



**CONTAMINACIÓN DE LECHE MATERNA POR EL PLAGUICIDA
ORGANOFOSFORADO CLORPIRIFOS DE MADRES RESIDENTES EN TRES
POBLACIONES AGRÍCOLAS DEL ESTADO MÉRIDA, VENEZUELA.**

**Jorge Uzcátegui¹, Dariana Erazo¹, Alí Sulbarán¹, Johanna Peña¹, Sandra Zabala²,
Reinaldo Zambrano², Freddy Ampueda³, Fernando Millán⁴**

- 1. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias, Departamento de Química, Laboratorio de Físico-Química Orgánica. Mérida 5101, Venezuela.**
- 2. Universidad de Los Andes, Facultad de Odontología, Grupo Multidisciplinario de Investigaciones Odontológicas. Mérida 5101, Venezuela.**
- 3. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias, Departamento de Química, Laboratorio de Espectroscopía Analítica. Mérida 5101, Venezuela.**
- 4. Instituto Universitario Politécnico Santiago Mariño. Mérida 5101 Venezuela.**

CORRESPONDENCIA: Universidad de Los Andes, Núcleo Universitario Dr. Pedro Rincón Gutiérrez, Sector La Hechicera, Facultad de Ciencias, Departamento de Química, Laboratorio de Investigación en Físicoquímica Orgánica, Teléfono 0274-2401377. Fax: 0274-2401286. Prof. Jorge Luis Uzcátegui Nava,

Email: jorevzca@gmail.com



RESUMEN

En este estudio se determinó la concentración del organofosforado clorpirifos en muestras de leche materna de madres residentes en tres poblaciones rurales del Estado Mérida, Venezuela, por cromatografía de gases con detector de captura electrónica. El clorpirifos es un insecticida sólido blanco de apariencia cristalina y de aroma fuerte. Se usa ampliamente en viviendas y en agricultura. En labores agropecuarias el clorpirifos, se utiliza para controlar garrapatas en ganado y en forma de rocío para el control de plagas de cosechas. Experimentalmente, se utilizó una metodología analítica la cual permite determinar clorpirifos en leche materna por extracción en fase sólida. Para la retención del plaguicida se usaron cartuchos de C-18 y su elución se logró con n-hexano y diclorometano. Posteriormente la limpieza del extracto se realizó en columnas de sílica acidificada con ácido sulfúrico. Los porcentajes de recuperación del método de extracción aplicado oscilan entre el 70 y 72 %. Se analizaron un total de 60 muestras de leche materna, pertenecientes a 15 madres que tenían entre 3 y 8 semanas posteriores al parto, a las cuales se les realizó un seguimiento continuo de cuatro semanas. Los porcentajes de lípidos de las muestras de leche analizadas se encuentran entre 0,4 % y 7 %. El clorpirifos está presente en el 88 % de las muestras de leche materna analizadas y el intervalo de concentración oscila entre 0,03-1,74mg/Kg de lípidos. Todas las muestras donde se cuantificó el clorpirifos superaban al Límite Máximo de Residuo para este plaguicida.

PALABRAS CLAVE: plaguicidas organofosforados, leche materna, clorpirifos.



**CONTAMINATION OF BREAST MILK BY THE ORGANOPHOSPHORUS
PESTICIDE CHLORPYRIFOS IN RESIDENT MOTHERS IN THREE
AGRICULTURAL POPULATIONS OF THE MÉRIDA STATE, VENEZUELA.**

ABSTRACT

This study determined the concentration of organophosphorus chlorpyrifos in breast milk samples of mothers residing in three rural towns of Mérida State, Venezuela, by gas chromatography with electronic capture detector. Chlorpyrifos is a white solid insecticide with a strong, crystalline appearance. It is widely used in housing and agriculture. The chlorpyrifos, is used to control ticks in cattle and in form of spray for the control of harvest pests. Experimentally, an analytical methodology was used to determine chlorpyrifos in breast milk by solid phase extraction. C-18 cartridges were used for the retention of the pesticide and elution was achieved with n-hexane and dichloromethane. Subsequently the cleaning of the extract was carried out in columns of silica acidified with sulfuric acid. The percentages of recovery of the applied extraction method oscillate between 70 and 72%. A total of 60 breast milk samples were analyzed, from 15 mothers who had between 3 and 8 weeks postpartum, who were followed continuously for four weeks. The lipid percentages of the analyzed milk samples are between 0.4% and 7%. Chlorpyrifos is present in 88% of the analyzed breast milk samples and the concentration range is between 0.03-1.7mg/Kg of lipids. All the samples where the chlorpyrifos was quantified exceed the Maximun Residue Limit for this pesticide.

KEYWORDS: organophosphorus pesticides, breast milk, chlorpyrifos



INTRODUCCION

La leche humana es una vía de eliminación de gran cantidad de sustancias químicas, y constituye una vía de exposición para los lactantes, sin embargo esta sigue siendo la mejor opción para alimentar al niño durante el primer año de vida. Los datos de la biovigilancia de la leche materna pueden proporcionar información sobre la exposición de la madre y de los lactantes. Además, esta información puede indicar la necesidad de tomar medidas para disminuir las concentraciones de estas sustancias en los alimentos, que son la principal fuente de exposición para la mayoría de las personas (1).

El uso generalizado de plaguicidas por agricultores, funcionarios encargados de fumigaciones caseras y aún del público en general puede significar importantes riesgos para la salud humana, especialmente en infantes. Alrededor del mundo se han realizado estudios en

matrices biológicas tales como sangre (2-5), suero (4,6-8), tejido adiposo (9,10), placenta (11-14), cordón umbilical (13), leche materna (15-19), entre otros. La mayoría de estas matrices han sido estudiadas para evaluar el grado de exposición y efecto que este tipo de compuestos tienen en una población.

En el caso de las mujeres embarazadas, los compuestos almacenados en el tejido adiposo son liberados hacia el torrente sanguíneo, y dependiendo de su coeficiente de partición, son transportados posteriormente hacia la placenta y finalmente pueden alcanzar el cordón umbilical, pudiendo ocasionar nacimientos prematuros, y bebés de bajo peso con un desarrollo cerebral atrasado (11). Es de especial interés el trastorno del desarrollo del sistema inmunitario de los niños al amamantarse con leche que contenga residuos de plaguicidas organoclorados u organofosforados (20). De estos dos grupos de plaguicidas, los

Recibido: 7\7\2019

Aceptado: 23\9\2019



organofosforados se usan ampliamente con fines agropecuarios, afectando la salud de los aplicadores y de su entorno poblacional, que incluye a las mujeres embarazadas.

Recibe especial interés los estudios realizados en leche materna, ya que las concentraciones de plaguicidas organofosforados en leche humana (19,21,22), son un buen indicador del grado de contaminación ambiental a que está sometida la población, debido a que la lactancia supone una continua movilización de estas sustancias desde el tejido adiposo a la leche materna (22).

Un plaguicida en particular, clorpirifos, es uno de los más ampliamente usado en las zonas rurales agrícolas de Venezuela, especialmente en Los Andes del estado Mérida. Los niños de corta edad y los fetos en desarrollo son de lejos los más susceptibles a los efectos de la exposición a clorpirifos, como resultado de su inmadurez en el desarrollo (23). La

transferencia transplacentaria y la exposición lactacional resultan ser las vías exclusivas para los fetos en desarrollo y los lactantes (22,24). Debido a que el crecimiento del cerebro es muy rápido antes y después del nacimiento, la exposición a clorpirifos de madre lactantes debe ser de especial preocupación, en razón a su potencial para la interrupción de la función normal del crecimiento cerebral y del desarrollo cognitivo (24,25). Existe una gran preocupación respecto a la exposición a repetidas dosis de clorpirifos u otros plaguicidas organofosforados debido a que aumentan el riesgo de un desarrollo neuronal y cognitivo incompleto durante la infancia y la adolescencia(22-25). Estudios epidemiológicos recientes han reportado una relación entre la exposición a clorpirifos y el desarrollo de glioma (26) así como distintos tipos de cáncer (27) entre ellos: cáncer de colon (28), de pulmón (29) y de mama (30,31)



En Venezuela son escasos los estudios relacionados con la determinación de plaguicidas organoclorados en leche materna (32,33). Algunos revelan la presencia de plaguicidas organoclorados en sangre materna (34) y cordón umbilical (34), siendo el DDT y sus metabolitos (DDD y DDE) los determinados con mayor frecuencia y en mayor concentración.

En el Estado Mérida, en particular, no existen datos disponibles acerca de estudios realizados para determinar la presencia de plaguicidas organoclorados y organofosforados en leche materna, aun cuando las actividades agrícolas han sido a lo largo del tiempo la principal fuente de trabajo para las poblaciones campesinas ubicadas en el interior del estado. En el estado Mérida se cultiva gran variedad de productos, tales como: papa, zanahoria, remolacha, lechuga, café, tomate, plátano, cambur, ajo y repollos.

El amplio uso de sustancias químicas como plaguicidas, en especial el clorpirifos, en las poblaciones agrícolas del estado Mérida; hace necesario el monitoreo de la población expuesta a estas sustancias y poder así prevenir posibles factores de riesgo. Por consiguiente, se requirió del desarrollo de una metodología que permitiera la determinación de este plaguicida en la leche materna de madres residentes en poblaciones rurales del estado Mérida donde se conoce la existencia de una alta actividad agrícola, como lo son las poblaciones de Mucuchíes, Santo Domingo y Pueblo Llano, con el objetivo de evaluar la posible contaminación por clorpirifos en leche materna.

Experimentalmente fueron optimizadas todas las condiciones necesarias para la extracción del clorpirifos en muestras de leche materna, por extracción en fase sólida. La determinación cuantitativa se realizó por cromatografía de gases, con detector de captura electrónica. En este



estudio, se reporta por primera vez en Venezuela la presencia del plaguicida organofosforado clorpirifos en leche materna.

METODOLOGÍA

Recolección de las muestras:

Para encontrar a las madres dispuestas a donar muestras de leche se realizaron visitas a los hospitales de las poblaciones de Pueblo Llano, Santo Domingo y Mucuchíes, específicamente a las Áreas de Lactancia Materna. De dichas visitas se pre-seleccionaron 35 madres potencialmente donantes de leche materna. En general como punto de partida se seleccionaron las madres que cumplieron con los siguientes parámetros:

- Madres menores de 40 años.
- Madres entre 3 y 4 semanas de haber dado a luz.
- Madres e hijos en buen estado de salud.
- Madres que amamantaban a un solo hijo.

- Madres con residencia de al menos diez años en la zona.
- Madres de fácil localización para la toma de la muestra semanalmente.

Considerando los parámetros mencionados anteriormente, se conformó un grupo de 20 madres, de las cuales solo 15 cumplieron con el seguimiento completo de cuatro semanas. Las muestras de leche se tomaron a partir de la tercera semana posterior al parto, a razón de una muestra de leche materna por semana, para un total de 4 muestras de leche materna por donante. Semanalmente, cada madre realizó la recolección manualmente, en un envase colector de orina estéril. A la madre donante se le instruye para trasvasar la muestra a un tubo de vidrio con tapa de rosca, almacenarla en la nevera domiciliaria hasta el momento del retiro de la misma. El volumen de muestra de leche recuperado varió para cada donante, en general se recolectó entre 6 y 10 mL de leche materna por donante. Las muestras se transportaron en una cava de anime



pequeña que contenía un baño de agua-hielo (0-4 °C), posteriormente fueron almacenadas a -20 °C, hasta el momento del análisis.

Metodología de extracción del clorpirifos en muestras de leche materna:

La metodología de extracción en fase sólida tomada como base para este estudio fue la descrita por Covaci para la determinación de plaguicidas organoclorados en fluidos biológicos mediante discos de extracción en fase sólida (35). Esta metodología comprende la desnaturalización de las proteínas de la muestra con ácido fórmico, la aplicación sobre el cartucho de disco de C-18, y la posterior remoción de los lípidos con una columna de sílica acidificada o florisil. Se determinó que la cantidad de muestra óptima para la realización del análisis es de 2mL.

Las muestras de leche materna recibieron un tratamiento previo al análisis, el cual consta de tres etapas:

- 1) Homogenización: Una vez a temperatura ambiente, la muestra de leche se homogenizó por agitación en vortex, durante 5 minutos.
- 2) Desnaturalización: Para la desnaturalización de la muestra de leche se agregaron 3mL de una solución de ácido fórmico al 33%, luego la mezcla se agitó durante 5 minutos y se dejó reposar durante 30 minutos a 4°C.
- 3) Dilución: una vez desnaturalizada la muestra, ésta se diluyó con 10mL de agua desionizada para disminuir su viscosidad y poder ser pasada por los cartuchos de C-18 sin correr riesgos de taponamiento.

Extracción en fase sólida:

Los cartuchos de C-18 se limpian haciéndoles pasar 5 mL de diclorometano. Se permiten secar al vacío y luego se llevan a la estufa por dos minutos. Para la activación, se pasaron 2 mL de metanol, seguido por 2 mL de agua. Sin dejar secar



el cartucho, se pasa la muestra diluida y desnaturalizada a una velocidad aproximada de 0,25 mL/min. El cartucho se lava con 3 mL de agua, se seca con una corriente de nitrógeno por 10 min y posteriormente se centrifuga a 3000 rpm durante 15min. Una vez cargado el cartucho con la muestra se procede a la etapa de elución, para la cual se utilizan inicialmente 6 ml de n-hexano seguido de 6 ml de la mezcla n-hexano:diclorometano (1:1).

El extracto obtenido se somete a un proceso de purificación posterior, en el cual los lípidos fueron removidos de los extractos con sílica neutra acidificada con ácido sulfúrico concentrado. Para preparar la sílica neutra acidificada, se agregan 28 mL de ácido sulfúrico concentrado por cada 50 g de sílica neutra. El ácido se agrega lentamente a la sílica bajo agitación constante. La sílica acidificada se introduce en la estufa por ocho horas a 120 °C. Posteriormente, se preparan las columnas de purificación (limpieza). Los

Recibido: 7\7\2019
Aceptado: 23\9\2019

adsorbentes se empaquetan colocando en el fondo 2 gramos de sílica neutra acidificada y 0,5 gr de sulfato de sodio anhídrido. Se aplica vacío por la parte inferior para compactar el adsorbente en el cartucho. La limpieza del extracto se inició lavando la columna con 2 ml de la mezcla n-hexano: diclorometano (1:1) y luego con 2 ml de n-hexano. Posteriormente, se siembra el extracto concentrado, y se eluye con los mismos solventes y en la misma proporción que se utilizó para eluir el cartucho de fase sólida C-18. El extracto final se redisolvió en hexano y se concentró hasta 2 mL, finalmente se agregó 50 mg de PSA, para eliminar cualquiera otro rastro de impureza.

Una vez purificado el extracto, se procede a realizar el análisis cromatográfico. Se utiliza un cromatógrafo de gases VARIAN CP-3800, equipado con un detector de captura electrónica con fuente de ⁶³Ni, un inyector split-splitless 1079, y una columna capilar Varian VF-5ms (30m x 0.25 mm DI, 0.25 µm). Las condiciones



cromatográficas que se utilizan fueron: temperatura del inyector: 200°C; modalidad de inyección: splitless; volumen de inyección: 1µL; helio como gas de arrastre a un flujo de 1mL/min y la temperatura del detector: 300°C

Determinación del contenido de lípidos en las muestras de leche materna:

Para expresar los resultados en las unidades utilizadas internacionalmente se calcula gravimétricamente el porcentaje de lípidos presentes en las muestras de leche materna. Para ello, se pesa 1 g de muestra de leche materna y, se mezcla con 1 mL de etanol. La mezcla resultante, se extrae con 2 mL de una mezcla de éter dietílico-hexano (2:1) y, se centrifuga a 2000 rpm durante 3 minutos para separar las fases. Este procedimiento se realiza tres veces. Los extractos se colectan en una fiola previamente pesada, y se introdujeron en la estufa a 105 °C durante 45 minutos. Una vez a temperatura ambiente, la fiola con el residuo de lípidos se pesa y, se calcula el porcentaje de lípidos.

Recibido: 7\7\2019

Aceptado: 23\9\2019

RESULTADOS

Características generales de la población estudiada.

La población estudiada estuvo compuesta por un total 15 madres, a las cuales se les realizó un seguimiento de toma de muestra durante cuatro semanas. El rango de edad de las madres se encontró entre 15-31 años de edad, de las cuales el 66,67% eran madres primíparas y un 33,34% madres múltiparas. Todas estas madres poseían una dieta variada de acuerdo a lo especificado en las encuestas realizadas, siendo el consumo de vegetales y hortalizas cultivados en la región parte importante y frecuente de su dieta.

Características analíticas del método

Para calcular la concentración de clorpirifos en las muestras de leche materna, se elaboró una curva de calibración sencilla, en un rango de concentración de 2 a 16 ppb para el analito

en estudio. La ecuación de la recta obtenida por análisis de mínimos cuadrados se muestra en la tabla 1, al igual que el coeficiente de correlación lineal. También se realizaron estudios de repetitividad y reproducibilidad, así como también su correspondiente coeficiente de variación. De igual forma se muestran en la tabla 1 los valores respectivos de límite

de detección y límite de cuantificación (ng/mL), obtenidos directamente de la respuesta del cromatógrafo ante la inyección sucesiva de patrones menor concentración hasta que no se obtuviese una respuesta instrumental. Por último, se muestra también el porcentaje de recuperación de clorpirifos en la matriz en estudio.

Tabla 1 Méritos analíticos del método de cuantificación

Analito	Ecuación de la recta	r ²	Repetibilidad		Reproducibilidad		LD	LC	Porcentaje de Recuperación	
			Área promedio	CV %	Área promedio	CV %	ppb	ppb	%	CV %
Clorpirifos	$y = -483,87 + 4436,54x$	0,9985	34385,1	2,72	35682,1	4,01	0,58	1,93	72,87	8,78

Como se puede apreciar en la tabla mostrada anteriormente se obtuvo un coeficiente de correlación lineal cercano a la unidad lo que indica que la curva de calibrado posee una buena linealidad. Los coeficientes de variación fueron menores del 15%, valores que se consideran aceptables tanto para los estudios de

repetibilidad, reproducibilidad y recuperación. Además, se obtuvieron límites de detección y de cuantificación bajos, lo que nos indica que el método posee una buena sensibilidad.

Determinación de la concentración de Clorpirifos

Recibido: 7\7\2019

Aceptado: 23\9\2019

Por cada una de las 15 donantes se tomaron un total de 4 muestras de leche materna, en un periodo de cuatro semanas consecutivas. Todas estas muestras se analizaron por el método experimental descrito para la determinación del plaguicida organofosforado clorpirifos en leche materna. También se determinó el contenido de lípidos de cada muestra, obteniéndose los resultados que se muestran en la tabla 2 donde se expresa la

concentración del plaguicida en miligramo por kilogramo de lípido (se seleccionó esta unidad ya que es la que se utiliza para establecer los Límites Máximos de Residuos a nivel mundial), y el contenido de lípido como porcentaje. Para la construcción de la curva de calibrado del clorpirifos se utilizó una solución patrón certificada del organofosforado de concentración 1,0 mg/mL, AccuStandad Lote B9010026.

Tabla 2. Concentración total de Clorpirifos y porcentaje de lípidos en las muestras de leche materna.

Muestra	Semana 1		Semana 2		Semana 3		Semana 4	
	% de lípidos	mg/Kg lípido	% de lípidos	mg/Kg lípido	% de lípidos	mg/Kg lípido	% de lípidos	mg/Kg lípido
M-1	2,63	ND	2,18	ND	2,97	0,11	1,52	ND
M-2	4,72	ND	3,35	ND	3,92	ND	1,37	ND
M-3	3,68	0,40	2,97	0,28	3,80	ND	0,58	1,60
M-4	3,04	0,47	4,75	ND	1,74	ND	1,34	6,34
M-5	2,72	0,16	0,74	ND	2,70	ND	0,42	ND
M-6	2,47	0,53	1,54	0,80	3,75	ND	0,83	ND
Sd-03	4,46	0,33	3,08	0,39	2,95	ND	2,62	0,36
Sd-04	8,32	ND	4,02	ND	1,64	ND	3,17	ND
Sd-05	4,46	0,18	2,62	ND	2,95	ND	1,43	ND
PLL-01	7,94	0,05	5,04	0,31	3,04	0,06	0,94	2,48
PLL-02	4,63	1,03	4,93	0,53	1,91	0,82	2,73	ND
PLL-03	3,36	ND	3,39	0,14	1,85	ND	1,25	0,69
PLL-04	3,70	ND	1,52	1,23	2,89	ND	0,43	ND
PLL-05	7,24	0,06	1,91	1,14	0,79	0,35	1,22	ND
PLL-06	6,86	0,09	3,25	0,29	2,56	0,32	1,79	0,26

DISCUSION

Observando los resultados presentados en la tabla 2 se puede apreciar que se obtuvieron concentraciones del plaguicida en estudio que van desde 0,05 mg/Kg de lípido hasta 6,34 mg/Kg de lípido, lo que indica variaciones considerables entre los resultados obtenidos. Detallando la figura 1, se puede apreciar que la zona que presenta los valores más bajos de

clorpirifos es Santo Domingo (0,42mg/Kg de lípido), en comparación con los valores de concentración promedio de clorpirifos encontrados en la zona de Mucuchíes (1,78 mg/Kg de lípido) y Pueblo Llano (1,64 mg/Kg de lípido). En consecuencia, se puede afirmar que las madres lactantes con residencia en Mucuchíes, presentan una concentración promedio de clorpirifos más alta.

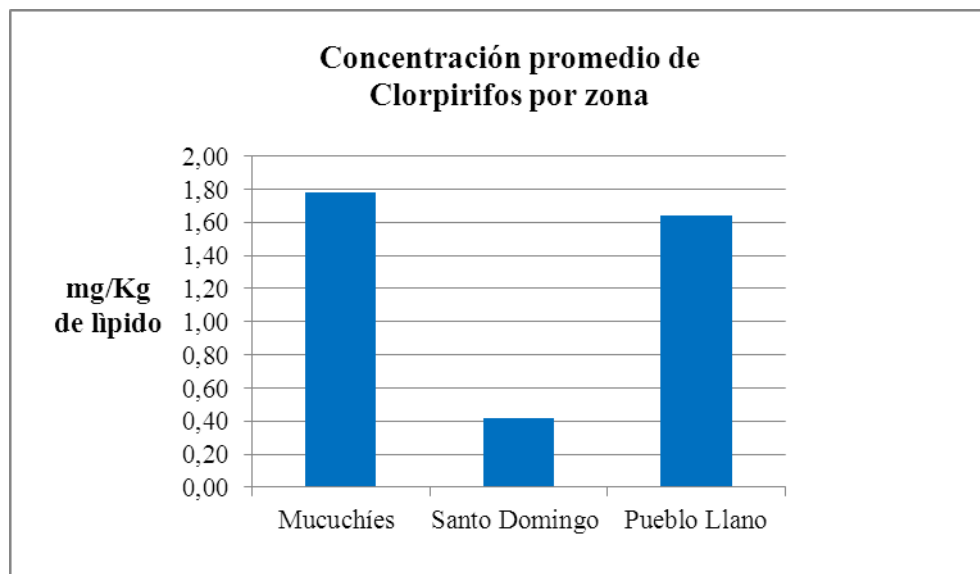


Figura 1. Concentración promedio de Clorpirifos por zona

En relación a la frecuencia de aparición de clorpirifos respecto a las muestras de las distintas poblaciones estudiadas, se

Recibido: 7\7\2019
Aceptado: 23\9\2019

encuentra que es Pueblo Llano la que presenta el valor más alto. Los resultados

en porcentaje de frecuencia de aparición se muestran en la figura 2.

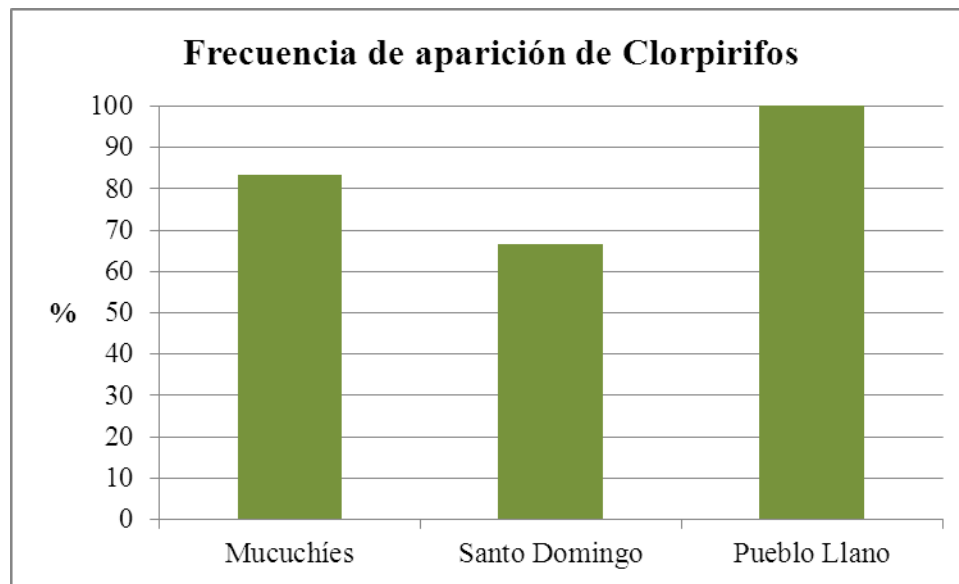


Figura 2. Frecuencia de aparición de Clorpirifos

La frecuencia de aparición del organofosforado clorpirifos es del 100% en Pueblo Llano, 83% en Mucuchíes y 66,67% en Santo Domingo. En referencia a la tendencia de aumento o disminución de la concentración de clorpirifos en las muestras respecto a la población de residencia de las donantes, se puede observar que la misma disminuye desde la primera hasta la tercera semana, en las

madres lactantes residentes en Mucuchíes y Santo Domingo. La tendencia es irregular en Pueblo Llano. La figura 3, muestra que esta tendencia se revierte en la cuarta semana, probablemente debido a exposición reciente de las madres donantes, por uso del organofosforado clorpirifos en fumigaciones en las áreas agrícolas dentro de las zonas estudiadas.

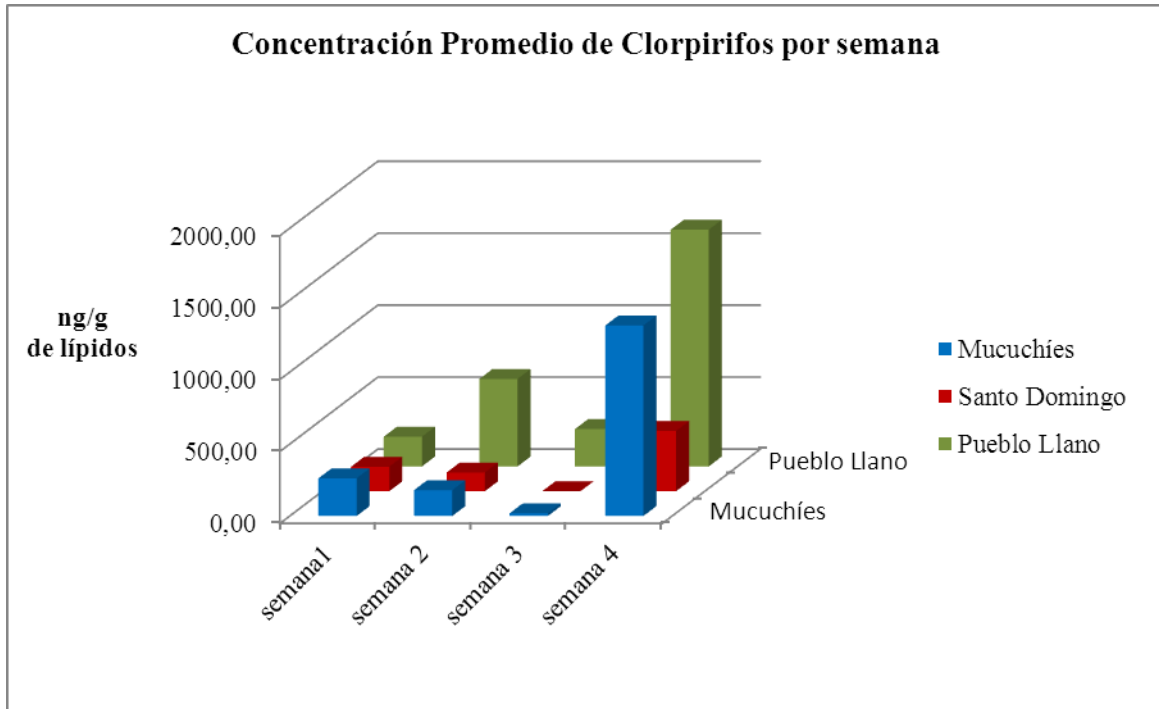


Figura 3. Concentración promedio de clorpirifos por semana de estudio

El nivel de contaminación con clorpirifos en las muestras de leche materna estudiadas, se detalla en la figura 4, donde se muestra la concentración promedio de las cuatro muestras tomadas de cada donante y, se compara con el valor del

Límite Máximo de Residuo (LMR) para el clorpirifos, establecido en 0,01 mg/Kg por la Unión Europea, ya que en nuestro país no existe legislación restrictiva respecto a la presencia de clorpirifos en lecha materna.

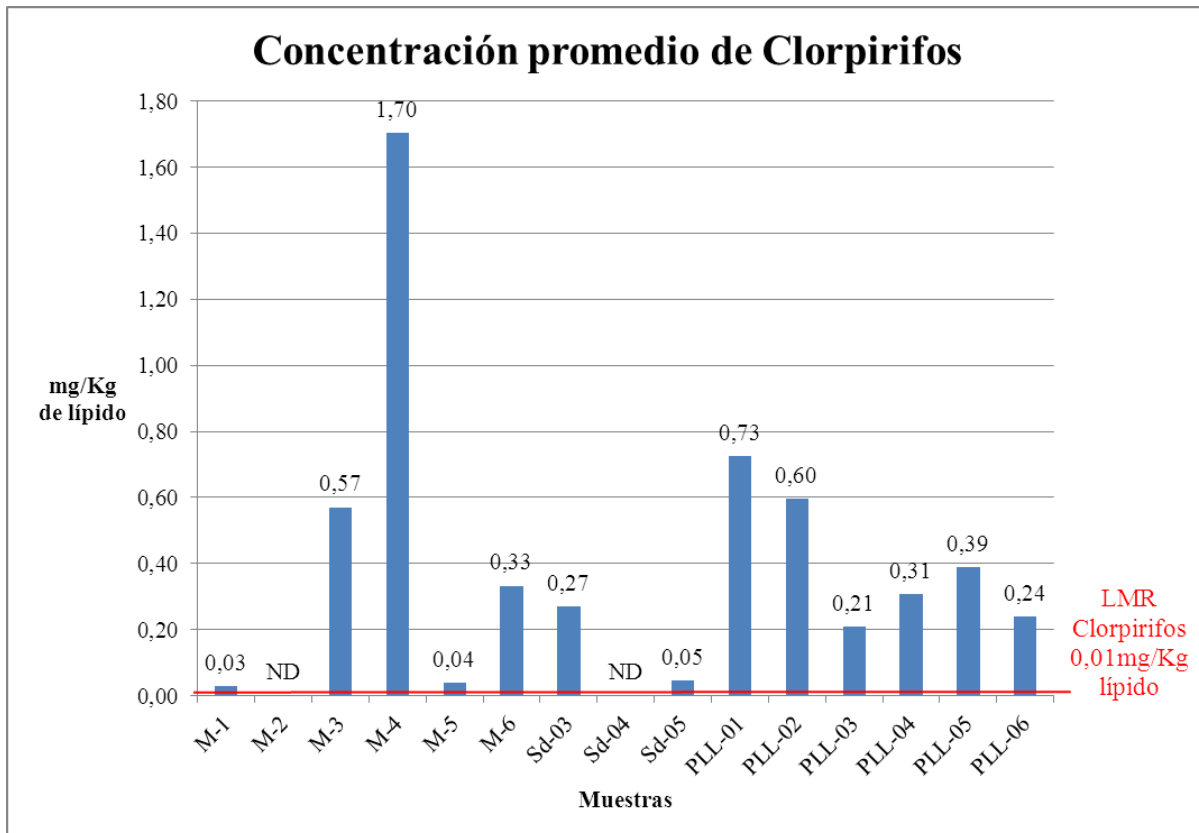


Figura 4. Comparación entre la concentración promedio de clorpirifos para cada donante y el LMR.

Los resultados presentados en la figura 4 indican que el 86,67% (13) de las muestras, presentan concentraciones de clorpirifos mayor que el LMR. Solamente dos muestras, una proveniente de la población de Mucuchíes y la segunda de la población de Santo Domingo, no

presentan concentraciones cuantificables de clorpirifos. Estos resultados indican que la gran mayoría de las muestras se encuentra contaminadas con clorpirifos.

Los valores de concentración de clorpirifos en las muestras de leche materna que lo contienen, muestran que el

Recibido: 7\7\2019
Aceptado: 23\9\2019



LMR es ampliamente superado en las tres poblaciones que se estudiaron. En el caso de Mucuchíes la variación comparativa oscila entre 3 a 170, respecto a Santo Domingo entre 5 a 27 y respecto a Pueblo Llano entre 21 y 73. Claramente, se deduce que la muestra con mayor contenido de clorpirifos se ubica en Mucuchíes, mientras que la población que presenta mayor número de muestras con valores superiores al LMR para clorpirifos es Pueblo Llano. En concordancia con la literatura consultada, este es el primer trabajo de investigación de su tipo que da cuenta de la presencia del plaguicida clorpirifos como contaminante de leche materna en Venezuela y Latinoamérica

CONCLUSIÓN.

Los valores de concentración de clorpirifos superiores al LMR, cuantificados en las muestras de leche materna de la gran mayoría de las madres sometidas a este estudio, revelan un nivel de contaminación muy preocupante por el organofosforado en cuestión. La

Recibido: 7\7\2019
Aceptado: 23\9\2019

transferencia hacia el lactante podría repercutir negativamente en su salud y en su crecimiento. Además, la presencia de clorpirifos en los valores de concentración determinados en las muestras de leche, sugiere que el plaguicida podría estar en otros órganos de la madre lo que podría traer graves consecuencias para su salud. Los resultados encontrados sugieren la urgencia del establecimiento de programas destinados al monitoreo constante para determinar la concentración de este tipo de sustancias en matrices biológicas de las personas que habitan en zonas agrícolas de los Andes Venezolanos.

REFERENCIAS

1. Ramírez, M; Rev. Enferm. Vanguard, 6(2): 40-47, 2018
2. Li, J; Wang, P; Shi S; Xue J; Environ Monit Assess, 190: 315, 2018



3. Yuan, G; Zhang, R; Chen, X; Wang, B; Guo, Ruichen; BioScience Trends, 12(2):201-207, 2018
4. Bedoya, S; García, A; Londoño, A; Restrepo, Beatriz; Rev. Colomb. Quim, 43 (3): 11-16, 2014
5. Gutiérrez, J; Parra, C; Blach, D; Zuluaga, D; Zárate, M; Rojas, A; Nieto, M; Londoño, A; Rev Chil Salud Pública, 18 (3): 263-273, 2014
6. Shin, Y; Lee, J; Lee, J; Lee, J; Kim, E; Liu, K-H; Suk, H; and Kim J-H; J. Agric. Food Chem. , 66(13): 3550-3560, 2018
7. Harmouche-Karaki, Mireille; Matta, Joseph; Helou, K; Mahfouz, Yara; Fakhoury-Sayegh, Nicole; Narbonne J-F, 25(15): Environ Sci Pollut Res, 14350–14360, 2018
- Nakamura T., Nakai K., Matsumura T., Zusuki S., Saito Y., Satoh H.; Science of the total environment 394 (2008) 39-51.
8. Attaullah, M; Yousuf, M; Shaukat, S; Ishtiaq, S; Javed, M; Boneri, Islam; Tahir, M; Amin, M; Ahmad, N; Khan, S; Saudi Journal of Biological Sciences, 25(7): 1284-1290, 2018
9. Costabeber, I; Emanuelli, T; Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 22(1): 54-59, 2002
10. Lee, Y.-M; Kim, K.-S; Jacobs, D; and Lee, D.-H; Obesity Reviews, 18(2): 129-139, 2017
11. Acosta, B; Sánchez, B; Reza, S; Levario M; Human and Experimental Toxicology, 28(8): 451-459, 2009.
12. Magnarelli, G; Acta Bioquím Clín Latinoam, 49 (1): 39-53, 2015
13. Cerrillo, I; Granada, A; López, M; Olmos, B; Jiménez, M; Caño, A; Olea, N and Olea, M; Environmental Research 98, 233–239, 2005
14. Waliszewski, S; Aguirre, A; Infanzón, R; Siliceo, J; Salud Pública de México, 42(5): 384-390, 2000
15. Kafiye, E; Yavuz, D; Zehra, G; Zeynep, Ş; Fatma, K; Enes, Atmaca; Journal of Occupational and

Recibido: 7\7\2019

Aceptado: 23\9\2019



Environmental Medicine, 60(9): 860–866, 2018

16. Luzardo, O; Ruiz, N; Almeida, M; Henríquez, L; Zumbado, M; Boada L; Anal Bioanal Chem, 405: 9523–9536, 2013

17. Lehmann, G; LaKind, J; Davis, M; Hines, E; Marchitti, S; Alcalá, C; Lorber, M; Environmental Health Perspectives, 126(9): 1-20, 2018

18. Dra. Susana Der Parsehian; Revista del Hospital Materno Infantil Ramón Sardá, 27(2): 70-78, 2008

19. Kalliora, C; Mamoulakis, C; Vasilopoulos, E; Stamatiades, G; Kalafati, L; Barouni, R; Karakousi, T; Abdollahi, M; Tsatsakis A; Toxicology and Applied Pharmacology, 346: 58-75, 2018.

20. Naksen, W; Prapamontol, T; Mangklabruks, A; Chantara, S; Thavornnyutikarn, P; Robson, M; Ryan, P; Barr, D; Panuwet, P; Journal of Chromatography B, 1025 (1): 92-104, 2016

21. Naksena, W; Prapamontola, T; Mangklabruksb, A; Chantarac, S; Thavornnyutikarn, P; Robson, M; P. Ryane, P; Boyd, D; Panuwete, P; Journal of Chromatography B, 1025, 92-104, 2016

22. Srivastava, S; Narvi, SS; Prasad, SC; Human and Experimental Toxicology, 30(10): 1458–1463, 2011

23. Eskenazi, B; Harley, K; Bradman, A; Weltzien, E; Jewell, N; Barr, D; Furlong, C; Holland, N; Environmental Health Perspectives, 112(10): 1116-1124, 2004

24. Casey, K; Doctoral Dissertation; University of Tennessee, Knoxville, 2005

25. Rauh, V; Garfinkel, R; Perera, F; Andrews, H; Hoepner, L; Barr, D; Whitehead, R; Tang, D; Whyatt, R; Pediatrics. 118(6): 1845–1859, 2006

26. Lee, W; Colt, J; Heineman, E; McComb, R; Weisenburger, D; Lijinsky, W; Ward, M; Occup Environ Med, 62:786–792, 2005

27. Lee, W; Jane A; Hoppin, J; Lubin, J; Rusiecki, J; Sandler, D; Dosemeci, M;



- Alavanja, M; Journal of the National Cancer Institute, 96(23): 1781-1789, 2004
28. Lee, W; Sandler, D; Blair, A; Samanic, C; Cross, A; Alavanja, M; Int. J. Cancer, 121: 339–346, 2007.
29. Alavanja, M; Dosemeci, M; Samanic, C; Lubin, J; Lynch, C; Knott, C; Barker, J; Hoppin, J; Sandler, D; Coble, J; Thomas, K; Blair, A; Am J Epidemiol, 160(9):876–885, 2004
30. Ventura, C; Venturino, A; Miret, N; Randi, A; Rivera, E; Núñez, M; Cocca, C; Chemosphere, 120: 343–350, 2015
31. Ventura, C; Núñez, M; Miret, N; Martine, D; Randi, A; Venturino, A; Rivera, E; Cocca C; Toxicology Letters, 213: 184–193, 2012
32. Tagliaferro, Z; Ramírez; M; Sánchez, Enrique; Salvador, José; Boletín Médico de Postgrado. UCLA. Decanato de Medicina. Barquisimeto – Venezuela, XXI(4) Octubre – Diciembre 2005
33. Brunetto, R; Leon, A; Burgera, J; Burgera, M; The Science Of The Total Environment 186: 203-207, 1996
34. Vera, H; Trabajo Especial de Grado. Especialista en Obstetricia y Ginecología. Facultad de Medicina, Universidad de Los Andes, 2010.
35. Covaci, A; Methods in Biotechnology, Vol. 19, Pesticide Protocols, 49-59, 2006