

# ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN LAS MEDICIONES DE BIODEGRADABILIDAD DE SUSTANCIAS QUÍMICAS

M. Papa <sup>(1)</sup>, M.S. Barbelli <sup>(1)</sup>, M. Jordan <sup>(1)</sup>

mpapa@inti.gov.ar

<sup>(1)</sup> Departamento de Manejo y Gestión de Sustancias Químicas, SOQyA - INTI

**Palabras Clave:** biodegradabilidad; incertidumbre; ensayo de aptitud; consorcio microbiano

## **INTRODUCCIÓN**

La crisis ambiental y climática que está sufriendo nuestro planeta pone en evidencia la importancia de iniciar una transición hacia una sociedad y una economía que cuide nuestros recursos naturales, generando acciones que impulsen hábitos y prácticas ambientalmente sustentables <sup>[1]</sup>. Una de las estrategias a abordar es el uso responsable de productos químicos de uso masivo, como son los productos de limpieza. Estos tienen un impacto directo en el ambiente, ya que son volcados principalmente en sistemas acuáticos, donde habitan distintas comunidades biológicas susceptibles a sufrir efectos tóxicos directos, sobre sus redes tróficas, o bien alteraciones en las condiciones del ambiente en el que se desarrollan <sup>[2]</sup>. El atributo de biodegradabilidad en estos productos disminuye dicho impacto <sup>[3]</sup>.

Existe una gran variedad de ensayos estandarizados para evaluar biodegradabilidad de sustancias orgánicas. Los ensayos de *biodegradabilidad última fácil* <sup>[4]</sup> son los más utilizados. Esto se debe a que son estrictos y brindan información del grado de degradación última en la mayoría de los ambientes acuáticos, constituyendo una prueba relativamente simple y conservadora, y, por lo tanto, adecuada, para la clasificación de sustancias químicas y su evaluación de riesgo <sup>[5]</sup>.

El principio del método consiste en cuantificar el consumo de O<sub>2</sub> o emisión de CO<sub>2</sub>, consecuencia de la degradación de la sustancia en estudio (única fuente de carbono exógena). Se utilizan consorcios de microorganismos de origen ambiental como inóculo, los lineamientos de la OECD permiten que los mismos sean obtenidos de diversas fuentes (lodos activados, efluentes cloacales, aguas superficiales y suelo) <sup>[3]</sup>.

A pesar de su estandarización y su amplia utilización en marcos regulatorios, se advierte frecuentemente respecto a sus altos niveles de variabilidad (entre réplicas, entre ensayos, entre laboratorios y a través del tiempo) <sup>[6]</sup>. La declaración de biodegradabilidad de una determinada sustancia por parte de los

laboratorios de análisis está asociada a un nivel de riesgo que debe ser conocido, informado, e incorporado a la regla de decisión <sup>[6]</sup>.

En el marco del Fondo Regional de Infraestructura de la Calidad para la Protección de la Biodiversidad y el Clima en América Latina y el Caribe, el Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) de Alemania por medio del Instituto de Metrología de Alemania (PTB) financió el desarrollo del sub-proyecto regional en América Latina denominado "*Aseguramiento de la calidad en las mediciones requeridas para la determinación de la biodegradabilidad de sustancias químicas*".

## **OBJETIVOS**

El objetivo principal del sub-proyecto y del presente trabajo es incorporar y adaptar herramientas metrológicas a mediciones con un preponderante componente biológico, como lo son las involucradas en los ensayos de Biodegradabilidad última fácil, utilizando el método ISO 10707:1994 <sup>[7]</sup>.

## **DESARROLLO**

El proyecto se desarrolló durante un periodo de 5 años, en el cual participaron 7 instituciones representado a los países de Costa Rica, Nicaragua, Uruguay y Argentina: tres Institutos Metrológicos Nacionales y 4 laboratorios nacionales pertenecientes a universidades.

Con el rol de INTI como coordinador del proyecto se realizaron numerosas actividades de capacitación y transferencia para la armonización de criterios e implementación de la metodología de análisis de biodegradabilidad aeróbica "fácil", mediante metodología de referencia <sup>[7]</sup>. Se evaluó la comparabilidad de las mediciones de biodegradabilidad en productos de limpieza por medio de dos ensayos de aptitud (EA) <sup>[8],[9]</sup>. En el primero de ellos se utilizó inóculo comercial con el propósito de evaluar la implementación del método. Una vez que se detectaron y corrigieron las dificultades, se pasó a una segunda etapa, en donde se completó la implementación utilizando inóculos de lodos

activados desarrollados en laboratorio y se amplió el alcance incorporando muestras con componentes nitrogenados. En ambos EA, LCM (Laboratorio Costarricense de Metrología) estuvo a cargo de la coordinación y del análisis de datos, mientras que INTI fue el laboratorio de referencia para la caracterización de los ítems de ensayo, los cuales fueron formulados y elaborados en colaboración con una industria costarricense de productos de limpieza de uso doméstico, FLOREX. Uno de los ítems de ensayo desarrollado, denominado BioPL, está siendo evaluado como candidato a material de referencia (MR) para ser utilizado como control de calidad por los laboratorios de análisis.

En paralelo se elaboró una guía técnica para establecer los lineamientos para la correcta estimación de la incertidumbre de medida para la medición de biodegradabilidad “fácil” por medio de un enfoque “top-down”. Se tomó nuestro laboratorio como caso de estudio y se utilizaron datos históricos de mediciones y los resultados del primer EA como fuentes de información para la estimación de la incertidumbre de precisión y sesgo, respectivamente. La guía aún no fue publicada, pero puede solicitarse a las autoras del presente trabajo.

Finalmente, una de las últimas actividades, aún en desarrollo, es el estudio de la relación entre los consorcios microbianos del inóculo y la variabilidad observada en los ensayos, utilizando herramientas de metagenómica. Dicho trabajo se está llevando a cabo junto a la Universidad Nacional de Costa Rica (UNA) y el Centro de Investigación y de Servicios Químicos y Microbiológicos (CEQIATEC).

## RESULTADOS

Se presentan de forma resumida los resultados de los EA (figura 1) y el cálculo de incertidumbre desarrollado en la guía técnica (tabla 1).

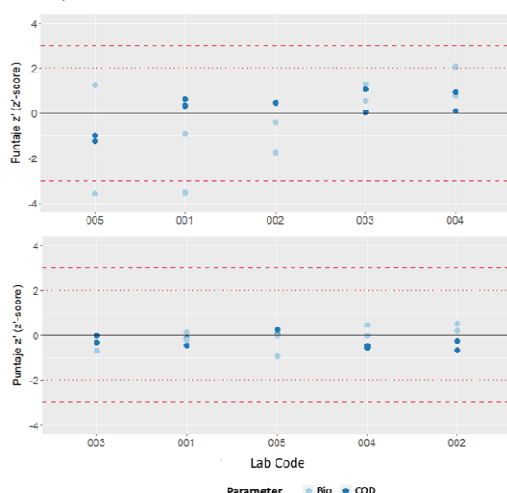


Figura 1: Evaluación del desempeño de los participantes (códigos 001-004) mediante la representación gráfica del puntaje z'. Arriba: EA-1: 85 % resultados satisfactorios, Abajo: EA-2: 100 % resultados satisfactorios.

Componentes de incertidumbre	uc (%)	U (%)
$U_{prec}$	10,27%	12,29
$U_{sesgo}$	6,75%	25

Tabla 1. Incertidumbre combinada e incertidumbre expandida del método de ensayo de biodegradabilidad.

$U_{prec}$ : componente de precisión;  $U_{sesgo}$ : componente de sesgo; uc: incertidumbre combinada; U: incertidumbre expandida.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Durante el desarrollo del subproyecto, se logró adquirir capacidades de medición confiables, incorporando elementos de relevancia metrológica, y armonizar criterios en la región, fortaleciendo de esta forma la Infraestructura de la Calidad, constituyendo herramientas para la promoción de políticas orientadas a la producción y consumo de productos biodegradables con bajo impacto ambiental.

## AGRADECIMIENTOS

Por su apoyo y coordinación a Beatriz Paniagua de PTB. A nuestros compañeros del sub-proyecto Patricia Baklayan y Ricardo Irigaray (LATU), Felipe Mendoza y Colber Somoza (CIRA-UNAN), Diana Robles Chaves y Andrea Quesada (CEQIATEC), Pablo Salas Jiménez y Frank Solano (UNA) y muy especialmente a Jimmy Venegas y Gabriel Molina (LCM), por su fundamental contribución. A la Gerencia Operativa de Metrología y Calidad, particularmente a Lic. Marisa Delbon y Lic. Silvina Aued (INTI) su aporte técnico y especializado en la revisión de la guía.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AR5 Climate Change 2013: “The Physical Science Basis”, IPCC, 2013.
- [2] Rebello, S.; Asok, A.; Mundayoor, S.; Jisha, M. “Surfactants: toxicity, remediation and green surfactants”. Environmental Chemistry Letters 12, 2014, 275-287.
- [3] “Revised Introduction to the OECD Guidelines for Testing of Chemicals, Section 3”. OECD, Paris, 2006.
- [4] “Test No. 301: Ready Biodegradability” En: “OECD Guidelines for the Testing of Chemicals, Section 3”. OECD, Paris, 1992.
- [5] Kowalczyk, A., et al. “Refinement of biodegradation tests methodologies and the proposed utility of new microbial ecology techniques”. Ecotoxicology and Environmental Safety, 111, 2015, 9-22.
- [6] ISO/IEC 17025:2017(en). “General requirements for the competence of testing and calibration laboratories”.
- [7] ISO 10707:1994. “Water quality — Evaluation in an aqueous medium of the ‘ultimate’ aerobic biodegradability of organic compounds”.
- [8] [9] “[Ensayos de Aptitud] Laboratorio Costarricense de Metrología, San Pedro, 2020, 2022.

<https://drive.google.com/file/d/1K5rDHMA6QPeylqqm6nKXgr4rBcWXtyj6/view>  
<https://drive.google.com/file/d/16cg7NPizAXLPpbgLP0C2NzURbaXTrG0L/view>,