, es la ingestión de alimentos contaminados, tanto de origen vegetal como animal. Para los animales, la exposición se produce básicamente a través del alimento balanceado o del agua de bebida contaminada, así como a través de la piel [6].

En el caso de las granjas porcinas nacionales, se sugiere que la exposición de cerdos a estos compuestos, probablemente ocurra por la ingestión de aguas contaminadas con estas moléculas y/o la ingestión de alimentos balanceados fabricados con materias primas contaminadas. Asimismo, la exposición a concentraciones bajas de estas moléculas hepatotóxicas [42], puede predisponer eventualmente la salud de los cerdos, produciendo efectos subagudos o crónicos, posiblemente disminuyendo su desempeño productivo y aumentando el riesgo de problemas sanitarios en la granja, con probable incremento de los costos de producción.

En humanos, la ingestión repetida de pequeñas cantidades de estos residuos incorporados a los alimentos, pudiera no provocar alteraciones agudas en el organismo, pero sí tener consecuencias nocivas para la salud humana a largo plazo [6]. La toxicidad crónica está determinada, entre otros factores, por

su capacidad de persistencia y acumulación en el organismo, estando el hombre expuesto al consumo de productos de origen vegetal o animal contaminados con estos residuos [14]. La proyección del consumo de cerdo *per cápita* en Venezuela viene incrementándose año tras año, para el año 2015, según datos de la Federación de Porcicultores de Venezuela fue de alrededor de 15 Kg [5], lo cual indica que las autoridades sanitarias del país deberían abocarse de inmediato, a la fiscalización de éste y otros productos de consumo masivo, para garantizar la Inocuidad alimentaria.

Los hallazgos descritos en este trabajo demuestran que se continúa con el uso indiscriminado, excesivo e irracional de los plaguicidas, en el caso de los OC su uso es ilegal ya que tienen una prohibición en este país que data de 30 años, pero se han seguido detectando en diferentes rubros desde dicha prohibición, afectándose la salud pública, como ha sido señalado por Tagliaferro y col. [46] y Tagliaferro, [45] quienes, han demostrado la presencia de OC en leche materna y la posible relación con diferentes tipos y grados de malformaciones congénitas en neonatos en el valle de Quibor, estado Lara, en el año 2002, debido a los altos niveles de plaguicidas que se aplican en la zona, así como la afectación en la actividad colinesterásica evidenciada en productores agropecuarios, jornaleros y trabajadores en campañas contra el dengue, producto del uso de plaguicidas OF [17, 50].

En otros países como Costa Rica, el Servicio Nacional de Salud Animal (SENASA) [40], no detectó en su monitoreo anual la presencia de ningún OC en las muestras de tejido porcino analizadas. De la misma manera, el SENASA realizó un seguimiento a un total de nueve compuestos OF, y sólo detectó una muestra positiva con etión, resultando la misma por debajo de los LMR basados en las Buenas Prácticas en el uso de Medicamentos Veterinarios. En Chile, En el marco del Plan Nacional de Vigilancia de Residuos de Plaguicidas en Alimentos [16], se realizan seguimientos anuales para el control de residuos de pesticidas prohibidos en diferentes alimentos tanto, de origen vegetal como animal, y en el año 2012 reportaron que en el 16% de las muestras (104/649) se identificó la presencia de residuos de plaguicidas; sin embargo, sólo el 1,5% (10/649) de las muestras analizadas presentó residuos de plaguicidas que superaron los LMR establecidos (12 residuos).

Con relación al manejo de plaguicidas, es necesario que las autoridades sanitarias de Venezuela inicien un plan de vigilancia y control de residuos en las unidades de producción porcina, como se lleva a cabo en la industria camaronera [23] y como se hace en otros países, para asegurar la salud, tanto de los trabajadores, los animales que van al consumo y, finalmente, del consumidor que es el indirectamente afectado.

CONCLUSIONES

De todas las muestras provenientes de granjas porcinas, en cuyos riñones se encontraron residuos de plaguicidas (OC y OF), los niveles sobrepasaron los LMR establecidos por el *Codex*

Alimentarius y la Unión Europea. Los resultados evidenciaron que el 100% de las muestras provenientes de las granjas del estado Aragua fueron positivas a la presencia de algún compuesto OC. En el estado Carabobo, solamente en un 33,33% de las muestras provenientes de las granjas muestreadas, se detectaron residuos de plaguicidas OC. En relación a plaguicidas OF, el 63,63% de las muestras provenientes de las granjas del estado Aragua presentaron residuos. En el estado Carabobo, el 100% de las muestras provenientes de las granjas presentaron tuvieron de al menos un compuesto de OF.

Los hallazgos descritos en este trabajo, ponen en evidencia que se siguen usando, de manera inapropiada e ilegal, estos plaguicidas en el país, por lo que se sugiere investigar la presencia de estos compuestos en las materias primas nacionales e importadas que se utilizan en la alimentación animal, así como también, en el agua utilizada para el consumo de los animales de las granjas porcinas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). Official Method 2007.01. Pesticide Residues in Foods by Acetonitrile Extraction and Partitioning with Magnesium Sulfate. 2007 En línea: http://www.weber.hu/PDFs/QuEChERS/AOAC_2007_01.pdf. 12/01/2012.
- [2] ARITIZABAL, A. Efectos de los Plaguicidas: Una visión desde la biología molecular. 2010. En línea: <http://www.udca.edu.co/es/sistema-integrado-informacion/presentacion/item/77-efectos-plaguicidas-vision-biologia-molecular.html>. 09/08/2012.
- [3] ASTOVIZA, M. J.; CAPPELLETTI, N.; BILOS, C.; COLOMBO, J. C. Concentración de pesticidas organoclorados en aire del sur de la cuenca del Plata: un año de muestreo. **VII Congreso del Medio Ambiente /AUGM**. La Plata 05/22-24. Argentina. Pp 1-19, 2012.
- [4] ÁVILA, H. L. Investigación no experimental. En: **Introducción a la metodología de la investigación**. Edición electrónica. 2006. En línea: <http://www.eumed.net/libros/2006c/203/htm>. 05/07/10.
- [5] AVISA. Venezuela: Consumo de carne porcina en 2012 se ubicará en 12 kilos por persona. 2011. En línea: <http://avisa.org.ve/2011>. 08/03/13.
- [6] BADII, M.; LANDEROS, J. Plaguicidas que afectan a la salud humana y la sustentabilidad. **CULCyT**. 4(19): 21-34. 2007.
- [7] BANKAR, R.; KUMAR, A.; KURUBA, A.; KUMAR, A.; SADHANA, P. Organochlorine pesticide residues in vegetables of three major markets in Uttar Pradesh, India. **J. Acta Biol. India**. 1(1): 77- 80. 2012.
- [8] CASTRO, P. A.; RAMOS, J. P. Determinación de residuos de plaguicidas organofosforados en muestras de tomate de la ciudad de Bogotá. Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia. 2005. En Línea: http://www.guaica.uniandes.edu.co:5050/dspace/bitstream/1992/661/1/mi_1106.pdf. 09/08/2012.
- [9] CHACÓN, M.; BIKY, Y. Residuos de plaguicidas organoclorados en mantequilla. Universidad del Zulia. Facultad de Ingeniería. División de Postgrado. Maracaibo, Venezuela. Trabajo de Grado. 51 pp. 2009.
- [10] CHOWDHURY, M.; RAZZAQUE, M.; KHAN, M. Chlorinated pesticide residue status in tomato, potato and carrot. **J. Exp. Sci.** 2 (1): 1-5. 2011.
- [11] COSTABEBER, I.; EMANUELLY, T. Influencia de hábitos alimentarios sobre las concentraciones de pesticidas organoclorados en tejido adiposo. **Cien. Tecnol. Aliment** (Campinas). 22 (1):54-59. 2002.
- [12] COUSIN, L. Determinación de plaguicidas organoclorados en frutos de durazno (*Prunus pérsica L.*). Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. Trabajo de Grado. 24 pp. 2009.
- [13] DÍAZ-PONGUTÁ, B.; LANS-CEBALLOS, E.; BARRERA-VIOLETH, J. L. Residuos de insecticidas organoclorados presentes en leche cruda comercializada en el departamento de Córdoba, Colombia. 2012. Acta Agronómica. Dr. Joel Tupac.. En línea: [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/leche_subproductos/4 Residuos de insecticidas.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/leche_subproductos/4%20Residuos%20de%20insecticidas.pdf) . 05/02/16.
- [14] DOMÍNGUEZ GARCIA-TEJERO, F. Los insectos. Medios de lucha contra las plagas y enfermedades. En: **Plagas y Enfermedades de las Plantas Cultivadas**.. 9ª Ed. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. 821 pp. 1998
- [15] ELIKA. Fundación Vasca Para la Seguridad Agroalimentaria. Sustancias Indeseables en Alimentación Animal. EU Pesticides Database 2012. En Línea: http://ec.europa.eu/sanco_pesticides. 05/04/13.
- [16] GOBIERNO DE CHILE. Informe de Resultados de Vigilancia de Laboratorio Plan nacional de vigilancia de residuos de plaguicidas en alimentos 2012. En línea: [http://www.ispch.cl/sites/default/files/documento_tecnico/2013/12/Informe%20 Plaguicidas%202012-2013.pdf](http://www.ispch.cl/sites/default/files/documento_tecnico/2013/12/Informe%20Plaguicidas%202012-2013.pdf). 01/02/16.
- [17] GÓMEZ, M.; CÁCERES, J. Toxicidad por insecticidas organofosforados en fumigadores de campañas contra el dengue, estado Aragua, Venezuela. **Bol. Mal. Salud Amb.** 1(1): 119-125. 2010.
- [18] GRACEY, J. F. Residuos químicos de la carne. En: **Higiene de la Carne**. 8ª Ed. McGraw-Hill-Interamericana. España. Pp 189-208. 1989.
- [19] GUTIÉRREZ, J. A.; PINZÓN, M. I.; LONDOÑO, A.; BLACH, D.; ROJAS, A. M. Residuos de plaguicidas organoclorados, organofosforados y análisis fisicoquímico en piña (*Ananas comosus L.*). **Agro Sur**. 38(3): 199-211 2010.

- [20] GUTIÉRREZ, J.; LONDOÑO, A. Determinación de plaguicidas OCs y OFs en tomates de mercados de cadena en las ciudades de Pereira y Armenia, Colombia. **Bol. Latinoam. Caribe Plantas Med. Aromát.** 8(3): 165-171. 2009.
- [21] HERNÁNDEZ, M.; VIDAL, J.V.; MARRUGO, J.L. Plaguicidas organoclorados en leche de bovinos suplementados con residuos de algodón en San Pedro, Colombia. **Rev. Salud Publ.** 12 (6): 982-989. 2010.
- [22] HERNÁNDEZ, R.; FERNÁNDEZ, C.; BAPTISTA, P. Diseños no experimentales de investigación. En: **Metodología de la Investigación**. 2ª Ed. Editorial Interamericana McGraw-Hill, México. Pp 183-201. 1998.
- [23] INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA. Representación del IICA en Nicaragua. Guía práctica para la exportación a EE.UU. camarón. Managua, Noviembre del 2007. En línea: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A4953e/A4953e.pdf>. 28-10-16.
- [24] INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. República Bolivariana de Venezuela. Informe Geoambiental 2011. Estado Aragua. En línea: http://www.ine.gov.ve/documentos/Ambiental/PrinIndicadores/pdf/Informe_Geoambiental_Aragua.pdf. 28-10-16.
- [25] INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. República Bolivariana de Venezuela. Informe Geoambiental 2011. Estado Carabobo. En línea: http://www.ine.gov.ve/documentos/Ambiental/PrinIndicadores/pdf/Informe_Geoambiental_Carabobo.pdf. 28-10-16.
- [26] ISEA, G.; HUERTA, L.; RODRÍGUEZ, I. Desarrollo histórico de la legislación sobre plaguicidas organoclorados en Venezuela. **Rev. Cien. Salud.** 7(1): 47- 64. 2009.
- [27] IZQUIERDO, P.; ALLARA, M.; TORRES, G.; GARCIA, A.; PIÑERO, M. Residuos de plaguicidas organoclorados en fórmulas infantiles. **Rev. Cientif. FCV-LUZ.** XIV (2): 147-152. 2004.
- [28] KOLANI, L.; MAWUSSI, G.; SANDA, K. Assessment of organochlorine pesticide residues in vegetable samples from some agricultural areas in Togo. **A. J. A. C.** 7: 332-341. 2016.
- [29] MEDINA, C.; ALLARA, M.; IZQUIERDO, P.; SÁNCHEZ, E.; PIÑERO, M.; TORRES, G. Residuos de insecticidas OCs en yogurt firme de tres marcas comerciales, elaborado en Venezuela. **Rev. Cientif. FCV-LUZ.** XX (2) 203 – 211. 2010.
- [30] MUIR, D.C.G.; GRIFT, N.P.; LOCKHART, W.L.; WILKINSON, P.; BILLECK, B.N. BRUNSKILL, G.J. Spatial trends and historical profiles of organochlorine pesticides in Arctic lake sediments. **Sci. Total Environ.** 160: 447-457. 1995.
- [31] OSIBANJO, O.; ADEYEYE, A. Organochlorine pesticide residues in foodstuffs of animal origin in Nigeria. **Bull. Environ. Contam. Toxicol.** 58:206-212. 1997.
- [32] PÉREZ, M^A.A.; NAVARRO, H., MIRANDA E. Residuos de plaguicidas en hortalizas: problemática y riesgo en México. **Rev. Int. Contam. Ambient.** 29:45-64. 2013.
- [33] PIERRI, F.; BETANCOURT, P. Residuos de plaguicidas organoclorados y organofosforados en el cultivo de cebolla en la depresión de Quíbor, Venezuela. **Bioagro.** 19 (2): 69-78. 2007.
- [34] PORTAL CODEX ALIMENTARIUS. Programa conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias comité del Codex sobre residuos de plaguicidas 39º período de sesiones Pekín, China, 7–12 de mayo de 2007. En línea: ftp://ftp.fao.org/codex/meetings/ccpr/ccpr39/pr39_06s.Pdf. 05/04/2013.
- [35] PORTAL SENCAMER. El Codex Alimentario en Venezuela. En línea: <http://www.sencamer.gov.ve/Sencamer/documents/codex.htm>. 05/12/2011.
- [36] RAMIREZ, J.; LACASAÑA, M. Plaguicidas: clasificación, uso, toxicología y medición de la exposición. **Arch. Prev. Riesgos Labor.** 4(2):67-75. 2001.
- [37] RIPLEY, B.D.; RITCEY, G.M.; HARRIS, C.R.; DENOMME, M.A.; LISSEMORE, L.I. Comparative persistence of pesticides on selected cultivars of specialty vegetables. **J. Agric. Food Chem.** 51:1328-1335. 2003.
- [38] ROVEDATTI, M.G.; CASTAÑÉ, P.M.; TOPALIÁN, M.L.; SALIBIÁN, A. Monitoring of organochlorine and organophosphorus pesticides in the water of the Reconquista river (Buenos Aires, Argentina). **Water Res.** 35:3457-3461. 2001.
- [39] SCHAFFER, K.; KEGLEY S. Persistent toxic chemicals in the US food supply. **J. Epidemiol. Community Health.** 56(11):813- 817. 2002.
- [40] SERVICIO NACIONAL DE SALUD ANIMAL DE COSTA RICA (SENASA). Resultados Plan Nacional de Residuos. 2009. En línea: www.senasa.go.cr/senasa/sitio/files/151211055732.doc. 21-04-13.
- [41] SILVESTRI, R.; LÓPEZ, R. Dos años de observaciones sobre contaminación de leches y aguas del sistema de riego río Guárico con plaguicidas organoclorados. **Rev. Fac. Cien. Vet. UCV.** 32(1-4):171-185. 1985.
- [42] SMITH, W.J.; STRAW, B.E. Toxic Minerals, Chemicals, Plants, and Gases. En: **Diseases of Swine**. Straw, B.; Zimmerman, J.; D'allaire, S.; Taylor, D. (Eds.). 9th Ed. Blackwell Publishing. Pp 971-986. 2006.
- [43] SOJINU, S.; SONIBARE, O.; EKUNDAYO, O.; ZENG, E. Assessment of organochlorine pesticides residues in higher plants from oil exploration areas of Niger Delta, Nigeria. **Sci. Total. Environ.** 433: 169-177. 2012.

- [44] SUMANO, H.; OCAMPO, L. Fármacos parasimpaticomiméticos. En: **Farmacología Veterinaria**. McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V. Pp 527-537. 1997.
- [45] TAGLIAFERRO, Z. Niveles de organoclorados en leche materna en la población de caseríos parcialmente expuestos a plaguicidas del valle de Quíbor. Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado. Decanato de Medicina. Barquisimeto, Venezuela. Tesis de Grado. 48 pp. 2002.
- [46] TAGLIAFERRO, Z.; LUDEWIG, C.; MUJICA, M.; FALCÓN, H.; UGEL, E.; CANELÓN, J. Evaluación y vigilancia del uso de plaguicidas sobre la salud de la población del valle de Quíbor. Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado. Decanato de Medicina. Barquisimeto, Venezuela. Monografía. 82 pp.1999.
- [47] TAO, S.; XU, F.L.; WANG, X.J.; LIU, W.X.; GONG, Z. M.; FANG, J.Y.; ZHU, L.Z.; LUO, Y.M. Organochlorine pesticides in agricultural soil and vegetables from Tianjin, China. **Environ. Sci. Technol.** 39:2494-2499. 2005.
- [48] TAYLOR, P. Anticolinesterasas. En: **Goodman & Gilman Las Bases Farmacológicas de la Terapéutica**. Brunton, L. L.; Chabner, B. A.; Knollmann, B. C. (Eds.). 12ª Ed. McGraw-Hill Interamericana. México. Pp 239-254. 2012.
- [49] VÁSQUEZ-MORENO, L.; BERMÚDEZ, M.; GARCÍA, L.; LANGURÉ, A.; FLORES, M.; ORANTES, C. Estudio de residuos tóxicos en tejidos animales destinados al consumo. **Rev. Científ. FCV- LUZ**. XII (3):186-192. 2002.
- [50] ZAMORA, F.; TORRES, D.; RODRÍGUEZ, N.; ZAMORA F.J. Impacto del uso de plaguicidas sobre los niveles de colinesterasa total en sangre en productores agrícolas del asentamiento campesino Santa Teresa, Municipio Miranda del estado Falcón, Venezuela. **Rev. Fac. Agron. (UCV)**. 35(2):56-61. 2009.
- [51] ZHANG, H.B.; LUO, Y.M.; ZHAO, Q.G., WONG, M.H.; ZHANG, G.L. Residues of organochlorine pesticides in Hong Kong soils. **Chemosph.** 63:633-641. 2006.