

EL ACCIDENTE DE CHERNÓBIL, ¿CONSERVA A MESOMAMÍFEROS?

Lia Celina Méndez-Rodríguez* y Sergio Ticul Álvarez-Castañeda

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR). La Paz, Baja California Sur, México. lmendez04@cibnor.mx (LCM-R), sticul@cibnor.mx (STA-C).

*Autor de correspondencia

El accidente del reactor de la central nuclear de Chernóbil, crea un dilema entre la contaminación radiactiva y la conservación, muchas preguntas a resolver.

El 26 de abril de 1986, a las 1:23:45 hrs, se produjo una explosión en el reactor cuatro de la central nuclear Vladímir Ilich Lenin, cerca de la ciudad de Chernóbil, que dio nombre al accidente. La planta, ubicada en la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (actualmente en Ucrania), se encontraba a 17 kilómetros de la frontera con Bielorrusia. Este accidente es el más grave en la historia de la energía nuclear en el que se encuentra involucrado un factor vinculado a un error humano. En ese momento, la central contaba con cuatro reactores operativos y dos en construcción. El desastre provocó la evacuación de la zona y la creación de un área inhabitable para los humanos, denominada "Zona de Exclusión de Chernóbil", que abarca aproximadamente 4,300 km², extendiéndose hasta las fronteras de Ucrania y Bielorrusia.

Cada reactor nuclear tenía la capacidad de producir 1,000 megavatios mediante fisión atómica, utilizando uranio como combustible. Se estima que el accidente liberó a la atmósfera entre 100 y 200 millones de curies (un curie equivale a 37,000,000,000 desintegraciones atómicas por segundo) durante nueve días. El material liberado consistía en productos radiactivos del reactor, equivalentes a unas 190 toneladas de dióxido de uranio, que contenía aproximadamente un 2 % del isótopo ²³⁵uranio (con una vida media de 700 millones de años). Cabe destacar que el ²³⁵uranio constituye solo el 0.72 % del uranio natural.

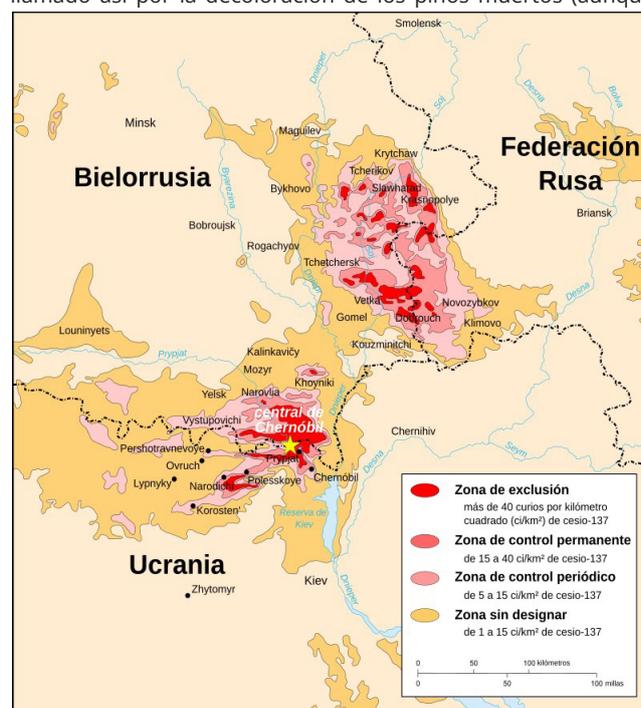
La fisión del uranio genera otros elementos con distintos isótopos, los cuales son átomos de un mismo elemento con diferente número de neutrones. En un reactor nuclear, este proceso produce diversas formas radiactivas de cesio, inestables y sujetas a decaimiento hasta convertirse en elementos estables mediante la emisión de partículas beta y radiación gamma. Entre los isótopos más relevantes generados están el ¹³⁴cesio y el ¹³⁷cesio. El ¹³⁴cesio se transforma en ¹³⁴xenón o ¹³⁴bario (no radiactivos), mientras que el ¹³⁷cesio decae únicamente en ¹³⁷bario (tampoco radiactivo). La vida media del ¹³⁴cesio es de unos dos años, frente a los 30 años del ¹³⁷cesio. Otro isótopo producido es el ¹³¹yodo, con una vida media de ocho días, que se convierte en ¹³¹xenón. Además, en la explosión se liberaron otros radionucleidos como el ⁹⁰estroncio, ²⁴¹americio, ¹⁰³,¹⁰⁶rutenio y ¹³²telurio entre otros.

Según su vida media, estos radionucleidos pueden persistir en el ambiente desde periodos breves de ocho días

(como el ¹³¹yodo) hasta extremadamente largos de 700 millones de años (como el ²³⁵uranio). La absorción de cesio por ingestión es casi del 100 %, acumulándose principalmente en el músculo, mientras que el ¹³¹yodo se absorbe en un 90 % y se concentra en la tiroides, donde se mide la exposición a este elemento. Evaluar el nivel al cual ha estado expuesta la biota al ¹³¹yodo en la zona de exclusión ha sido complejo debido a factores como variaciones en los equipos y su calibración durante la medición, diferencias entre individuos, ubicación, tiempo de exposición y dieta contaminada. Esto subraya la importancia de los estudios sobre cómo la radiación crónica afecta atributos críticos de las poblaciones (abundancia, diversidad genética) o individuos (mutaciones, fecundidad, supervivencia).

Tras el accidente, las mascotas y animales de granja fueron sacrificados, aunque no completamente. Se documentó la evacuación de 86,000 cabezas de ganado, pero no hay registros precisos de los supervivientes. Curiosamente, la ausencia humana convirtió la zona en una reserva natural involuntaria.

Ocho años después, investigadores como el Dr. Robert Baker (Texas Tech University) exploraron el "Bosque Rojo", llamado así por la decoloración de los pinos muertos (aunque



Zona de exclusión de Chernóbil.

Tomado de De Sting Editor: Germanicus - Focos de radiación por ¹³⁷cesio en el área de Chernóbil tras el Accidente en la Central Nuclear. Derivative work of Image: Tchernobyl radiation 1996.svg by User: Eric Gaba- Wikimedia Commons user Sting which is based upon a map from the CIA Handbook of International Economic Statistics (1996); Source image used to create this « svg » version: Scan from the site of The University of Texas at Austin (in Public Domain); CC BY-SA 2.5, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2255536>

los abedules sobrevivieron). Se capturaron ratones con niveles récord de radiación en huesos y músculos, pero que físicamente se veían normales, incluso con embriones aparentemente sanos. Experimentos con ¹³⁷cesio mostraron alteraciones genéticas sin afectar la expresión proteica, morfología testicular o niveles hormonales, pese a la alta concentración de este isótopo en los testículos. Contrariamente, en laboratorio, ratones expuestos al ¹³⁷cesio durante nueve meses mostraron reducción de estradiol en adultos, pero no en neonatos, posiblemente por su inmadurez metabólica.

Expediciones posteriores reportaron abundancia de alces (*Alces alces*), corzos (*Capreolus capreolus*), jabalíes (*Sus scrofa*), zorros rojos (*Vulpes vulpes*), nutrias (*Lutra canadensis*) y liebres (*Lepus europaeus*) dentro de la zona, en contraste con áreas exteriores donde con excepción de liebres, las demás especies estaban ausentes. Doce años después, tampoco se hallaron evidencias de tasas de mutación por la exposición a la radioactividad en el área.

Existen resultados contradictorios en relación con las tendencias de ocupación y las densidades de mamíferos en la Zona de Exclusión de Chernóbil. No está claro qué efectos puede tener la exposición crónica a la radiación en el estado y la distribución de su población. La evidencia reciente sugiere que las poblaciones de varias especies de grandes mamíferos aumentaron dentro de la Zona de Exclusión de Chernóbil durante la primera década después del accidente, y que las distribuciones de los grandes mamíferos no están correlacionadas con la gravedad de la contaminación por radiación. Sin embargo, hay estudios que indican lo contrario y en los que se reportan impactos negativos para la salud de la vida silvestre, incluidas deformidades en los espermatozoides y aumentos en las tasas de mutación, morbilidad y mortalidad. En roedores han reportado los efectos de la radiación en la gametogénesis, la morfología y el rendimiento espermático de los topillos rojos; con una mayor frecuencia de espermatozoides anormales en zonas de Suecia, Bielorrusia y Ucrania, afectadas por la lluvia radiactiva de Chernóbil.

La discrepancia entre los estudios se ha asociado a los distintos métodos de campo, tipos de análisis y los métodos para estimar las dosis de radiación. Cámaras-trampa han documentado que la fauna no parece afectada por el ¹³⁷cesio, aunque no se evaluaron efectos fisiológicos en los individuos. Factores como movilidad, dieta o comportamiento de los animales dificultan correlacionar contaminación con dosis absorbidas. La exposición crónica podría afectar la salud, pero actualmente no limita la distribución de lobos (*Canis lupus*), zorros rojos, perros mapache (*Nyctereutes procyonoides*) o jabalíes, presentes incluso a 500 m de áreas con alta radiación. Sus áreas de distribución son pequeñas (1.5 a 2.0 km² para zorros rojos y perros mapache; 3 a 15 km² para jabalíes), lo que los expone directamente a la radiación local.

En perros mapache, la ocupación se correlacionó positivamente con los niveles radiactivos, quizá por factores ambientales no medidos. Los zorros rojos, más móviles, no mostraron efectos asociados al ¹³⁷cesio. Los jabalíes, aunque con áreas reducidas, no parecen afectados, salvo por su proximidad a tierras agrícolas fuera de la zona, donde forrajea. Los lobos, con amplios territorios, no mostraron influencia de ningún parámetro ambiental medido.

En general, la contaminación radiactiva no parece afectar la distribución actual de carnívoros medianos/grandes en la zona. Factores antropogénicos (ej. agricultura, presencia humana) son más determinantes. Hoy existen poblaciones robustas de mamíferos incluso en áreas con radiación superior a 7,500 kBq/m², lo que plantea reflexiones:

1. Adaptación: Algunas especies han mejorado su resiliencia, como mayor producción de antioxidantes.

2. Recuperación poblacional: La ausencia humana ha permitido la proliferación de lobos, jabalíes, ciervos y aves.

3. Biodiversidad: La zona es un santuario de facto, con especies raras o en peligro en otras regiones europeas.

No obstante, persisten incógnitas. Podría haber cambios no detectados en la diversidad o pérdida de capacidad reproductiva en algunas especies. Al no haber un censo previo de las especies presentes en la zona, es factible que hayan desaparecido una o más especies y no haber sido notado. Aunque el accidente fue devastador, la fauna actualmente presente en la Zona de Exclusión de Chernóbil es más abundante que en el resto de Europa lo que puede ser atribuido a la ausencia de actividades asociadas al ser humano.

LITERATURA CONSULTADA

- Baker, R. J., y R. K. Chesser, 2000. The Chernobyl nuclear disaster and subsequent creation of a wildlife preserve. *Environmental Toxicology and Chemistry* 19:1231-1232.
- Drozdovitch, V., *et al.* 2019. Thyroid doses due to Iodine-131 inhalation among Chernobyl cleanup workers. *Radiation and Environmental Biophysics* 58:183-194.
- Grignard, E., *et al.* 2010. Testicular steroidogenesis is not altered by ¹³⁷cesium Chernobyl fallout, following in utero or post-natal chronic exposure. *Comptes Rendus Biologies* 333:416-423.
- Mappes, T., *et al.* 2019. Ecological mechanisms can modify radiation effects in a key forest mammal of Chernobyl. *Ecosphere* 10:e02667.
- Møller, A. P., *et al.* 2013. Differences in effects of radiation on abundance of animals in Fukushima and Chernobyl. *Ecological Indicators* 24:75-81.
- Mousseau, T. A. 2021. The biology of Chernobyl. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 52:87-109.
- Saenko, V., *V et al.* 2011. The Chernobyl accident and its consequences. *Clinical Oncology* 23:234-243.
- Webster, S. C., *et al.* 2016. Where the wild things are: influence of radiation on the distribution of four mammalian species within the Chernobyl Exclusion Zone. *Frontiers in Ecology and the Environment* 14:185-190.

Sometido: 08/abr/2025.

Revisado: 29/abr/2025.

Aceptado: 07/may/2025.

Publicado: 12/may/2025.

Editor asociado: Dr. Francisco Botello.