

## EVALUCION DE LOS RESIDUALES DE COPROPORFIRINAS III Y SUS EFECTOS AMBIENTALES (PARTE I)

### EVALUATION OF THE RESIDUAL OF COPROPORFIRINAS III AND THEIR ENVIRONMENTAL EFFECTS (PART I)

Ing. Neyda Pérez Garrido I , Ing. Aniurka Mayelin Balanzó Pujals II , Dra. Yudith González Diaz III , Ing. Dayana Marín Sánchez I , Ing. Dagmara Ferrer Salas I

I Centro de Toxicología y Biomedicina (TOXIMED), Santiago de Cuba, neyda@toximed.scu.sld.cu , II Laboratorio Farmacéutico Oriente, Santiago de Cuba, III Facultad de Ingeniería Química y Agronomía, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, yudith@uo.edu.cu .

---

#### Resumen

El creciente desarrollo industrial y urbano, ha traído consigo el uso de agentes químicos, usando indiscriminadamente sus propiedades , su manipulación es peligrosa y causa daños irreversibles en la salud de los seres humanos y a los ecosistemas. Este estudio se realizó con el objetivo de evaluar el nivel de contaminación generados por los residuales de las técnicas de Coproporfirinas III, del Laboratorio de Química Analítica de TOXIMED, los cuales son vertidos sin un tratamiento efectivo al medio ambiente, para analizar la carga contaminante de dichos desechos se efectuó la caracterización físico química y se comparó con lo establecido en la Norma Cubana 27:2012. A partir de los resultados, se concluye que desde el punto de vista físico químico, los sólidos totales, pH, nitritos, nitratos y el oxígeno disuelto resultaron los que evidenciaron el grado de contaminación del residual. Quedando demostrado, que los residuales obtenidos en la técnica de Coproporfirinas III tienen efectos tóxicos tanto para los medios acuáticos, como para los terrestres por lo que deben ser tratados para ser vertidos.

**Palabras clave:** coproporfirinas, contaminación ambiental, residual líquido, caracterización

---

#### Abstract

The increasing industrial and urban development has brought the use of chemical agents, indiscriminately using their properties, their handling is dangerous and causes irreversible damage to the health of humans and ecosystems. This study was carried out with the objective of evaluating the level of contamination generated by the

residuals of the techniques of Coproporphyrins III, from the Laboratory of Analytical Chemistry of TOXIMED, which are discharged without an effective treatment to the environment, to analyze the pollutant load of These wastes were carried out the physical chemical characterization and was compared with the established in the Cuban Standard 27:2012. From the results, we conclude that from the physical chemical point of view, the total solids, pH, nitrites, nitrates and dissolved oxygen were those that showed the degree of contamination of the residual. It is demonstrated that the residuals obtained in the Coproporphyrins III technique have toxic effects for both aquatic and terrestrial environments and therefore must be treated to be discharged.

**Keywords:** c oproporphyrins , environmental pollution, waste waters, characterization

---

## INTRODUCCION

Dentro de la ingeniería ambiental ha sido necesario implantar técnicas para el análisis de las aguas con referencia a los contaminantes, y existe actualmente en el ámbito internacional la tendencia de combinar y complementar los análisis fisicoquímicos con pruebas biológicas o bioensayos de toxicidad, por lo que se han desarrollado un amplio número de investigaciones en diversos países [4], pero en Cuba los ensayos con organismos son poco conocidos y las publicaciones son escasas.

Las sustancias y compuestos químicos presentes en el ambiente pueden causar daños tanto sobre la salud de las personas como sobre los ecosistemas y en muchos casos, ambos daños coexisten [6].

El concepto de toxicidad de un efluente líquido, ha tenido diferentes interpretaciones. Un concepto inicial propuesto en la descarga de efluentes, era que los líquidos deberían estar "libres de sustancias tóxicas en cantidades tóxicas". La medida directa de la toxicidad de efluentes es definida por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos [6] como " *Whole Effluent Toxicity* " o WET (toxicidad total o integrada del efluente). La idea del WET fue posterior a la idea de controlar las descargas a partir de la medida de las concentraciones de compuestos químicos individuales o químico-específico. Asimismo, posterior al WET es el concepto que un análisis protectivo del ambiente, implicaría la biovaloración o el estudio in situ en los ambientes que reciben descargas de efluentes líquidos. Esto arroja un acercamiento integrado de la evaluación del impacto ambiental asociado a dichas descargas.

Los laboratorios de química, manejan gran cantidad de productos y efectúan diversas operaciones que conllevan la generación de residuos, que en su mayoría resultan dañinos para la salud y el medio ambiente. Aunque el volumen de estos residuos es generalmente pequeño en relación al proveniente del sector industrial, no debe subvalorarse el problema que estos puedan ocasionar a la salud de los seres humanos y a los ecosistemas.

El Centro de Toxicología y Biomedicina de Santiago de Cuba (TOXIMED), trabaja con muestras, reactivos biológicos, reactivos químicos y generan desechos comunes, lo que hace relevante el manejo adecuado de los mismos, ya que estos constituyen un factor de riesgo, tanto para las personas involucradas en las actividades que se realizan allí, como para el medioambiente.

La determinación de Coproporfirinas III en orina, constituye un método para la determinación de plomo (en forma de porfirinas) en la orina. Es una manera de percibir los niveles de esta sustancia en personas ocupacionalmente expuestas y que pudiesen llegar a padecer la enfermedad del saturnismo que ocasiona daños irreversibles en el ser humano (depósito de plomo en las articulaciones, ceguera y la muerte)

El residual líquido procedente de la determinación de Coproporfirinas III generados por el laboratorio de Química Analítica de TOXIMED es vertido sin tratar al medio ambiente. Por lo antes expuesto el objetivo de este artículo es realizar la caracterización desde el punto de vista químico físico y toxicológico de estos residuales lo que brindaría las herramientas primarias para evaluar el grado de riesgo que presenta para los organismos y de esta forma hacer predicciones con un alto grado de confiabilidad.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Al residual líquido procedente de la determinación de Coproporfirinas III en muestras de orina se le realizó una dilución al 25% ya que el mismo es diluido aproximadamente a esta concentración cuando se vierte al medio ambiente.

Los análisis a las muestras se realizaron en el Laboratorio de Calidad de Agua perteneciente al laboratorio de la Geominera en Santiago de Cuba. Los métodos empleados fueron extraídos de *Standard Methods for the examination of water and waste water* [1]. Las determinaciones realizadas fueron:

- pH: Se utilizó el método potenciométrico, usando un electrodo de cristal en combinación con el potencial de referencia, proporcionado por un electrodo de calomel saturado. El sistema del electrodo de cristal se basa en el hecho de que un cambio de una unidad de pH produce un cambio eléctrico de 59,1 mV a 25 °C.
- NO<sub>2</sub><sup>-</sup> : Método calorimétrico. Principio: La concentración del nitrito se determina por la formación de un colorante azoico, de color púrpura rojizo, que se produce a un pH de 2,0 a 2,5 por la copulación del ácido sulfanílico diazotado con el clorhidrato de naftilamina. El método de diazotación es adecuado para la determinación visual del nitrógeno de nitrito en el ámbito de 0,001 a 0,25 mg/L de N; la medición fotométrica, es aplicable en concentraciones entre 0,005 y 0,05 mg/L, si se usa un trayecto de luz de 5 cm con un filtro verde; el sistema de color obedece la ley de Beer en concentraciones hasta de 0,18 mg/L de N ó 0,6 mg/L de NO<sub>2</sub>, con un trayecto de luz de 1 cm a 520 mm.
- Potasio: Se utiliza el método fotométrico, precipitándolo con cobaltinitrito de sodio dipotásico con solución patrón de bicromato de potasio, en presencia de ácido sulfúrico, determinando colorimétricamente el exceso de bicromato.
- NH<sub>4</sub><sup>+</sup> : Se empleó el método calorimétrico, utilizando el principio espectrofotométrico.
- Oxígeno disuelto: Se realiza por el método volumétrico, empleando el principio de Winkler, empleando la modificación de Alstergerg
- Cloruro. Se realizó por el método volumétrico, empleando una solución neutra o ligeramente alcalina, se usó el cromato de potasio para indicar el viraje en la titulación de los cloruros con nitrato de plata. Se precipita cuantitativamente el cloruro de plata antes que se forme el cromato de plata rojo.

- Dureza: Se realizó por el método volumétrico, se fundamenta en la propiedad que tiene el reactivo sal sódica del ácido etilendiamin tetracético (EDTA), de formar complejos estables con mucho de los metales y en el uso de indicadores apropiados. La medición de la dureza se realiza en dos etapas. En una primera etapa se mide el calcio a pH 12, utilizando indicador Murexida y en una segunda etapa se mide conjuntamente el calcio y el magnesio a pH 10, utilizando indicador Negro de Eriocromo T.

- Sólidos disueltos totales: Se determinó por las siguientes ecuaciones:

Para valores de conductividad específica hasta 600  $\mu\text{s}/\text{cm}$ :

$$Y = 11,56 + 0,71X \text{ con un coeficiente de correlación de } 0,985 \text{ 47.}$$

Para valores de conductividad específica de 600 hasta 1400  $\mu\text{s}/\text{cm}$ :

$$Y = 102,11 + 0,60 X \text{ con un coeficiente de correlación de } 0,950 \text{ 60.}$$

Para valores de conductividad específica mayores de 1400  $\mu\text{s}/\text{cm}$ :

$$Y = 244,81 + 0,52 X \text{ con un coeficiente de correlación de } 0,99495.$$

Los resultados fueron comparados con la Norma Cubana NC 27:2012: Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y alcantarillas [3] .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al analizar los parámetros físico-químicos del residual estudiado (Tabla 1), se pudo observar que los sólidos totales, pH, nitritos, nitratos y el oxígeno disuelto, fueron los parámetros que superaron los valores permisibles que establece la Norma Cubana NC 27:2012: Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y alcantarillas [3] .

**Tabla 1**

Parámetros físico-químicos del residual líquido de la técnica de Coproporfirinas III al 25 %

Determinaciones	Residual Coproporfirinas III (25 %)
pH	<b>4,30</b>
Conductividad( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )	334
Dureza Total(mg/L)	32,95
Dureza cálcica(mg/L)	0
Dureza Magnésica(mg/L)	32,95
Oxígeno disuelto(mg/L)	<b>0,56</b>
Potasio(mg/L)	149,38
Nitritos(mg/L)	<b>67,32</b>
Nitratos(mg/L)	<b>73,82</b>

Amoníaco libre(mg/L)	7,19
Cloruros(mg/L)	726,37
Sólidos totales(mg/L)	<b>4983</b>
Sólidos fijos(mg/L)	201
Fenoles	0
Metales (Cd, Pb, As, Sb, Cr)	Valores menores a los LMA
Cr <sup>6+</sup> (mg/L)	0,26

Conocer el pH del suelo es importante para evaluar la relación suelo-planta. La mayoría de los cultivos se desarrolla más favorablemente en suelos con pH cercano a 7, es decir, neutro, como se muestra en la Tabla 2. Aunque cada especie vegetal tiene un pH óptimo, la acidez del suelo también afecta la disponibilidad de nutrientes, las propiedades físicas de los suelos y la actividad microbiana. En los suelos acidificados se reduce el desarrollo de la mayoría de los cultivos agrícolas y forrajeros.

**Tabla 2.**

Valores de pH según tipo de cultivo [4]

Hortícolas	pH óptimo	Frutales y Extensivos	pH óptimo
Acelga	6,0-7,5	Café	5,0-7,0
Apio	6,1-7,4	Limonero	6,0-7,5
Berenjena	5,4-6,0	Manzano	5,3-6,7
Boniato	5,1-6,0	Naranja	6,0-7,5
Calabaza	5,6-6,8	Pino	5,0-6,0
Cebolla	6,0-7,2	Platanera	6,0-7,5
Col	6,0-7,5	Caña de azúcar	6,0-7,8
Lechuga	5,8-7,2	Arroz	5,0-6,5
Pepino	5,7-7,2	Girasol	6,0-7,2
Melón	5,7-7,2	Maíz	5,5-7,5
Pimiento	6,3-7,8	Lenteja	5,0-7,0

Al analizar los resultados obtenidos en cuanto al pH se percibe la presencia de un medio ácido en el residual de Coproporfirinas III, con un valor de 4,30. La NC 27:2012 [4]

establece que las descargas de aguas residuales a los cuerpos receptores superficiales de ríos, embalses y zonas hidrogeológicas debe tener valores de pH entre 6-9. La acidez tiene una influencia considerable en la estructura y descomposición de sustancias orgánicas, así como en la micro-vida del suelo. Un valor de pH muy bajo o muy alto puede ser perjudicial para los cultivos y repercute en el modo en que los elementos nutritivos, metales pesados y pesticidas son eliminados del suelo.

El Oxígeno Disuelto es un indicador del nivel de contaminación del agua o de lo bien que puede dar soporte esta agua a la vida vegetal y animal. Es válido ratificar que los organismos acuáticos requieren de niveles de oxígeno muy elevados, mientras que las bacterias necesitarán los más bajos.

Si los niveles de oxígeno disuelto son demasiado bajos, algunos peces y otros organismos no pueden sobrevivir y en la determinación del Oxígeno Disuelto, se observa que se obtuvo el valor de 0,56 mg/L muy inferior al rango de 2-4 mg/L que establece la NC 27:2012 para ser permisible su vertimiento.

Para el caso de Nitrato y Nitrito un exceso tiene innegables repercusiones en el medio ambiente, amenazando el equilibrio en tierra, mar y aire. En este estudio se aprecia que los valores obtenidos para el residual de la técnica de Coproporfirinas III de NO 2- fue de 67,32 mg/L muy superior al límite establecido por la NC 27:2012 que es de 0,01 mg/L. En el caso del NO 3- la NC 27:2012 establece como valor máximo permisible 45 mg/L que también es inferior a la concentración de nitratos presentes en el residual (73,82 mg/L).

Estos valores alteran el equilibrio de las especies vegetales terrestres: las que asimilan mejor el nitrógeno crecen más rápidamente y predominan, mientras que otras desaparecen. La situación se agrava en los sistemas acuáticos (ríos, lagos y costas es donde van a parar los excedentes de nutrientes y demás residuos). Los nitratos son altamente solubles y no son retenidos por las cargas negativas de los coloides del suelo, de modo que se mueven libremente con el agua de drenaje, a través del perfil, hacia los acuíferos. El movimiento de estos compuestos nitrogenados solubles desde el suelo hacia sistemas acuáticos afecta el equilibrio de estos últimos y conduce a una disminución en el nivel de oxígeno del agua, con la consecuente muerte de peces u otras especies acuáticas y pérdida de la biodiversidad

Los análisis de sólidos totales son importantes en el control de procesos de tratamiento biológico y físico de aguas residuales, y para evaluar el cumplimiento de las limitaciones que regulan sus vertidos. La salinidad representa el contenido iónico total del agua, se identifica con el parámetro total de sólidos disueltos. Los niveles elevados de salinidad causan problemas en el regadío, y en la vida acuática además de convertir las aguas en no aptas para beber.

Al utilizar agua salobre sobre el regadío se originan problemas por los desequilibrios que causan en los suelos, además no solo tiene influencia en el contenido total de sales, sino también en la naturaleza de cada uno de los componentes. Por ejemplo las aguas municipales e industriales previamente ablandadas se enriquecen con cationes sodio, lo que afecta de forma adversa a los suelos y las plantas, al romper los agregados de los suelos y producir la impermeabilización de los mismos. Según [5] cuando los sólidos disueltos totales son superiores a 2 000 mg/L solo pueden cosecharse plantas tolerantes a la sal en suelos permeables y además se precisan prácticas cuidadosas para su empleo. Los sólidos totales del residual diluido al 25 % son de 4 983 mg/L por lo que de acuerdo a lo reportado por Orozco, existirá una disminución del rendimiento de las cosechas de un 10 % para la remolacha, un 25 % en la espinaca y el tomate, un 50 % en la col y más del 50 % en el maíz, la lechuga, la zanahoria y la cebolla.

## CONCLUSIONES

1. Los parámetros químicos que evidenciaron el grado de contaminación que presenta el residual, fueron los sólidos totales, pH, nitritos, nitratos y el oxígeno disuelto.
2. Los residuales pueden ser considerados como tóxicos, ya que el medio ambiente se ve impactado por estos residuales que lo contaminan, siendo persistentes y no biodegradables.

## BIBLIOGRAFÍA

1. APHA, "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater". 19th Edition. Washington: Ed. American Public Health Association APHA, 1995.
2. MENDOZA, C.A.: CORTÉS M.G. Caracterización fisicoquímica y evaluación toxicológica utilizando bioensayos en agua, suelo y sedimento del Distrito de Desarrollo Rural 063, Hidalgo. Tesis de Licenciatura. Biología, Campus Iztacala, UNAM, Mexico. 1994
3. OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. Norma Cubana NC 27: 2012 *Vertimiento de Aguas Residuales a las Aguas Terrestres y al Alcantarillado. Especificaciones* . 2da Edición. La Habana, Cuba, 2012
4. OROZCO, C., ALFAYATE, J.M., GONZÁLEZ, N., PÉREZ, A., RODRÍGUEZ, F. "Contaminación Ambiental una visión desde la Química", 2006.
5. PLANES, E., FUCHS, J . Cuáles son los aportes de la ecotoxicología a las regulaciones ambientales. Ciencia e investigación. 2015, 65, Nº 2, 45-62
6. USEPA, Methods for Measuring the Acute Toxicity of Effluents and Receiving Waters to Freshwater and Marine Organisms. fourth ed. Washington, DC: US Environmental Protection Agency, 1991. Publ. No. 600/4-90/027.

Recibido: Noviembre 2017

Aprobado: Marzo 2018

*Ing. Neyda Pérez Garrido. Centro de Toxicología y Biomedicina (TOXIMED), Santiago de Cuba*