

# Toxicidad inducida por concentraciones de sucralosa, acesulfame K y sus mezclas sobre *Poecilia reticulata*

*Toxicity induced by concentrations of sucralose, acesulfame K, and their mixtures on Poecilia reticulata*

**David Sánchez<sup>1</sup>, Negover Briñez<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Universidad Surcolombiana. <https://orcid.org/0009-0002-4402-2036>

<sup>2</sup> Universidad del Tolima. <https://orcid.org/0000-0002-5967-8057>

**Autor de correspondencia:** [dasaco1995@gmail.com](mailto:dasaco1995@gmail.com)

DOI: <https://doi.org/10.63804/CIBEN.25.icta.e1>

## Resumen

El incremento del consumo de edulcorantes artificiales como la sucralosa (SUC), el acesulfame-K (ACE-K) generó preocupación por presencia en cuerpos de agua y potenciales efectos ecotoxicológicos, representando un desafío para los ODS 6 y 12. Este estudio tuvo como objetivo estimar la tasa de mortalidad y los efectos tóxicos inducidos por concentraciones ambientalmente relevantes de SUC, ACE-K y mezclas en *Poecilia reticulata*. Siguiendo las directrices de la OCDE #203, se expusieron los organismos durante 96 horas a distintos tratamientos, monitoreando los comportamientos. Los resultados revelaron patrones temporales significativos de toxicidad, que incluyeron hiperactividad, hipoactividad, comportamientos anómalos en superficie y fondo, una alta incidencia de heces anormales, siendo el tiempo de exposición un factor crítico. Se concluyó que estos edulcorantes indujeron alteraciones conductuales complejas en *P. reticulata*, evidenciando su potencial riesgo como contaminantes emergentes y subrayando la necesidad de incluir evaluaciones de toxicidad a diferentes niveles (celular, tisular, embriológico) en futuros estudios.

Palabras clave: Acesulfame-K, ecotoxicidad, *Poecilia reticulata*, sucralosa.

## Abstract

The increased consumption of artificial sweeteners such as sucralose (SUC) and acesulfame-K (ACE-K) has raised concerns due to their presence in aquatic environments and potential ecotoxicological effects, posing a challenge to SDGs 6 and 12. This study aimed to estimate mortality rates and toxic effects induced by environmentally relevant concentrations of

SUC, ACE-K, and their mixtures on *Poecilia reticulata*. Following OECD guideline #203, organisms were exposed for 96 hours to different treatments while behavioral responses were monitored. The results revealed significant temporal toxicity patterns, including hyperactivity, hypoactivity, abnormal surface and bottom behaviors, and a high incidence of abnormal feces, with exposure time being a critical factor. It was concluded that these sweeteners induced complex behavioral alterations in *P. reticulata*, highlighting their potential risk as emerging contaminants and emphasizing the need for multi-level toxicity assessments (cellular, tissue, embryological) in future studies.

Keywords: Acesulfame-K, ecotoxicity, *Poecilia reticulata*, sucralose.

## Introducción

El aumento en el consumo de edulcorantes como la sucralosa (SUC) y el acesulfame-K (ACE-K) preocupa por su persistencia ambiental y posibles efectos ecotoxicológicos (Lange *et al.*, 2012). Son contaminantes emergentes que llegan a los cuerpos de agua a través de efluentes de plantas depuradoras, donde su eliminación es limitada (Scheurer *et al.*, 2009). Aunque son seguros para humanos, se desconoce su impacto en organismos acuáticos, lo que plantea la pregunta de investigación: ¿Cuál es la toxicidad inducida por concentraciones de sucralosa, acesulfame-K y sus mezclas en *Poecilia reticulata*?

La revisión del estado del arte evidenció que la SUC induce estrés oxidativo, genotoxicidad y alteraciones del desarrollo embrionario en especies como *Danio rerio* y *Cyprinus carpio* (Colín-García *et al.*, 2022; Heredia, 2019). Por su parte, el ACE-K puede formar subproductos de degradación más tóxicos que el compuesto original bajo irradiación UV, generando productos de transformación (TP) identificados por espectrometría de masas (TP 137, TP 154, TP 168, TP 193 y TP 230a/b) (Li *et al.*, 2016; Ren *et al.*, 2016). Además, se sugiere que las mezclas de estos edulcorantes y sus TP podrían tener efectos sinérgicos (Colín-García, 2024). Sin embargo, son escasos los estudios que evalúen de manera integral la toxicidad de estos compuestos en peces vivíparos como *P. reticulata*. La justificación de esta investigación se sustentó en que la presencia de estos compuestos representa un desafío ambiental en el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), impactando directamente el ODS 6 (Agua limpia y saneamiento) y el ODS 12 (Producción y consumo responsables). Aunque se consideran sustancias seguras para el consumo humano, su persistencia y potencial toxicidad en los ecosistemas acuáticos exigen una evaluación más profunda (Naik *et al.*, 2021). Por ello, esta investigación pretende estimar la tasa de mortalidad y efectos tóxicos en *Poecilia reticulata* inducidos por concentraciones ambientalmente relevantes de sucralosa, acesulfame-K y sus mezclas y así generar evidencia científica para contribuir a la conservación de la biodiversidad acuática.

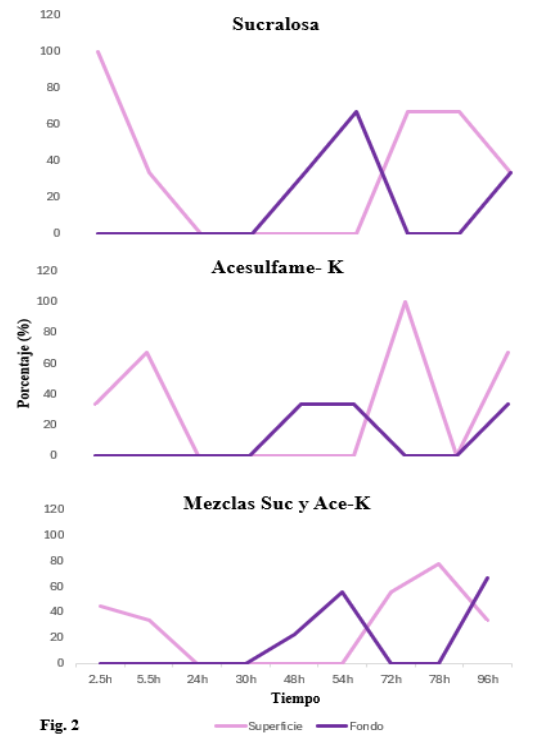
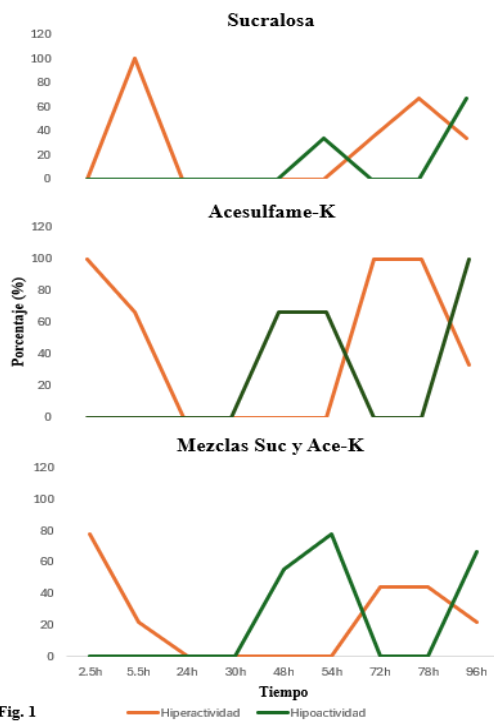
## Metodología

El estudio empleó un diseño experimental in vivo, siguiendo el protocolo estandarizado de la directriz OCDE #203 (2019) para pruebas de toxicidad aguda en peces. Se utilizó como modelo biológico a *Poecilia reticulata* (guppy), exponiendo los organismos de manera controlada durante 96 horas a quince tratamientos con concentraciones específicas de: sucralosa (50, 75, 125 µg/L), acesulfame K (50, 75, 125 µg/L) y sus mezclas binarias (50/50, 50/75, 50/125, 75/50, 75/75, 75/125, 125/50, 125/75, 125/125 µg/L).

La mortalidad se registró de forma periódica entre 2,5 y 96 h de exposición y de alteraciones comportamentales mediante protocolos OCDE. De un amplio espectro de signos clínicos evaluados, cinco mostraron presencia consistente: hiperactividad, hipoactividad, comportamiento anormal en superficie, en fondo y heces anormales. Adicionalmente, se monitorearon y mantuvieron constantes los parámetros fisicoquímicos (temperatura, pH, oxígeno disuelto) para asegurar que las alteraciones observadas fueran atribuibles exclusivamente a los tratamientos. Se aplicó un análisis de distribuciones de frecuencia porcentual para datos binarios agrupados por categoría de tratamiento y tiempo. Los datos se agruparon en cuatro categorías de tratamiento (control, sucralosa, acesulfame K y mezclas), y para cada categoría se calculó la proporción de intervalos temporales con presencia de cada comportamiento. Dado el carácter antagónico de ciertas conductas, los resultados se presentaron como pares excluyentes: hiperactividad/hipoactividad y comportamiento superficial/fondo. Los porcentajes resultantes se organizaron en tablas descriptivas de frecuencias relativas para facilitar la comparación visual entre tratamientos. Se realizó una prueba de Q de Cochran para evaluar el efecto del tiempo sobre la presencia de cada comportamiento.

## Resultados y discusión

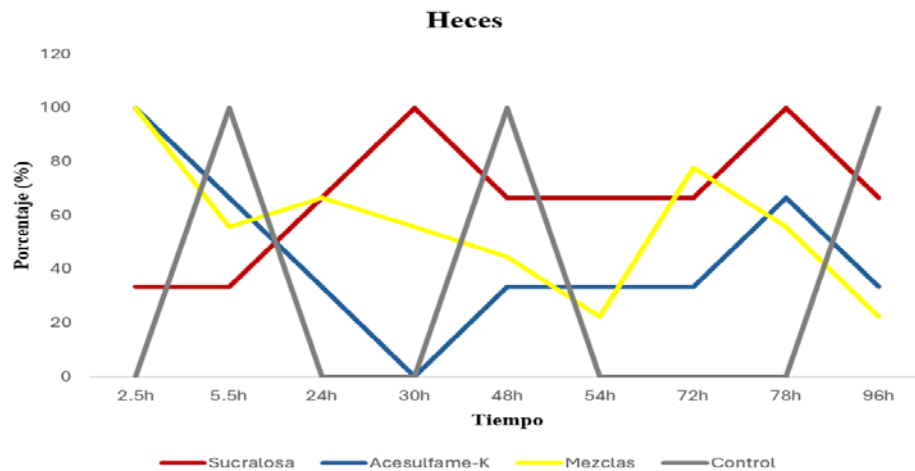
Las figuras 1 y 2 mostraron la progresión temporal de los comportamientos alterados. A las 2.5 h, se observaron las mayores frecuencias de hiperactividad con ACE-K (100%) y mezclas (77,8%), mientras la sucralosa mostró el 100% de comportamiento superficial anormal. Todos los tratamientos evolucionaron hacia hipoactividad y comportamiento de fondo anormal después de 48 h, siendo el ACE-K el más severo (100% de hipoactividad a las 96 h). Las mezclas mostraron afectación simultánea en múltiples parámetros, con incrementos progresivos en hipoactividad (de 55,6% a 66,7%) y comportamiento de fondo (de 22,2% a 66,7%). Se registraron reactivaciones de hiperactividad entre 72-78 h en todos los tratamientos. El control no presentó alteraciones de natación, aunque mostró registros intermitentes de heces anormales, lo que sugiere que este indicador debe interpretarse con cautela.



**Figura 1 y 2.** Frecuencia relativa de comportamientos antagónicos de natación en *Poecilia reticulata* expuesta a edulcorantes artificiales / Distribución anormal de *Poecilia reticulata* en la columna de agua durante la exposición a sucralosa, acesulfame-K y sus mezclas

La figura 3 muestra la frecuencia de heces anormales. Las mezclas presentaron 100% a las 2,5 h, manteniéndose por encima del 55% en 7 de 9 intervalos, con picos de 77,8% a las 72 h. La sucralosa mostró 33,3% en las primeras 5,5 h, aumentando a 100% a las 30 h y 78 h, y manteniendo 66,7% en la mayoría de tiempos restantes. El ACE- K registró 100% a las 2.5 h, disminuyendo a 0% a las 30 h, con valores de 33,3% entre 48-96 h. El control mostró un patrón intermitente con 100% a las 5,5 h, 48 h y 96 h, y 0% en los demás intervalos.

El análisis estadístico mediante la prueba de Cochran's Q mostró que el tiempo de exposición afectó significativamente todos los comportamientos (hiperactividad:  $Q=48,000$ ,  $p<0,0001$ ; hipoactividad:  $Q=46,909$ ,  $p<0,0001$ ; comportamiento superficial:  $Q=52,800$ ,  $p<0,0001$ ; comportamiento de fondo:  $Q=43,636$ ,  $p<0,0001$ ; heces:  $Q=25,636$ ,  $p=0,001$ ). Estos resultados confirman que el tiempo es un factor crítico en la respuesta conductual de *Poecilia reticulata*, coincidiendo con lo sugerido por Bettina L. (2008) sobre la asociación entre alteraciones comportamentales y ecotoxicidad acuática.



**Figura 3.** Presencia de heces anormales en *Poecilia reticulata* expuesta a diferentes categorías de tratamiento durante 96 horas

Estos patrones temporales caracterizados por respuestas conductuales pueden explicarse a través de mecanismos de estrés oxidativo cerebral, como señala Chandravanshi *et al.* (2018). De manera similar a lo reportado por Colín (2024) en pez cebra expuesto a edulcorantes, donde se observaron comportamientos ansiosos y alteraciones en la natación, *P. reticulata* mostró un cambio temporal diferencial en sus respuestas conductuales. Esta progresión coincide con los hallazgos de Elizalde-Velázquez *et al.* (2022), quienes documentaron que la exposición crónica a contaminantes emergentes induce neurotoxicidad a través de mecanismos oxidativos. La posible inhibición de la acetilcolinesterasa (AChE) reportada por estos autores consecuencia de la oxidación de residuos de cisteína por EROS ofrece un mecanismo plausible para explicar las variaciones temporales en la respuesta conductual descrita en esta investigación. No se registró mortalidad durante el periodo de exposición evaluado lo cual podría relacionarse con la tolerancia fisiológica de la especie (Futuyma, D. J., 2018), sin embargo, esta hipótesis requiere evaluación experimental.

## Conclusiones

Se concluye que la exposición a concentraciones ambientalmente relevantes de sucralosa, acesulfame-K y sus mezclas indujo un perfil toxicológico complejo en *P. reticulata*, caracterizado por alteraciones conductuales significativas y temporalmente específicas. Estos hallazgos aportan evidencia crucial para la evaluación de riesgo ambiental de contaminantes emergentes y subrayan la necesidad de futuras investigaciones que exploren los mecanismos de toxicidad subyacentes y los efectos en exposiciones crónicas.

## Referencias bibliográficas

Chandravanshi, S., Sarma, S. Sen and Akhtar, M.J. (2018) 'Design of Triple Band Differential Rectenna for RF Energy Harvesting', IEEE Transactions on Antennas and Propagation, 66(6), pp. 2716–2726. Available at: <https://doi.org/10.1109/TAP.2018.2819699>

Colin G (2024). "Efectos tóxicos inducidos por concentraciones ambientalmente relevantes de sucralosa, acesulfame- k y sus mezclas en Danio rerio". Toluca estado de México. Universidad autónoma del estado de méxico

Colín-García, K., Elizalde-Velázquez, G. A., Gómez-Oliván, L. M., Islas-Flores, H., García-Medina, S., & Galar-Martínez, M. (2022). Acute exposure to environmentally relevant concentrations of sucralose disrupts embryonic development and leads to an oxidative stress response in *Danio rerio*. *Science of the Total Environment*, 829, 154689.

Futuyma, D. J. (2018). *Evolución* (4.<sup>a</sup> ed.). Editorial Reverté.

Elizalde-Velázquez, G.A. *et al.* (2022) 'Chronic exposure to realistic concentrations of metformin prompts a neurotoxic response in *Danio rerio* adults', *Science of The Total Environment*, 849, p. 157888. Available at: <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2022.157888>

Heredia García, G. (2019). Genotoxicidad y citotoxicidad inducida por sucralosa y su influencia sobre la calidad alimentaria de *Cyprinus carpio*. [Tesis de maestría, Universidad Autónoma del Estado de México].

Lange, F. T., Scheurer, M., & Brauch, H.-J. (2012). Artificial sweeteners—A recently recognized class of emerging environmental contaminants: A review. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 403(10), 2503–2518. <https://doi.org/10.1007/s00216-012-5892-z>

Li, A. J., Schmitz, O. J., Stephan, S., Lenzen, C., Ying-Yue, P., Li, K., Li, H., & Leung, S.-Y. (2016). Photocatalytic transformation of acesulfame: Transformation products identification and embryotoxicity study. *Water Research*, 89, 68–75.

Loos, R., Gawlik, B. M., Boettcher, K., Locoro, G., Contini, S., & Bidoglio, G. (2009). Sucralose screening in European surface waters using a solid-phase extraction-liquid chromatography–triple quadrupole mass spectrometry method. *Journal of Chromatography A*, 1216(7), 1126–1131. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2008.12.048>

Naik, A. Q., Zafar, T., & Shrivastava, V. K. (2021). Environmental Impact of the Presence, Distribution, and Use of Artificial Sweeteners as Emerging Sources of Pollution. *Journal of Environmental and Public Health*, 2021, 6624569. <https://doi.org/10.1155/2021/6624569>

Ren, Y., Geng, J., Li, F., Ren, H., Ding, L., & Xu, K. (2016). The oxidative stress in the liver of *Carassius auratus* exposed to acesulfame and its UV irradiance products. *Science of The Total Environment*, 571, 755–762. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.07.047>

Scheurer, M., Brauch, H. J., & Lange, F. T. (2009). Analysis and occurrence of seven artificial sweeteners in German waste water and surface water and in soil aquifer treatment (SAT). *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 394(6), 1585–1594. <https://doi.org/10.1007/s00216-009-2881-y>