

# Evaluación probabilística de riesgo para la salud por exposición a arsénico y mercurio en agua de bebida.

Romero, Dilenia<sup>1</sup>; Rodríguez, Teresa<sup>1</sup>; Lozano, Luz M.<sup>2</sup>; García Comesaña, Susana I.<sup>3</sup>; Zavatti, Jorge R.<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Managua, Nicaragua. <sup>2</sup>Dirección de Salud Ambiental. Ministerio de Salud. Managua, Nicaragua. <sup>3</sup>Sociedad Iberoamericana de Salud Ambiental. Buenos Aires, Argentina. <sup>4</sup>Universidad Metropolitana para la Educación y el Trabajo. Buenos Aires, Argentina.

## Introducción y Objetivo

En este trabajo se presenta una aplicación de la Evaluación Probabilística de Riesgo (EPR) por exposición oral a arsénico (As) y mercurio (Hg) asociada al consumo de agua de bebida en dos comunidades del occidente de Nicaragua: Somotillo y Villanueva, 35 y 32 mil habitantes, respectivamente.

## Material y Métodos

La EPR se utilizó para caracterizar de forma más detallada el riesgo para la salud, integrando al análisis la variabilidad natural y las incertidumbres en concentraciones y factores de exposición. Se procesaron datos de concentración en agua de pozo para As (Media = 1,58 µg/L; DE = 3,54 µg/L; N = 21) y Hg (Media = 0,51 µg/L; DE = 0,27 µg/L; N = 21), asumiendo la distribución log-normal, típica en variables ambientales. La tasa de ingestión (TI) de agua (Media = 14,0 mL/kg·día; DE = 19,6 mL/kg·día) también se consideró como una variable aleatoria con distribución log-normal; ante la falta de información local, los parámetros correspondientes a la distribución de TI fueron derivados de datos de factores de exposición de la EPA. Mediante funciones de Excel como ALEATORIO e INV.LOGNORM, se generaron diez mil simulaciones de Ingestas Diarias (ID = CA x TI) para cada uno de los metales considerados.

## Resultados

Las ID obtenidas se compararon con los Niveles Mínimos de Riesgo (MRL) definidos por ATSDR: As = 0,3 µg/kg·día; Hg = 0,1 µg/kg·día. A partir de ello, se calculó el Coeficiente de Riesgo Combinado (CRC = [ID/MRL]<sub>As</sub> + [ID/MRL]<sub>Hg</sub>). La frecuencia con que CRC > 1, que indica riesgo potencial para la salud, permite evaluar el riesgo asociado. Los resultados mostraron que, con los niveles de concentraciones de As y Hg medidos, la probabilidad de CRC > 1 fue del 1,7 %, es decir, unas dos veces cada 100 días una persona superaría los niveles de los MRL citados. Así mismo se utilizaron los valores guía de Nicaragua (As = 10 µg/L, Hg = 1 µg/L), para desarrollar la evaluación probabilística de riesgos. En este caso, la probabilidad de riesgo para la salud aumenta al 13,3 %, indicando que los niveles reales de exposición por consumo de agua de bebida, para ambas comunidades, son significativamente más seguros que los correspondientes a los límites normativos nacionales. Adicionalmente el estudio demuestra que la EPR puede implementarse con herramientas de cálculo comunes como Excel, sin necesidad de software especializado. De esta forma se aportan resultados sólidos y una visión más robusta de la evaluación riesgo para la salud que la que ofrecen los enfoques deterministas de la misma.

## Conclusión

Se concluye que esta metodología es valiosa y accesible para respaldar decisiones en salud ambiental, especialmente en contextos de recursos limitados. No obstante, se recomienda cautela al interpretar resultados derivados de muestras pequeñas de datos de campo, sugiriendo validar hallazgos con estudios adicionales y/o fortaleciendo las bases de datos disponibles.

## Agradecimientos:

Al equipo técnico que trabaja en la vigilancia de la calidad de agua en las comunidades de Somotillo y Villanueva (Nicaragua); y al Centro Nacional de Diagnóstico y Referencia de Nicaragua que realizó los análisis de las muestras de agua.

Contacto: [jorgezavatti@gmail.com](mailto:jorgezavatti@gmail.com)