DESTRUCCIÓN DE DESECHOS DE PENTACLOROFENATO DE SODIO POR LA FLORA MICROBIANA DEL SUELO. DESARROLLO DE UN MÉTODO PARA SU EVALUACIÓN

Rafaela Batista, Gonzalo Dierksmeier, José L. González y Belkis Rodríguez

Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Calle 110 no. 514 e/ 5a. B y 5a. F, Playa, Ciudad de La Habana, CP 11600

RESUMEN

En la actualidad hay pocos trabajos que se hayan realizado en Cuba relacionados con la descontaminación o destrucción de desechos de plaguicidas. Con los resultados del presente trabajo se dispondrá de los conocimientos técnicos que permitirán llevar a cabo la tarea de descontaminación y destrucción del pentaclorofenato de sodio en mal estado. Para la destrucción del pentaclorofenato de sodio se utilizó un procedimiento poco costoso, que consistió en extender el plaguicida entre varias capas de materia orgánica y de suelo manteniendo el sistema húmedo. El experimento se realizó en un área expuesta a las condiciones climáticas provista de barreras para evitar posibles arrastres bajo condiciones extremas de precipitación. Las evaluaciones se realizaron periódicamente, analizándose los residuos por un método desarrollado por HPLC con un detector UV a 304 nm, una columna RP 18 con un límite de determinación de 100 mg/kg. Dichas evaluaciones arrojaron que para un tiempo experimental de 135 días el tiempo de vida media del pentaclorofenato de sodio fue de 46 días.

Palabras clave: *pentaclorofenato de sodio, pentaclorofenol, degradación, destrucción de desechos de plaguicidas*

ABSTRACT

At the present time there are few works that have been carried out in Cuba related with the decontamination or destruction of pesticides waste. With the results of the present work, we will have the technical knowledge that will allow carrying out the decontamination and destruction of debris the sodium pentachlorophenate. For the destruction of the sodium pentachlorophenate an inexpensive procedure was used that consisted in extending the pesticide among several layers of organic matter and of soil maintaining the system humid. The experiment was carried out in an area exposed to the climatic conditions, provided of barriers to avoid possible run-off in extreme conditions of precipitation. The evaluations were carried out periodically, using an HPLC residue method, with UV detector (λ=304 nm) and a RP 18 column. The detection limit was 100 mg/kg. Samples were taken during 135 days and the half-life of the sodium pentachlorophenate was 46 days.

Palabras clave: *sodium pentachlorophenate, pentachlorophenol, degradation, destruction of pesticides waste*

INTRODUCCIÓN

El pentaclorofenato de sodio (PCFS) es la sal de sodio derivada del pentaclorofenol (PCF) (*Fig.1*), y al igual que su precursor es un plaguicida con acción insecticida-funguicida que se usa para la conservación de la madera [PNUMA, FAO, 1999, Kilgore W. and Cheng K.W, 1967]

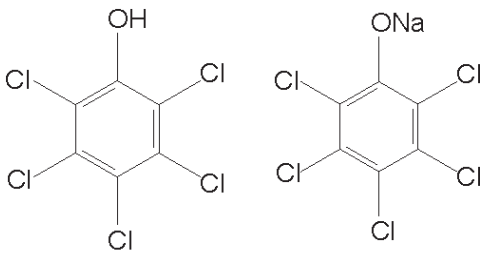

Figura 1. Estructuras químicas del PCF y PCFS

Entre los muchos usos de este producto también se encuentra como un elemento en la fabricación de papel. A partir de la década del ochenta en el ámbito internacional se hicieron fuertes restricciones en cuanto a su uso, por lo que la Unión del Papel de Cuba determinó prohibir, en el orden interno, el uso de esta sustancia.

Debido a esta medida adoptada por el organismo superior del papel, las fábricas de dicho material dejaron de utilizar el pentaclorofenato de sodio, quedando en algunas de ellas cantidades acumuladas del producto, por lo que con el transcurso del tiempo se convirtió en un renglón ocioso.

Este producto no puede ser aprovechado para otros usos por su estado físico actual, ni como plaguicida por no encontrarse registrado en nuestro país. Tampoco puede ser incinerado por los graves problemas que acarrearía al medio ambiente, ya que por combustión desprende gases de cloro altamente tóxicos que reducen la concentración de ozono en la atmósfera.

Hay que destacar que el pentaclorofenato de sodio es altamente tóxico, irritante a la piel, ojos y mucosas, además de poder tener efectos perjudiciales en el hígado, riñones, pulmones y sistema nervioso central. Presenta una elevada solubilidad en agua, lo que le atribuye una alta movilidad, potenciando las posibilidades de contaminación de las aguas y de efectos dañinos sobre la vida acuática [PNUMA, FAO, 1999].

Con este trabajo pretendemos destruir mediante la flora microbiana presente en el suelo, este plaguicida sin afectar el medio ambiente, de una forma práctica y poco costosa, así como el desarrollo de un procedimiento analítico que permita evaluar la degradación de este en el suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Experimento desarrollado para la destrucción del PCFS

Para la destrucción del pentaclorofenato de sodio (PCFS) se empleó un procedimiento poco costoso, consistente en extender el plaguicida (1 000 g de PCFS) entre varias capas de materia orgánica y de suelo ferralítico rojo (cuatro capas) en una abertura practicada en el área exterior del laboratorio (*Fig. 2*). La proporción utilizada fue: Suelo: PCFS: Materia orgánica (25:1:50) kilogramos.

El suelo utilizado en el experimento era del tipo ferralítico rojo, y la materia orgánica utilizada tenía un contenido de 31,2 % de humedad [Pequeño Pérez, 1965].

Este sistema se mantuvo húmedo por adición de 25 L de agua semanalmente.

El experimento se realizó en un área expuesta a las condiciones climáticas, provista de barreras para evitar posibles arrastres bajo condiciones extremas de precipitación.

Las evaluaciones se realizaron cada 15 días analizándose los residuos por HPLC.

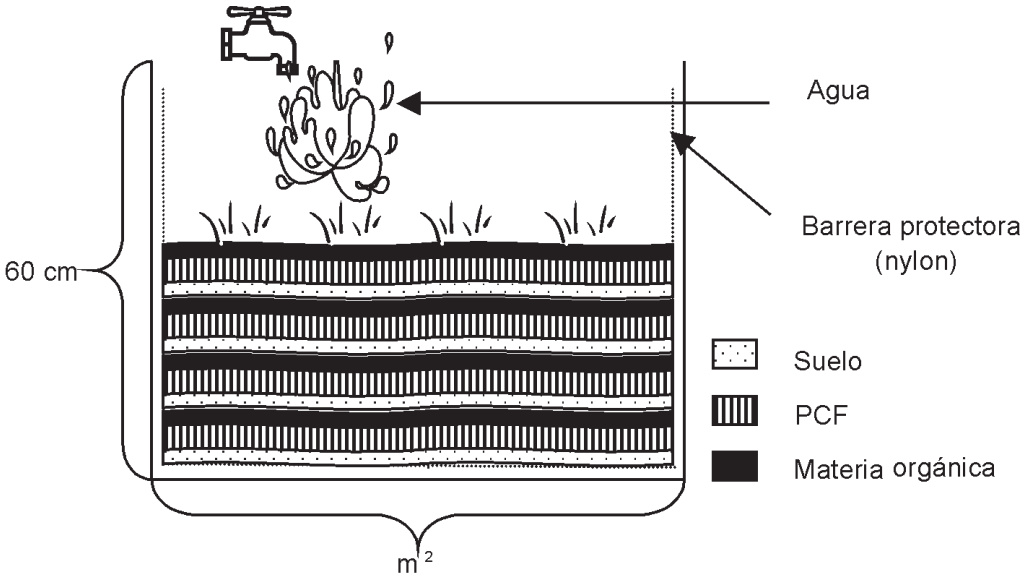

Figura 2. Esquema experimental para la destrucción de PCFS

Método para la determinación de PCFS en suelo

Principio

El PCFS se extrajo con agua a pH 8 (con bicarbonato de sodio) agitando en zaranda durante una hora. Se le ajustó el pH a uno con HCl concentrado, y se convierte a pentaclorofenol, el que es extraído con éter dietílico, evaporándose para su determinación por HPLC.

Reactivos

Acetonitrilo HPLC, lichrosolv MERCK
Ácido acético PA, MERCK
Agua bidestilada
Estándar analítico de pentaclorofenol 99%
Bicarbonato de sodio PA, Merck
Sulfato de sodio anhidro PA, Merck

Equipos y cristalería

Balanza analítica SARTORIUS Modelo BP 210S
Cromatógrafo líquido de alta resolución con detector UV Spectra Physics 8440, inyector manual, bomba LKB 2150 HPLC.
Sistema de adquisición: EZChrom Chromatography Data System
Frascos volumétricos de 10 mL, 1 000 mL
Pipetas volumétricas de 25 mL
Microjeringuilla Hamilton de 20 µL
Zaranda
Balón de una boca de 250 mL
Embudo separador de 250 mlL
Beaker de 50 mL
Probetas de 25 mL

Extracción

Se pesaron 100 g de suelo muestreado del esquema experimental anterior en volumétrico de 1 000 mL y se enrasó con agua a pH 8. Se puso a agitar en zaranda por una hora dejándolo reposar por lo menos 72 horas. Se decantó, y de la solución sobrenadante se tomó una alícuota de 25 mL, la cual se pasó hacia un embudo separador y se le ajustó el pH entre 1-2 con HCl concentrado. Se extrajo con cuatro porciones de 25 mL de éter dietílico. Los extractos etéreos fueron filtrados a través de sulfato de sodio anhidro y concentrados hasta 1 mL en evaporador rotatorio a 40ºC.

Determinación

El residuo (proveniente de la extracción) se disolvió con 10 mL de éter dietílico. Se agitó bien y se inyecto 20 µL en el cromatógrafo líquido.

Condiciones cromatográficas

Columna: lichrospher 100 RP-18 Hibar, 150 x 4 mm; 5 µm
Fase móvil: acetonitrilo/agua/ácido acético (50:50:0.5)
Flujo: 1,0 mL/min.
Longitud de onda: 304 nm
Volumen de inyección: 20 µL

Procedimiento

Se inyectaron 20 µL de patrón e igual volumen de muestra por duplicado.

El por ciento de recuperación fue de 82 %.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Basándonos en las propiedades físico-químicas del pentaclorofenato de sodio [*The Pesticide Manual,* 1994], y en el espectro de absorción UV realizado a este, fue posible seleccionar la longitud de onda adecuada a fin de desarrollar un método analítico para su determinación, que en este caso fue 304 nm, a la cual se exhibe un máximo de absorción bien definido como se observa en la *Fig. 3,* que coincide también con lo reportado en la literatura [Kilgore W. and Cheng K.W, 1967].

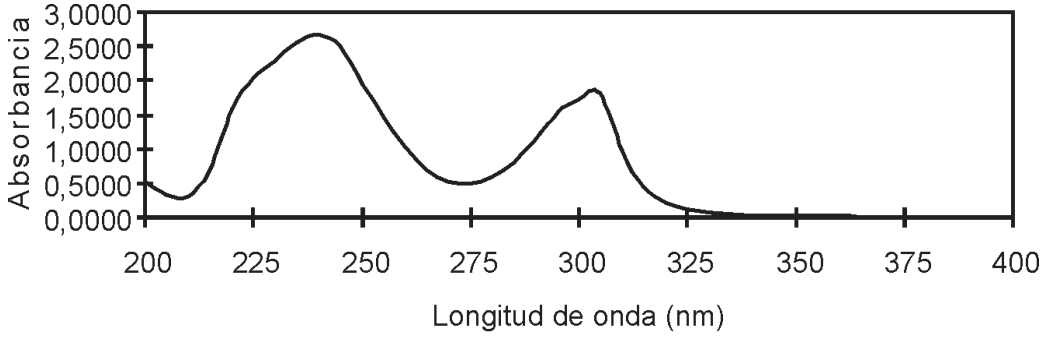

Figura 3. Espectro UV del pentaclorofenol

Los resultados de las evaluaciones realizadas cada 15 días (aproximadamente) se muestran en la *Tabla 1*.

Se observa un comportamiento decreciente de la concentración de pentaclorofenato de sodio en el medio con el aumento del tiempo. Esto se muestra en la *Fig. 4,* en donde se distingue que al cabo de los 135 días de comenzado el experimento, se determinó un tiempo de vida media para el pentaclorofenato de sodio de 46 días.

En la *Tabla 2* se presentan los tiempos de vida media para algunos compuestos organoclorados investigados en climas templados y fríos [Laskowski D.A, Swan R.L., 1983]. Se incluye en ella también los valores correspondientes obtenidos bajo nuestras condiciones climáticas [Dierksmeier G., 2001]. El valor de 46 días para el tiempo de vida media del pentaclorofenato de sodio pone de manifiesto la influencia de las condiciones climáticas favorables para la degradación de este organoclorado en nuestro medio.

Tabla 1. Contenido de pentaclorofenato por muestras evaluadas

Muestreo	Tiempo (días)	Concentración (mg/kg)
1	0	2189,02
2	20	1704,47
3	30	1147,84
4	45	955,67
5	60	801,96
6	75	761,53
7	90	428,04
8	105	398,42
9	120	228,49
10	135	147,44

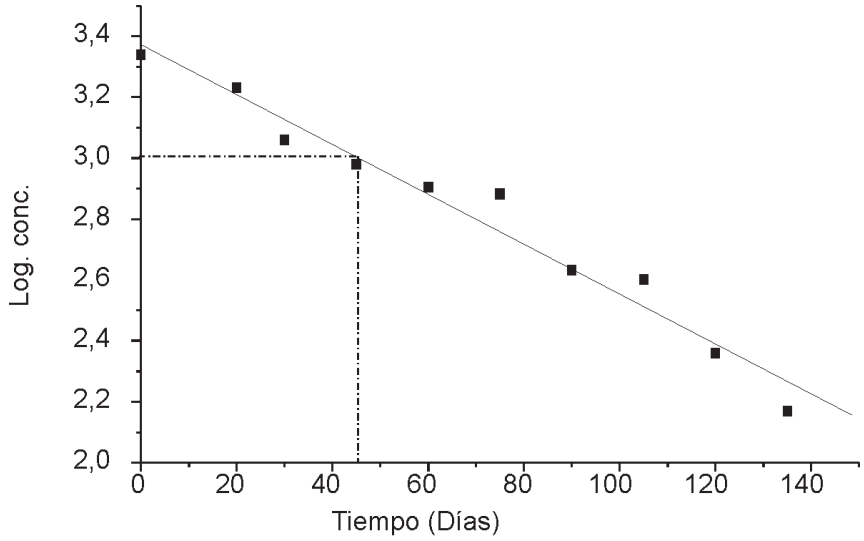

Figura 4. Degradación del pentaclorofenato de sodio (tiempo de vida media)

Tabla 2. Tiempo de vida media de algunos plaguicidas organoclorados en suelo

Plaguicida	T ½ (días) Climas fríos y templados	T ½ (días) Climas tropicales
Lindano	600	–
Dieldrin	1 000	1 80
Heptacloro	2 000	–
DDT	3 800	1 90

CONCLUSIONES

• Se desarrolló un procedimiento que permite la destrucción del pentaclorofenato de sodio por la acción microbiana del suelo.

• Se desarrolló un método analítico por HPLC para la determinación de pentaclorofenato de sodio en suelo con un LD de 100 mg/kg.

• Se determinó que el pentaclorofenato de sodio tiene un tiempo de vida media de 46 días, bajo las condiciones investigadas.

REFERENCIAS

British Crop Protection Council: *The Pesticide Manual. A World Compendium*, Thenth Edition, 1994, pp. 780- 782.

Dierksmeier, G.: *Plaguicidas. Residuos, efecto y presencia en el medio*, Ed. Científico-Técnica, La Habana, 2001, pp. 422-423.

Kilgore W.; K. W. Cheng: «Pentachlorophenol and Its Sodium Salt», *Analytical Methods for Pesticides, Plant Growth Regulators and Foods Additives,* vol. V, New York-Londres, 1967, pp. 313-318.

Laskowski, D. A.; R. L. Swan: «Soil Degradation Studies», *Residue Reviews* 85, p. 143. Ed. New York-Berlin, 1983, p. 85.

Pequeño P. J.; A. López: *Agroquímica*, t. II, Instituto Cubano del Libro, La Habana, 1968, pp. 38-41, 43-48.

PNUMA, FAO: «Documento de orientación sobre sustancias químicas prohibidas o severamente limitadas en el comercio internacional. Captafol, clorobencilato, hexaclorobenceno, lindano, pentaclorofenol y 2,4,5-T», 2000, pp. 53-63.