

# **Biomonitoreo para evaluar impacto tóxico por contaminación ambiental con explosivos**

**Pablo G. Ross<sup>1,2</sup> y Gerardo D. Castro<sup>3,4</sup>**

**<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería del Ejército Gral. Div. Manuel N. Savio, Universidad de la Defensa Nacional (UNDEF).**

**Av. Cabildo 15, C1426AAA Ciudad Autónoma de Buenos Aires.**

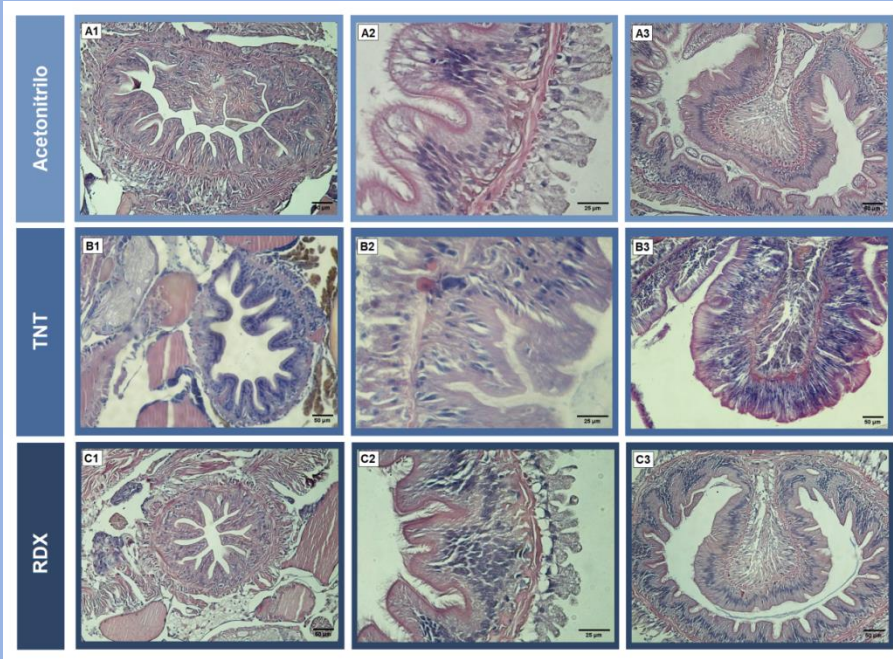
**<sup>2</sup>Departamento de Química Aplicada. <sup>3</sup>Departamento de Investigaciones en Bioseguridad y Toxicología. Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa (CITEDEF). Juan Bautista de La Salle 4397, B1603ALO Villa Martelli.**

**<sup>4</sup>Unidad de Investigación y Desarrollo Estratégicos para la Defensa (UNIDEF, MINDEF-CONICET). E-mail: gcastro@citedef.gob.ar**

**Primer Congreso de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Defensa  
Buenos Aires, 2 y 3 de octubre de 2024**

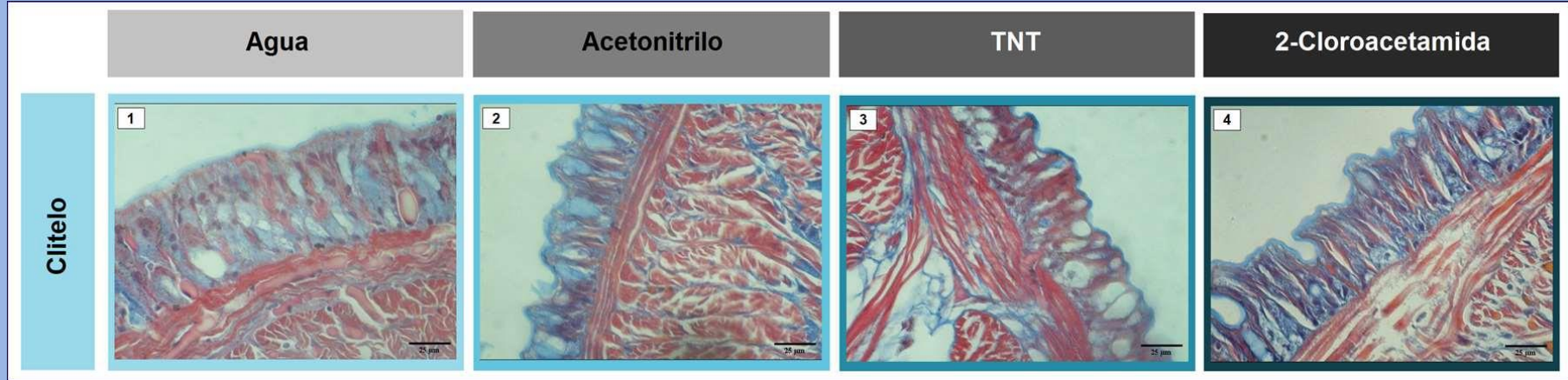
- Estamos desarrollando **una capacidad para evaluar el impacto tóxico** derivado de la contaminación ambiental con explosivos y sus productos de degradación.
- Para ello es relevante contar con **medidas de biomonitoreo** que puedan revelar el impacto en el ecosistema y predecir eventuales consecuencias para la población cercana (por ejemplo a través de la migración de contaminantes por aguas subterráneas).
- Resulta necesario **desarrollar metodologías analíticas sensibles y específicas** para la identificación y cuantificación de los tóxicos y sus productos de transformación y también contar con modelos biológicos para la evaluación del impacto tóxico in situ o en el laboratorio con muestras provenientes de los sitios contaminados.
- En estos ensayos se realizarían exposiciones **para evaluar la toxicidad subletal** y la absorción de los explosivos envejecidos desde esos suelos.
- Estos datos pueden utilizarse para **definir criterios o valores de referencia** para la gestión ambiental y las evaluaciones de riesgo particulares.





Alteraciones histológicas en la lombriz de tierra (*Eisenia foetida*) por exposición externa (método de ensayo de papel de filtro OECD 207) a TNT o RDX. Los daños observados son coherentes con una mayor liposolubilidad del TNT, que favorece la absorción y distribución del compuesto hasta zonas más internas del organismo (ej. tubo digestivo).

- A. Control.** 1. Corte transversal de la primera sección del tubo digestivo: aspecto normal (Hematoxilina-eosina 200X). 2. Corte transversal de la zona clitelar: aspecto normal del epitelio intestinal, la membrana basal y el tejido cloragógico (600X). 3. Corte transversal de la zona post-clitelo: aspecto normal del tiflosol, epitelio intestinal y tejido cloragógico. (200X).
- B. TNT (1  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ).** 1. Corte transversal de la primera sección del tubo digestivo: Se observa tejido levemente inflamado (200X). 2. Corte transversal de la zona clitelar: Se observan cuerpos de Russell, inflamación y lisis celular en tejido cloragógico (600X). 3. Corte transversal de la zona post-clitelo: Cambios histopatológicos en lombrices tratadas, se observa congestión e inflamación (200X).
- C. RDX (8  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ).** 1. Corte transversal de la primera sección del tubo digestivo: Tejido epitelial conservado con presencia de células inflamatorias (200X). 2. Corte transversal de la zona clitelar: Hiperplasia de enterocitos, tejido cloragógico con edema y lisis celular leve (600X). 3. Corte transversal de la zona post-clitelo: Arquitectura conservada con inflamación leve (200X).



### Cortes de la región clitelar utilizando tinción tricrómico de Masson

1 y 2: Características histológicas de la epidermis de la zona del clitelo de lombriz de tierra, aspecto normal del tejido epidérmico de lombrices controles.

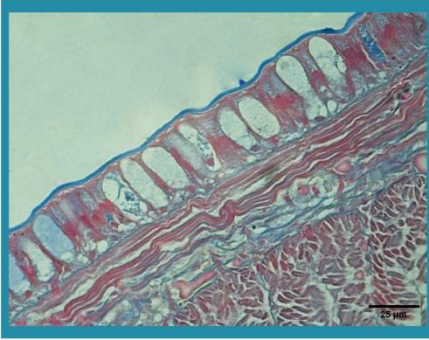
3: Cambios histopatológicos en lombrices tratadas con TNT ( $2 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ), se observa epidermis alterada que exhibe distorsión de la arquitectura glandular e hiperplasia.

4: Cambios histopatológicos en lombrices tratadas con 2-cloroacetamida ( $1,5 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ), exhibiendo hiperplasia leve, núcleos celulares y arquitectura glandular parcialmente preservados.

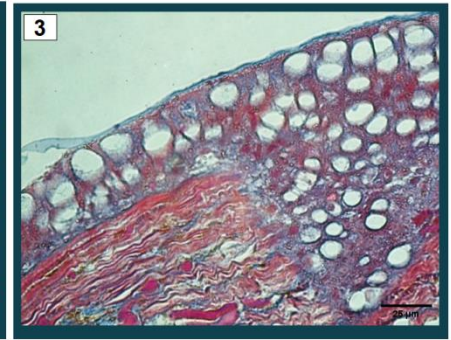
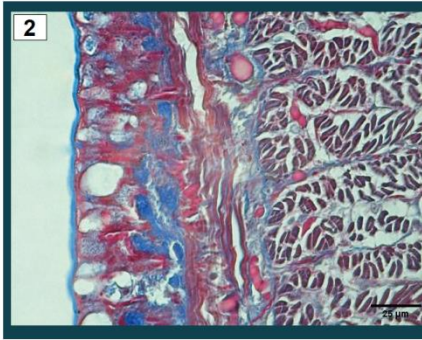
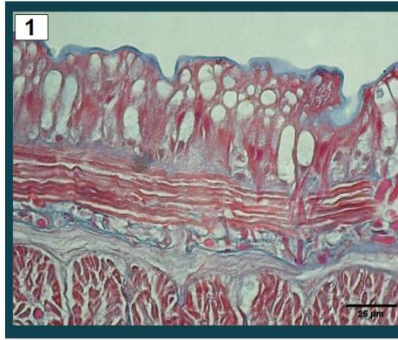
Tricrómico de Masson 600 X.



## Acetonitrilo



## RDX



**Acetonitrilo:** Características histológicas de la pared corporal de la lombriz de tierra, aspecto normal del tejido epidérmico y capas musculares. (600x).

**RDX:** Cambios histopatológicos en lombrices de tierra tratadas con RDX (8 µg/cm<sup>2</sup>). 1. Se observa erosión y leve proliferación celular en el tejido epitelial. 2. Aumento de secreción mucosa y agrandamiento de células glandulares. 3. Desprendimiento de la cutícula, proliferación, agrandamiento e infiltración celular. (600x).

- En general, los resultados de este estudio sugieren que el RDX tiene un impacto menos severo en la lombriz de tierra en comparación con lo observado con el TNT. El RDX provocó una mayor proliferación celular glandular infiltrante, pero menor respuesta inflamatoria, vacuolización, pérdida del epitelio glandular en la pared corporal, menor daño en el tejido intestinal y cloragógeno respecto al TNT.
- No se observó la pérdida de peso corporal en los ensayos realizados, a diferencia de lo ocurrido con el TNT anteriormente.
- Estas alteraciones producidas por la exposición a este explosivo son consistentes con el mecanismo de estrés celular provocado por la actividad oxidante del RDX o reactividad de sus metabolitos. Además, el RDX difiere marcadamente del TNT en su liposolubilidad y reactividad química. Frente a la capacidad limitada de defensa de un organismo como la lombriz de tierra, estudios en curso tratarán de establecer la correlación del daño con cambios bioquímicos y la presencia de metabolitos reactivos críticos en relación con la viabilidad celular.

## ***Qué sigue...***

- **Detección de otros sitios blanco de la toxicidad (ej. cordón nervioso, órganos reproductores)**
- **Estudiar el efecto de una toxicocinetica distinta (por ingestión de los explosivos)**
- **Detección de los compuestos explosivos y sus metabolitos en los tejidos**
- **Alteraciones en los mecanismos de defensa celular (bioquímica de enzimas)**

**Gracias!**