



UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA
Unidad Xochimilco


Licenciatura en agronomía

DETERMINAR LA PRESENCIA DE
PLAGUICIDAS ORGANOCOLORADOS EN
MUESTRAS DE LECHE UHT EN CDMX

Informe de conclusión

Álvarez López José Ángel

Matricula: 2182034968

24-11-2023

Dr. José Jesús Pérez G.

Asesor interno: Dr. José Jesús Pérez González

Periodo de servicio social: 17/10/2022 – 20/04/2023

ÍNDICE

Resumen.....	3
Introducción.....	4
Marco teórico.....	6
Objetivo general.....	10
Objetivo específico.....	10
Metodología.....	11
Actividades realizadas.....	11
Objetivos y metas alcanzados.....	12
Descripción del vínculo de las actividades desarrollas con el plan de estudios.....	13
Resultados y conclusiones.....	14
Literatura citada.....	15

RESUMEN

El servicio se desarrolló dentro de la UAM-X en el laboratorio de análisis instrumental en donde se desarrollan diferentes trabajos en el cual se decidió trabajar con la leche ya que la leche y sus derivados en la actualidad son productos básicos en la canasta de alimentación del ser humano por lo cual es importante saber si alguno de estos productos vienen con alguna fracción de plaguicidas que se van arrastrando durante el periodo de elaboración desde el forraje hasta su consumo, por lo cual se tomaron unas muestras para su análisis en donde se llevó a cabo la extracción de la fracción de grasa y su purificación. Existen estudios acerca de la presencia de plaguicidas organoclorados en leche y sus derivados en diferentes partes del mundo, La toxicidad de estos compuestos ha sido confirmada por diferentes estudios: inducen actividad enzimática mediante radicales libres, alteran la respuesta inmunológica, afectan los procesos reproductivos, alteran el metabolismo lipídico, el transporte de vitaminas y glucosa, algunos son considerados mutagénicos, teratogénicos o carcinogénicos.

La legislación mexicana ha prohibido, entre otros plaguicidas, el uso de aldrín, dieldrín, endrín y restringido el uso de lindano y de HCH, A pesar de su toxicidad y los efectos adversos para la salud humana, muchos países en desarrollo siguen utilizando estos productos químicos para combatir las plagas agrícolas.

INTRODUCCION

Los plaguicidas organoclorados (PO) son compuestos químicos que presentan alta estabilidad física y química, solubilidades variables en agua, volátiles, altamente solubles en disolventes orgánicos y afines a los tejidos o compuestos grasos de los alimentos. Estas características favorecen su persistencia en el ambiente y su lenta biodegradabilidad (IDF, 2009).

Al momento de ser emitidos en el ambiente, los PO son volatilizados hacia la atmósfera y en función de las condiciones del viento, la humedad y la temperatura, se pueden desplazar a zonas más alejadas. Se depositan en forma húmeda (lluvia) o seca (polvo) en la vegetación, el suelo y el agua más próximos. La contaminación en la vegetación sucede de dos maneras: a) por deposición atmosférica y la interacción de las ceras y las grasas propias de las plantas en las hojas; o b) por su absorción en la raíz y su transporte a la parte superior de la planta. Existen ciertas características de las plantas como la pilosidad y el contenido de cera de la cutícula, que determinan el grado de acumulación de partículas lipofílicas asociadas con los contaminantes orgánicos (SIAP, 2021).

La exposición a PO se da por tres vías, respiración, absorción dérmica pero principalmente por el consumo de alimentos contaminados, siendo esta última la de mayor impacto. Los rumiantes lecheros están expuestos por el consumo de forraje y suelo contaminados. Pequeñas cantidades de PO entran en el cuerpo de los rumiantes, se concentran en el tejido graso y se transportan a través de las grasas y lipoproteínas circulantes del organismo para posteriormente ser excretados a través de la leche (Murga Juárez, 2017).

Debido a sus propiedades fisicoquímicas, estos compuestos son altamente persistentes y lipofílicos, tienden a acumularse en la grasa vegetal y animal y a lo largo de la cadena trófica (Singhal and Mudgal, 1990).

En el contexto actual debido al empleo de plaguicidas organoclorados (PO) en la agricultura para controlar plagas o vectores transmisores de enfermedades, estos compuestos pueden estar presentes en los piensos y forrajes que se emplean para

la alimentación del ganado pudiendo estos llegar a la especie humana a través del consumo de alimentos como la leche (Vega *et al.*, 2005).

Al igual que los alimentos con elevado contenido de grasa, la leche está sujeta a los procesos de contaminación con PO, que provienen de su uso en actividades agrícolas y sanitarias (Baranowska *et al.*, 2005; Deiana *et al.*, 1994).

Existen estudios acerca de la presencia de plaguicidas organoclorados en leche y sus derivados en diferentes partes del mundo en los que se reporta una disminución constante de los niveles de estos analitos como consecuencia de la prohibición y restricción de su uso (Kalra *et al.*, 1999; John *et al.*, 2001; Pandit *et al.*, 2002; Pardio *et al.*, 2003; Waliszewski *et al.*, 2003; Battu *et al.*, 2004; Surendranath *et al.*, 2005).

La toxicidad de estos compuestos ha sido confirmada por diferentes estudios: inducen actividad enzimática mediante radicales libres, alteran la respuesta inmunológica, afectan los procesos reproductivos, alteran el metabolismo lipídico, el transporte de vitaminas y glucosa, algunos son considerados mutagénicos, teratogénicos o carcinogénicos (Heeschen y Blüthgen, 1991), no sólo en la especie humana sino en las comunidades bióticas con diferente nivel de sensibilidad.

Los plaguicidas son biocidas y por lo tanto, sustancias tóxicas y peligrosas. Sin embargo estos compuestos usados convenientemente promueven la salud del hombre, al permitir el control de enfermedades como la malaria, paludismo, tífus exantemático, fiebre amarilla y otras enfermedades transmitidas por insectos u otros vectores. La enfermedad de chagas (control de chinches), peste bubónica (control pulgas de rata), fiebre del Dengue (mosquito *Aedes aegypti*), tripanosomiasis (mosca tsetse), entre otras, han sido apropiadamente controladas o erradicadas en México y otros países del Caribe, por el uso del DDT, y en aquellos casos en donde se creó resistencia a este pesticida, ha sido exitoso su reemplazo por dieldrín, hexaclorociclohexanos (HCH), carbamatos, piretroides o compuestos organofosforados (Ramírez *et al.*, 1991; Ghidini *et al.*, 2005; Glynn *et al.*, 2003; Nag and Raikwar, 2003; Tieyu *et al.*, 2005).

La legislación mexicana ha prohibido, entre otros plaguicidas, el uso de aldrín, dieldrín, endrín y restringido el uso de lindano y de HCH, mientras que la utilización de DDT está reservada a campañas sanitarias oficiales ([México, 1993](#)), sin embargo, [Botello et al., \(1994\)](#), mencionan datos de producción de 400 tons. De DDT y 1.800 tons. de lindano, toxafeno, dieldrín, clordano y heptacloro en 1988.

A pesar de su toxicidad y los efectos adversos para la salud humana, muchos países en desarrollo siguen utilizando estos productos químicos para combatir las plagas agrícolas.

MARCO TEORICO:

En el contexto actual debido al empleo de plaguicidas organoclorados (PO) en la agricultura para controlar plagas o vectores transmisores de enfermedades, estos compuestos pueden estar presentes en los piensos y forrajes que se emplean para la alimentación del ganado pudiendo llegar a la especie humana a través de alimentos de origen animal como la leche y sus derivados.

En el transcurso de los últimos 150 años, el hombre ha sintetizado diversos productos químicos con el objeto de satisfacer las necesidades crecientes del desarrollo tecnológico y mejorar su calidad de vida. Desde el inicio de la revolución industrial se estima que se han sintetizado más de 120 mil compuestos químicos (Olea y Fernández, 2001). En este ámbito se encuentran los plaguicidas, definidos como "compuestos inorgánicos y orgánicos que se usan para combatir los parásitos que afectan al hombre, la agricultura y la ganadería, entre los que se incluyen acaricidas, antibióticos, fungicidas, herbicidas, insecticidas y rodenticidas" (Badui, 1996); por otra parte el mismo autor define a los insecticidas como "sustancias que, aplicadas de diversas maneras, se usan para destruir los insectos nocivos". En un concepto más amplio la Organización Mundial de la Salud (OMS), ha definido un plaguicida como: "Cualquier sustancia o mezcla de sustancias, destinada a prevenir o controlar toda especie indeseable de plantas o animales. Incluye a cualquier sustancia que se emplee para combatir plagas que afecte el proceso de producción

de alimentos para el hombre y animales o que se administren a estos últimos para combatir insectos o arácnidos que se encuentren dentro o sobre sus cuerpos”, citado por Montes et al. (1986). La utilización de plaguicidas ofrece ventajas importantes para el rendimiento de los cultivos, lo que hace que sea muy difícil prescindir de éstos en la práctica agrícola, no obstante, se debe tener en cuenta que se trata de sustancias que se deben utilizar con las adecuadas medidas de seguridad para evitar la toxicidad directa en los manipuladores de estos productos, como también su difusión en el medio ambiente y su posterior llegada a los consumidores de alimentos contaminados, con sus potenciales efectos tóxicos en humanos y animales (Goodman y Gilman, 1994). Conocido es el hecho que la eliminación de una especie en un sistema ecológico da como resultado la multiplicación de aquellas que competían con ésta; producto de ello es que en numerosas ocasiones la aplicación de insecticidas ha provocado la eliminación de predadores dando como consecuencia la multiplicación incontrolada de la población de otros insectos, en muchas ocasiones más dañinos que aquellos que se pretendía eliminar (Carrasco y Primo, 1980). Por otra parte, existen peligros inherentes al manejo y manipulación de estas sustancias, dado que todos los plaguicidas son tóxicos en mayor o menor grado.

La toxicidad crónica de los productos organoclorados, independiente de la toxicidad aguda por ingestión, contacto o inhalación, está determinada, entre otros factores, por su capacidad de persistencia y acumulación en el organismo, principalmente en las grasas, constituyendo un grave peligro para la salud humana al estar el hombre expuesto al consumo de productos agrícolas o derivados de animales contaminados con estos residuos; habiéndose considerado como los más peligrosos a Clordano, Heptano, Aldrín, Dieldrín, Endrín y DDT (Domínguez, 1998). Las características físico-químicas que han condicionado que el DDT sea de gran eficacia en el control de enfermedades transmitidas por insectos y en la protección de las cosechas, son también las más indeseables al tener en cuenta la contaminación ambiental prolongada que es capaz de provocar. En estudios realizados por Woodwell, citados por Lebenthal (1985), se señala que los materiales radiactivos y los productos químicos liberados en el ambiente se concentran más en los organismos vivos con

cada ascenso en el eslabón de la cadena alimentaria natural, desde la vida animal inferior hasta llegar al hombre. Este autor ha demostrado que en el extremo inferior de este continuo biológico, el DDT aparece en el plancton del agua a concentraciones de 0,04 ppm; en los pececillos asciende a 1 ppm y en un ave de carroña estas concentraciones son tan elevadas como 75 ppm. Por otra parte, en el mismo estudio se observó que en el extremo superior de la cadena biológica, este organoclorado se encuentra en concentraciones no mayores a 1,25 ppm en la leche de vaca, mientras que en 53 muestras de leche obtenidas de mujeres residentes en la misma zona geográfica la concentración media del DDT fue de 2,40 ppm con un intervalo de 1 a 6 ppm; a este respecto, los autores señalan que los depósitos corporales totales de DDT, al parecer son regulados por factores específicos, siendo uno de ellos la ingesta de dietas ricas en calorías de origen graso. La ingestión repetida de pequeñas cantidades de residuos de plaguicidas incorporados a los alimentos, pudiera no provocar alteraciones agudas en el organismo, pero sí tener consecuencias nocivas para la salud humana a largo plazo; ésto se fundamenta en que por sus propiedades de liposolubilidad se favorece la acumulación de pesticidas organoclorados en las grasas de vegetales, animales y en seres humanos (Luquet et al., 1974). Son numerosos los estudios realizados en distintas latitudes; todos ellos orientados a determinar la presencia de residuos de plaguicidas en productos lácteos y derivados, así como también hallazgos en carnes. En uno de ellos se midieron residuos de PO en leche pasteurizada comercializada en la ciudad de México, encontrándose niveles que excedían los límites máximos aceptados para $(\alpha+\beta)$ -HCH (Prado et al., 1998) Por otra parte, otros investigadores al 6 realizar estudios tendientes a determinar niveles de plaguicidas organoclorados en mantequilla mexicana, encontraron que los valores promedios de éstos no sobrepasaban los límites máximos permitidos (Vega et al., 2000). Estudios realizados en Chile por Pinto et al. (1990b), al determinar residuos de pesticidas organoclorados en leche pasteurizada de 12 plantas lecheras, revelaron que los porcentajes de muestras cuyos niveles de PO sobrepasaron los límites máximos permitidos (LMP) fueron los siguientes: $(\alpha+\beta)$ -HCH (68,8%), Aldrín+Dieldrín(38,5%), Heptacloro+epóxido (38,5%), HCB (27,1%), DDT y metabolitos (4,2%), Endrín

(14,6%) y Lindano (γ -HCH) (20,8%); con valores para la relación x/LMP de 3,09; 1,28 y 3,75 para Aldrín+Dieldrín, Heptacloro+epóxido y (alfa+beta)-HCH respectivamente. Por otra parte, en el mismo estudio los autores señalan que el proceso térmico de pasteurización no destruye los pesticidas organoclorados mencionados. Con respecto a la capacidad que tienen los residuos de p.o. para concentrarse en tejido graso y en carne bovina, éste es un aspecto que también ha sido estudiado y confirmado en investigaciones realizadas en Chile por Pinto et al. (1986; 1987). Por otra parte, Pinto et al. (1990), han señalado que entre los factores condicionantes de la presencia de residuos de plaguicidas organoclorados en la grasa láctea se deben mencionar a sus propiedades fisicoquímicas de persistencia, liposolubilidad y bioacumulación, agregando a ellas el uso excesivo de estos compuestos en las prácticas agropecuarias. En opinión de Prado et al. (1998), los riesgos de contaminación del ganado vacuno lechero con residuos de pesticidas organoclorados se derivan de la presencia de éstos en los alimentos para uso animal, al ser contaminantes de praderas, heno, concentrado, ensilajes y otros dentro del contexto de la contaminación ambiental de aguas, aire y suelos.

OBJETIVO GENERAL Y ESPECIFICOS

General:

- Determinar la presencia de plaguicidas organoclorados en unas muestras de leche que se comercializa en la Ciudad de México.

Específicos:

- Toma de muestras de leche para la extracción de plaguicidas organoclorados de la fracción de grasa de cada muestra.
- Establecer las condiciones para determinar los plaguicidas organoclorados en las muestras de leche.
- Aprender el manejo adecuado de los diferentes equipos dentro del laboratorio de análisis instrumental.

METODOLOGÍA

DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS

Se hizo una toma de muestras de cuatro marcas diferentes de leche que se comercializa en centros comerciales ubicados en la Ciudad de México.

Extracción y purificación de las muestras. La extracción de la grasa se llevará a cabo mediante el método propuesto por Frank y col. (1975). Para la purificación de las muestras se utilizaron cartuchos empacados con 1 g de florisil (Phenomenex), previo a su uso se acondicionaron en una cámara con vacío, el orden de los solventes fue el siguiente: 5 mL de hexano, 5 mL de hexano-diclorometano (78:22) a un flujo de 3 mL/minuto, se secarán al vacío durante 10 minutos. Se adicionaron la muestra de grasa en el cartucho y se eluyó con 5 mL de hexano-diclorometano (78:22) y 3 mL de hexano, el flujo fue de 3 mL/minuto, el eluato se colectará en tubos, para su posterior análisis cromatográfico.

Análisis cromatográfico. Se utilizaría un cromatógrafo de gases marca shimadzu, modelo GC2010, con detector de captura de electrones (ECD Ni⁶³) con integrador modelo 3396 y columna capilar SPB-5 (Fenil-metil-silicón al 5 %) de 30 m x 0.25 mm de diámetro interno y 0.25 µm de espesor de capa; el volumen que se inyectará será de 1 µL. Las condiciones de operación serán las siguientes: temperatura del inyector 260 °C, temperatura del detector 320 °C, helio (gas de arrastre) a 1 mL/min, gas auxiliar: nitrógeno a 30 mL/min, tiempo de corrida 40 minutos.

Análisis cuantitativo. La cuantificación se debería realizar utilizando el método del estándar externo, calibrando con una mezcla estándar de 16 plaguicidas organoclorados (Chem Service propuestos por EPA), a concentración de 20 ng/mL de cada componente.

OBJETIVOS Y METAS ALCANZADOS

El objetivo principal del servicio social debió ser determinar la presencia de plaguicidas organoclorados en muestras de leche que se comercializan en la CDMX, esto derivaría en diferentes actividades que se desarrollarían con el objetivo de encontrar en las muestras analizadas dichos analitos, las actividades que se desarrollarían durante el servicio social fueron estratégicamente planeadas con el fin de obtener resultados confiables.

Desde la toma de muestras hasta la purificación y cuantificación de los PO como se muestra en la figura 1. Se logró hacer la extracción de la fracción de la grasa.



Figura 1. Matraz con la muestra de grasa y solución detergente

DESCRIPCIÓN DEL VÍNCULO DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS CON LOS OBJETIVOS DE FORMACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS.

En vínculo principal que se le dió a las actividades de servicio social con el plan de estudios es desarrollar diferentes habilidades para el manejo de la calidad e inocuidad el cual se aborda en el módulo 11 de la carrera esto con la finalidad de calificar la calidad de los productos de origen agrícola y animal que llegan al consumo de la especie humana, lo cual puede generarse una cadena en donde el

forraje puede llegar con algunas partículas de algún plaguicida y esto a su vez terminar en seres humanos causando algún daño.

También se encuentra relación en algunas actividades desarrolladas en el laboratorio con y las diferentes prácticas que se fueron suscitando a lo largo de la carrera, como el caso de la recolección de muestras de forraje. En donde es de suma importancia el determinar con ciertas pruebas para saber si un cargamento de pienso puede ser aceptado o rechazado. Esto se puede determinar por la presencia de algunos daños que pudiera presentar la muestra, como plagas o enfermedades. Que básicamente se ven en el módulo de interacciones bióticas.

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Se logró establecer la metodología para hacer la extracción de grasa en muestras de leche y posteriormente realizar la extracción y purificación de los plaguicidas en las muestras de grasa. Cabe hacer mención que las muestras, se guardaron para posteriormente ser analizadas por cromatografía de gases.

Durante mi servicio social fue que aprendí el uso de la técnica de extracción de grasa en muestras de leche, empleando una solución detergente, así como el manejo de la técnica para extraer y purificar los plaguicidas empleando columnas cromatográficas de vidrio. Por último quiero mencionar que se logró tener un acercamiento a un cromatógrafo, encendiéndolo y tratando de establecer las condiciones para la determinación de plaguicidas organoclorados. Hago mención que todas estas actividades siempre se realizaron bajo la supervisión de mi asesor interno.

CONCLUSIÓN

- Debido a diferentes factores no se pudo determinar la presencia de plaguicidas organoclorados en muestras de leche.
- Se establecieron las condiciones metodológicas para hacer la extracción y purificación de plaguicidas en muestras de grasa láctea.
- Se adquirió experiencia en el uso y manejo de la cristalería y equipos que se emplean en el proceso de la metodología para la extracción y purificación de plaguicidas organoclorados no solo en leche, también en forrajes y piensos con algunas modificaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Baranowska, I., Barschanska, H., Pyrsz, A. (2005). Distribution of pesticides and heavy metals in trophic chain, in: *Chemosphere*, 66 pp.1590-1599.
- Deiana P, Fatichenti F. (1994). Pesticide-Residues in milk processing. *Indust Aliment. Suppl 4.* (43-52)
- FAO (2008). Leche y productos lácteos. En *Inocuidad y Calidad de Alimentos*. Disponible en: http://www.fao.org/ag/agn/agns/foodproducts_milk_es.asp.
- FAO (2009). Food and Agriculture Organization of the united Nations. *Statistical Year Book 2009. Milk and Milk Products*. Italy (Rome): FAO, 2009.
- Heeschen, W., Blüthgen, A. (1991). Basic Terms-Definitions. En: *Monograph on residues and contaminants in milk and milk products*. International Dairy Federation Special Issue 9101. FIL-IDF, Brusels, Belgium: 2 – 11.
- Singhal, K.K., Mudgal, V.D., (1990). Transfer of organochlorine pesticide (DDT) from feed to milk. *Ind. J. Dairy Sci.* 43: pp.348–350.
- Sistema de Información Agrícola y Pecuaria <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-pecuaria>. Consultado 15 agosto de 2022.
- Surendranath B, Usha MA, Sarwar, Unnikrishnan V. (2005). Organochlorine pesticide residues in milk from South India. *Indian J Dairy Sci* 58:pp.247–249
- Tieyu W, YonglongL, HongZ, Yajuan S. (2005). Contamination of persistent organic pollutants (POPs) and relevant management in Ghina. *Environ hit*; 3:pp.813-21.
- Thomas, D. y Haenlein, G. (20049). Panorama of the goat and sheep dairy sectors in North America, en: *The future of the sheep and goat dairy sectors*. Int Dairy Fed. Zaragoza, Spain. 28 –30 Octubre.
- Vega S., T. R. Gutiérrez, G. G. Díaz, L. M. González, A. A. Ramírez, M. J. Salas, H. M. Coronado, C. C. González. (2005). Leche de cabra: producción, composición y aptitud industrial. *Alfa edit téc.* 1-10.
- Waliszewski, S. M., Villalobos-Pietrini, S., Gómez-Arroyo S., Infazón, R. M. (2003). Persisten organochlorine pesticide levels in cow's milk samples from tropical regions of Mexico. *Food Addit Contam.* 20: pp 270 – 275.
- Murga Juárez M.N. (2017). Presencia de plaguicidas organoclorados en forraje para ganado en unidades de producción de leche orgánica en Tecpatán, Chiapas. Disponible en <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242017000200157&lng=es&nrm=iso>.