



DEGRADACIÓN DE LOS PESTICIDAS CLORADOS PENTAFLUOROFENOL Y DICOFOL POR PROCESOS DE OXIDACIÓN AVANZADA (POA) Y TOXICIDAD DE SUS INTERMEDIARIOS

**ELEN CRISTINA QUISPE CHAVEZ
DOCTOR EN CIENCIAS, MENCIÓN INVESTIGACIÓN Y
DESARROLLO DE PRODUCTOS NATURALES**

RESUMEN

En el desarrollo de esta investigación se utilizaron distintos Procesos de Oxidación Avanzada (POA), tales como; UV, H₂O₂, O₃, H₂O₂-Fe⁺², O₃-MnO₂/TiO₂, O₃-Rh/TiO₂ y mezcla de ellos, en la degradación de Pentaclorofenol (PCP) lográndose determinar el proceso más eficiente por el cual se degradó en forma óptima este compuesto. A partir de esto se determinó que los procesos de ozonización son los que presentaron una mejor velocidad de degradación del PCP. Durante el proceso de ozonización se detectaron diferentes intermediarios clorados y ácidos orgánicos, cuya proporción y tipo dependió del pH de la solución. La identificación de estos nos permitió proponer rutas de degradación del PCP durante el proceso de ozonización, que fue dependiente del pH de la solución de partida. Las reacciones de degradación de PCP fueron acompañadas de ensayos de toxicidad, lo que permitió elegir el mejor proceso que minimiza las consecuencias ambientales del tratamiento, logrando disminuir la toxicidad de la solución inicial de PCP. Se utilizaron para este estudio, las especies *Daphnia magna* (microcrustáceo de agua dulce), *Lactuca sativa* (planta dicotiledónea) y *Panicum millaceum* (planta monocotiledónea).

En los estudios de degradación del PCP, uno de los compuestos recalcitrantes obtenidos, como producto final de la reacción, es el ácido oxálico. Por tal motivo se investigó las condiciones para su degradación, la que fue obtenida aplicando procesos de ozonización en presencia de catalizadores. En función de los buenos resultados obtenidos por los procesos de ozonización para PCP, se ensayó su rendimiento en la degradación del pesticida agroquímico Dicofol (estructuralmente

similar al DDT, diferenciándose solo por un OH), compuesto organoclorado utilizado como acaricida. Con este compuesto, la ozonización simple o catalizada con cobre, permite degradarlo solo parcialmente a la hora de tratamiento. Sin embargo la fotólisis de este compuesto permite una mayor degradación proponiéndose una ruta en este proceso. Considerando que los compuestos organoclorados se encuentran también en suelo se identificaron qué especies fúngicas fueron capaces de degradar el PCP en mayor porcentaje, con lo cual se sientan las bases de aplicación potencial de un método alternativo de degradación de PCP en ambientes como el suelo.

ABSTRACT

The degradation of pentachlorophenol (PCP) was studied using several Advanced Oxidation Processes. It was found that the use of ozone as oxidant was the best alternative. When ozone was used, the rates of PCP degradation were high ($k_{obs} = 0,5 \pm 0,1 \text{ min}^{-1}$). Several intermediaries of reaction, such as mono and polychlorinated phenols and quinones were detected; further oxidation of these compounds gave origin to organic acids. The distribution of the reaction intermediaries was found to be pH dependent, based on this observation a degradation route for the ozonation of PCP was proposed. To know the toxic behavior of the PCP and its degradation intermediaries, the toxicity of its solutions was evaluated at the beginning, during and at the end of the treatment. It was used one representative from the animal kingdom, *Daphnia magna* (a fresh water microcrustaceous) and two from the vegetal kingdom: *Lactuca sativa* (dicotyledonous plant) and *Panicum millaceum* (monocotyledonous plant) as a way to study the toxic behavior in two different biologic ambits. It was found that the treatment with ozone diminish the toxicity of the solutions, specially when the catalyst $\text{MnO}_2/\text{TiO}_2$ was present in the reaction (catalytic ozonation) One of the intermediaries, the oxalic acid, was found resistant to further oxidation. Due to this reason, the necessary conditions to degrade this compound efficiently were evaluated. It was found that using catalytic ozonation at acidic pH this compound could be oxidized to CO_2 and water (complete mineralization).

Additionally, taking account the PCP could be present in other ambient, as soil, the biodegradation of this compound, using several fungi species was studied. *Fusarium crookwellense*, *Fusarium chlamydosporum*, y *Amylomyces rouxii* species were found able to degrade PCP. This constitutes an alternative process for the degradation of PCP in soils. Once studied the behavior of PCP, the degradation of the pesticide DICOFOL (DDT type acaricide) was evaluated. This organochloride compound was resistant to the degradation with ozone, nevertheless, the photolysis of DICOFOL is more efficient. A degradation route was proposed based on the results obtained by GC-MS.