

EVALUACIÓN DE LOS RESIDUALES DE MICOTOXINAS Y SUS EFECTOS AMBIENTALES (PARTE I)

Ing. Neyda Pérez-Garrido^I, neyda@toxi.scu.sld.cu, Dra. Yudith González-Díaz^{II}, yudith@fiq.uo.edu.cu, Lic. José Carlos Rodríguez-Tito^I, Lic. Rodolfo Sam-Pérez^{III},
Téc. Dagmara Ferrer-Salas^I

^ICentro de Toxicología y Biomedicina (TOXIMED), Cuba, ^{II}Facultad de Ingeniería Química, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, ^{III}Laboratorio Provincial de Higiene y Epidemiología, Santiago de Cuba

El creciente desarrollo industrial y urbano ha traído consigo la aparición de una cantidad apreciable de sustancias químicas tóxicas, lo cual afecta tanto la salud humana como la de los ecosistemas. El trabajo ofrece una caracterización físico-química de los residuales líquidos generados por el Laboratorio de Química Analítica de TOXIMED que contienen micotoxinas y son vertidos sin tratar al medio ambiente, con el objetivo de inferir el efecto que los residuales de micotoxinas pueden tener sobre el ecosistema.

La valoración de los diferentes parámetros físico-químico se efectuó a través de la Norma Cubana 27/1999. A partir de los resultados, se concluye que desde el punto de vista físico químico, los sólidos totales y el oxígeno disuelto resultaron los que evidenciaron el grado de contaminación del residual. Quedando demostrado, que los residuales obtenidos en la técnica de micotoxinas tienen efectos tóxicos tanto para los medios acuáticos, como para los terrestres por lo que deben ser tratados para ser vertidos.

Palabras clave: micotoxinas, contaminación ambiental, residual líquido, caracterización

The increasing industrial and urban development has resulted in the appearance of an appreciable amount of toxic chemicals, which affect both human health and the ecosystems.

The work provides a physical-chemistry of liquid waste generated by the Laboratory of Analytical Chemistry TOXIMED containing mycotoxins and is dumped untreated into the environment, in order to infer the residual effect of mycotoxins may have on the ecosystem. The measurement of different physical-chemical parameters was made through the International Standard 27/1999. From the results, we conclude that from the standpoint of physicochemical total solids and dissolved oxygen were those that showed the degree of residual contamination. This clearly demonstrates that the residuals obtained in the art of mycotoxins are toxic to both aquatic and for the land so they must be treated to be dumped.

Key words: mycotoxins, environmental pollution, waste waters, characterization

Introducción

El desarrollo global en las últimas décadas ha estado caracterizado por un incremento rápido en la utilización de sustancias químicas, asociadas con diferentes tipos de actividades: industrial, urbana, comercial y agrícola. Los estimados de compuestos orgánicos y de metales liberados en el ambiente son del orden de algunos millones de toneladas por año. No hay dudas de que estas sustancias deben tener algún efecto sobre el ambiente y los seres humanos.

El Centro de Toxicología y Biomedicina de Santiago de Cuba (TOXIMED), manejan muestras, reactivos biológicos, reactivos químicos y generan desechos comunes, lo que hace relevante el manejo adecuado de los desechos, ya que

estos constituyen un factor de riesgo, tanto para las personas involucradas en las actividades que se realizan allí, como para el medioambiente.

Los residuos generados por el laboratorio de química analítica de TOXIMED contienen micotoxinas, y son vertidos sin tratar al medio ambiente. Estos residuales generados en esta entidad deben ser caracterizados desde el punto de vista químico físico y toxicológico, lo cual brindaría las herramientas primarias para proponer un tratamiento eficaz a estos, que permitan minimizar sus potenciales efectos dañinos en el medio ambiente.

Fundamentación teórica

Los contaminantes químicos generados y vertidos al ambiente pueden causar efectos muy

variados, ya sea sobre los organismos aislados (efectos tóxicos), o sobre los ecosistemas y el equilibrio ambiental general (efectos ecotóxicos) los cuales pueden ser inmediatos o a largo plazo y afectar generaciones posteriores. Así como efectos adversos de tipo estético, económico, social y político. Por lo general ocurren en lugares cercanos a la fuente de contaminación (efectos microambientales). También pueden ocurrir en sitios remotos y tienen mayormente implicaciones globales (efectos macroambientales).

La evaluación medioambiental es un concepto de gran importancia, y a la vez muy complejo. Son muy numerosos los métodos existentes para llevar a cabo el muestreo y el análisis de muestras ambientales, recurriéndose habitualmente a criterios internacionales de orígenes diversos. La evaluación implica la utilización de numerosas herramientas con el objetivo último de conocer y valorar una situación, permitiendo el posterior planteamiento de actuaciones.

Los métodos concretos y técnicas más usadas en la determinación de los parámetros más significativos en el análisis medioambiental son los métodos físico-químicos y los métodos biológicos. Dentro de los métodos físico-químicos se emplean técnicas químicas y técnicas instrumentales.

Por métodos biológicos de análisis medioambiental podríamos entender todos aquellos métodos que emplean organismos vivos o elementos de éstos con el fin de evaluar la contaminación de un entorno concreto. Se pueden establecer tres grandes grupos de ensayos biológicos:

- Ensayos toxicológicos.
- Exámenes microbiológicos.
- Análisis biológico en sentido estricto.

Los ensayos toxicológicos tienen como objetivo establecer los efectos desfavorables que produce la dosis de un determinado residuo sobre un organismo concreto durante un tiempo establecido. Los exámenes microbiológicos pretenden determinar la presencia en un medio concreto de agentes peligrosos o potencialmente peligrosos para la salud humana.

El análisis biológico de un entorno tiene como objetivo establecer el tipo y estado en que se encuentran las comunidades biológicas que lo

habitan, y de este modo poder evaluar la calidad ambiental de dicho medio. En la parte I del artículo se presentan y analiza la evaluación medioambiental por métodos físico-químicos y en la parte II a través de los ensayos toxicológicos.

Materiales y métodos

Al residual líquido procedente de la determinación de micotoxinas en muestras de pienso se le realizó una dilución al 30 % ya que el mismo es diluido aproximadamente a esta concentración cuando se vierte al medio ambiente. Para el muestreo de las aguas se siguió las recomendaciones contenidas en las normas ISO 5667⁻¹ (1980), ISO 5667⁻² (1991) y ISO 5667⁻³ (1994).

Los análisis a las muestras se realizaron en el Laboratorio de Calidad de Agua perteneciente a la Dirección Provincial de Recursos Hidráulicos en Santiago de Cuba. Los métodos empleados fueron extraídos de *Standard Methods for the examination of water and wastewater* /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.
- NO₂⁻: 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 0,6mg/L de NO₂⁻, 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_4^+ : 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 puede usar 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 teracético (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.
- Alcalinidad: Se mide por titulación de la muestra con HCl o H_2SO_4 de concentración 0,02 N, utilizando indicadores como naranja de metilo, cuando la muestra tiene un pH menor de 8,3 o fenolftaleína, en caso contrario

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

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

$$Y = 11,56 + 0,71X \text{ con un coeficiente de correlación de } 0,98547$$

Para valores de conductividad específica de 600 hasta 140 $\mu\text{s}/\text{cm}$

$$Y = 102,11 + 0,60 X \text{ con un coeficiente de correlación de } 0,950601$$

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 27/1999: Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y alcantarillas.

Resultados y discusión

Al analizar los parámetros físico-químicos del residual estudiado (tabla 1), se pudo observar que los sólidos totales y el oxígeno disuelto, fueron los únicos parámetros que superaron los valores permisibles que establece la Norma Cubana NC 27/1999: Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y alcantarillas

Tabla 1
Parámetros físico-químicos del residual
líquido toxicológico al 30 %

Determinaciones	30 %
pH	6,1
Conductividad ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	650
Alcalinidad (mg/L)	156
Dureza total (mg/L)	120,08
Dureza cálcica (mg/L)	96,51
Dureza magnésica (mg/L)	23,57
Oxígeno disuelto (mg/L)	0,36
Oxígeno consumido (mg/L)	1 780
Potasio (mg/L)	8,72
Grasas y aceites (mg/L)	0,10
Nitritos (mg/L)	0
Amoníaco libre (mg/L)	0,36
Cloruros (mg/L)	768,46
Sólidos totales (mg/L)	4 938,46
Sólidos fijos (mg/L)	3 642,31
Sólidos volátiles (mg/L)	1 296,15

La NC 27/1999, establece que las descargas de aguas residuales, no podrán producir una disminución del oxígeno disuelto en los cuerpos receptores superficiales de ríos, embalses y zonas hidrogeológicas, que se utilizan para la captación de aguas destinadas al abasto público y uso industrial, en la elaboración de alimentos a valores menores de 4 mg/L y a valores menores de 2 mg/L en el caso de ríos, embalses, zonas hidrogeológicas de menor valor desde el punto de vista del uso como: aguas de navegación, riego con aguas residuales, industrias poco exigentes con respecto a la calidad de las aguas a utilizar, riego de cultivos tolerantes a la salinidad y al contenido excesivo de nutrientes y otros parámetros. En el caso del residual objeto de estudio el valor obtenido de oxígeno disuelto es de 0,36 mg/L.

La cantidad de oxígeno disuelto medida como mg O_2/L es un indicador importante de la calidad del agua, ya que es un elemento indispensable para la vida en el seno de la misma, los peces necesitan los niveles de oxígeno disuelto más elevados y las bacterias los más reducidos. Las principales causas de la desoxigenación de un agua son las actividades de oxidación biológica y respiración de los seres vivos. El primer aspecto es el más importante y está relacionado con la presencia de los llamados residuos con requerimiento de oxígeno que por un proceso de oxidación biológica va a consumirlo, degradándose ello a otras sustancias distintas los compuestos oxidables pueden ser sustancias inorgánicas como nitritos, cloruros, sulfuros, etcétera, pero en su mayor parte son compuestos orgánicos biodegradables.

En las canalizaciones metálicas, un contenido inferior a 5 mg/L de oxígeno disuelto ocasionará la corrosión de la misma /2/. Los sólidos pueden afectar negativamente a la calidad del agua o al suministro para su consumo de varias maneras. Las aguas con abundantes sólidos disueltos suelen ser de inferior palatabilidad, y pueden inducir una reacción fisiológica desfavorable en el consumidor ocasional.

Los análisis de sólidos 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 Orozco (2006), 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 30 % son de 4 938,42 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 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, Ed. APHA Washington, 1995.
2. Fundación MAPFRE. *Manual de la contaminación ambiental*, España, Editorial MAPFRE, S.A., 1994.
3. NC 27, *Vertimiento de Aguas Residuales a las Aguas Terrestres y al Alcantarillado. Especificaciones*, 1999.
4. OROSCO, C., J.M. ALFAYATE GONZÁLEZ, N., PÉREZ, A. RODRÍGUEZ F. *Contaminación Ambiental una visión desde la química*, 2006.
5. PÉREZ N., *Evaluación de los residuales de micotoxinas y sus efectos ambientales*, Tesis en opción al título de Ingeniero Químico, Universidad de Oriente, Cuba, 2010.
6. VALDÉS L., JIMÉNEZ Y., Y PÉREZ. *Evaluación del potencial biológico y caracterización fisicoquímica del residual porcino*, Revista Medio Ambiente y Desarrollo, No. 15, 2008.