

Resumen

La resina epoxi líquida o BADGE se sintetiza a partir de bisfenol A (BPA) y epiclorhidrina (ECH). Es utilizada en recubrimientos de latas de alimentos, recipientes de almacenamiento, tuberías, tanques de barcos, automóviles y electrodomésticos. El BPA se utiliza también en la síntesis de policarbonatos, resinas fenólicas, poliacrílicas, selladores dentales entre otros. La ECH la podemos encontrar en el glicerol sintético, resinas de intercambio iónico, plastificantes, colorantes, adhesivos lubricantes, productos farmacéuticos, resinas de tratamiento de aguas, como antiparasitario externo ovino, bovino, equino y como refuerzo en el papel de los saquitos de té.

Como resultado de la producción, uso, posibles derrames accidentales y descargas en aguas residuales industriales, estas sustancias son vertidas en el medio ambiente, tanto en el aire como en residuos líquidos, constituyendo un riesgo para los organismos.

El objetivo general del presente trabajo fue evaluar la toxicidad letal y subletal de la BADGE, BPA y ECH en 9 estadios del desarrollo temprano de un anfibio autóctono, *Rhinella arenarum* (Anura: Bufonidae) mediante bioensayos estandarizados. Los anfibios son particularmente apropiados para la realización de test de toxicidad debido a su elevada sensibilidad a agentes fisicoquímicos sobre todo durante sus fases embrionaria y larval.

La resina resultó mucho más tóxica que sus precursores de síntesis. El estadio del desarrollo más susceptible a la letalidad fue blástula en el caso de BADGE y ECH, y E.25 en el de BPA. Todas estas sustancias fueron teratogénicas en embriones de *R. arenarum* siendo blástula, gástrula y néurula los estadios más sensibles. Además estas sustancias fueron neurotóxicas, destacando un marcado efecto narcótico del BPA y BADGE a partir de las 3 h de exposición, y a partir del E.20 en adelante, indicando el impacto inmediato sobre el sistema nervioso central. Además, el BPA produjo efectos sobre la metamorfosis y los individuos expuestos a las concentraciones más elevadas demoraron menor tiempo que los controles en alcanzar el máximo porcentaje de individuos acumulados. El periodo premetamórfico resultó ser muy sensible al BPA.

Los residuos conteniendo BPA (ya sean resinas epoxi o policarbonatos) liberados a los cuerpos de agua representan posibles fuente de contaminación para la biota acuática, por lo que se determinó si el BPA se adsorbe a los sólidos suspendidos de la cuenca media del río Reconquista, y así predecir su biodisponibilidad. Los resultados indicarían que en condiciones naturales (0,005M de fuerza iónica y pH 7-8) el BPA es estable y no se adsorbería apreciablemente en los sedimentos del río Reconquista.

Los resultados mostraron la relevancia de estudiar los efectos tóxicos de las sustancias en las distintas etapas de su ciclo de vida a fin de evaluar el riesgo de exposición de una especie con el objetivo de su preservación. Asimismo, los efectos subletales demostraron ser un parámetro de evaluación muy importante ya que, si bien no afectan directamente la sobrevivencia, se expresan en malformaciones o alteraciones en el sistema nervioso central que potencialmente disminuyen la eficiencia biológica de los organismos, poniendo en riesgo la continuidad de la especie.

Abstract

The liquid epoxy resin, BADGE, is synthesized from bisphenol A (BPA) and epichlorohydrin (ECH). It is used in coatings of food cans, storage containers, pipes, ships' tanks, cars and electronics issues. BPA is also used in the synthesis of polycarbonates, phenolic resins, dental sealants and lacquer coatings of food cans, and others. ECH can be found in synthetic glycerol, ion exchange resins, plasticizers, colorants, lubricants, adhesives, pharmaceuticals products, water treatment resins, as external antiparasitic drug in sheep, bovine and equine, and as a reinforcement of teabags.

As result of the production, use, accidental spills and industrial wastewater discharges, these substances are discharged into the environment, both in the air and liquid wastes, representing a risk to organisms.

The main objective of this study was to evaluate the lethal and sublethal toxicity of BADGE, BPA and ECH in nine early developmental stages of the native amphibian, *Rhinella arenarum* (Anura: Bufonidae) by means of standardized bioassays. Amphibians are particularly suitable for conducting toxicity tests due to its high sensitivity to physicochemical agents especially during their larval and embryonic stages.

The resin was much more toxic than their synthetic precursors, BPA and ECH. Blastula was the most susceptible stage of the development, considering lethality, for BADGE and ECH, while for BPA complete operculum was the most susceptible stage. All substances were teratogenic for *R. arenarum* embryos, being blastula, gastrula and neurula stages the most sensitive. Besides, these substances resulted neurotoxic, highlighting a strong narcotic effect of BPA and BADGE since the first 3 h of exposure, and from E.20 onwards, indicating the immediate impact on the central nervous system. In addition, BPA produced effects on metamorphosis, as the individuals exposed to the higher concentrations took less time to achieve the highest percentage of individuals accumulated. The premetamorphic period proved to be very sensitive to BPA.

Wastes containing BPA (either epoxy resins or polycarbonate) released into water bodies represent a potential source of contamination to aquatic biota, in that sense we analyzed the adsorption of BPA to suspended solids in the middle basin of the Reconquista River, in order to predict its bioavailability. Results indicate that under natural conditions (0.005 M ionic strength and pH 7-8) BPA is stable and does not appreciably adsorb in Reconquista river sediments which means it would be available for aquatic organisms.

The results showed the importance of studying the toxic effects of substances at different stages of their life cycle, in order to assess the risk of exposure of a species with preservation purposes. Likewise, sublethal effects proved to be an important evaluation parameter because, although they do not directly affect survival, they do expressed in malformations or alterations in the central nervous system that potentially decrease the efficiency of biological organisms, representing a risk to the continuity of the species.