

¿Qué nos pueden enseñar las ranas de Chernóbil sobre la radiación?



Autores:
Pablo Burraco y Germán Orizaola
Editores asociados:
Allison Gamzon y Rachel Watson

Resumen

¿Has oído hablar de Chernóbil? Era una central de energía nuclear que liberó grandes cantidades de radiación al medio ambiente después de un accidente. Aunque las personas abandonaron el área después del accidente, la vida silvestre permaneció allí. Muchas plantas y animales murieron a causa de los altos niveles de radiación. Pero otros, como las ranas, se adaptaron.

Capturamos ranas en diferentes localidades alrededor de la central nuclear de Chernóbil. Analizamos la coloración

de su piel. Descubrimos que las ranas más cercanas a la central tenían una coloración de piel más oscura. Eso es porque tienen niveles más altos de melanina. Se sabe que la melanina protege a los organismos de la radiación. Creemos que las ranas más oscuras sobrevivieron mejor a los niveles más altos de radiación alrededor de la central nuclear.

Introducción

En abril de 1986, la central nuclear de Chernóbil en Ucrania sufrió un accidente. Uno de los reactores se fundió, provocando una explosión y un incendio. **El desastre de Chernóbil provocó la mayor liberación de material radiactivo al medio ambiente en la historia de la humanidad.**

Los compuestos radiactivos son elementos que tienen núcleos inestables. Entre ellos se incluye uranio y plutonio. Estos elementos tienen una gran cantidad de neutrones en comparación con los protones en su núcleo. Para volverse estables, estos elementos se transforman en otros elementos. Cuando lo hacen, liberan grandes cantidades de energía. También liberan radiación en forma de pequeñas partículas, conocidas como **partículas alfa**. **Niveles altos de radiación pueden causar la muerte de un organismo.** Niveles más bajos pueden causar efectos en los organismos, como cambios en el ADN. Debido a que la radiación puede afectar negativamente a la vida silvestre, es una forma de **contaminación**.

Aunque trágico, el accidente de Chernóbil brindó a los científicos la oportunidad de estudiar los efectos de la radiación en la vida silvestre. Queríamos investigar si la vida silvestre se adapta a la radiación. En concreto,



A



B

A. Una Rana de San Antonio oriental.

B. Reactor 4 de la central nuclear de Chernóbil en Ucrania, que provocó la liberación de radiación en 1986. Encima se encuentra el Nuevo Edificio de Contención, una estructura diseñada para aislar las ruinas radiactivas del reactor.

queríamos estudiar la **coloración** de la piel de las ranas. La coloración de la piel es causada por diferentes pigmentos. Las **melaninas** son los pigmentos responsables de la coloración marrón oscura o negra en la piel y los ojos. Otros estudios demostraron que la melanina puede proteger a los

humanos de la radiación **ultravioleta** del sol. Pensábamos que también podía proteger a los vertebrados de los efectos de la radiación de Chernóbil. **Nuestra hipótesis era que las ranas que viven en o cerca de áreas con altos niveles de radiación tendrían una coloración de piel más oscura.**

Métodos

Capturamos 189 machos adultos de Rana de San Antonio oriental (*Hyla orientalis*) durante su temporada de reproducción entre 2017 y 2019. Trabajamos en ocho localidades dentro de la **Zona de Exclusión de Chernóbil**. Esta zona forma un círculo alrededor de la central nuclear con un radio aproximado de 30 kilómetros. Esta zona tiene los niveles de radiación más altos del mundo. También capturamos ranas en cuatro localidades fuera de la zona de exclusión, en áreas sin contaminación radiactiva. **Todos los sitios de trabajo tenían condiciones ambientales similares.** Todos eran **humedales** medianos-pequeños, rodeados de bosques y praderas. Tenían el mismo tipo de suelo y color. El pH del agua también era el mismo.

Metimos las ranas en bolsas de plástico y las transportamos

al laboratorio. Aquí, colocamos cada rana en su propio contenedor de plástico con unos tres centímetros de agua. A la mañana siguiente sacamos una foto de cada rana sobre un fondo negro para evaluar su color. Usamos dos luces LED como iluminación. Analizamos las fotos y determinamos el color en función de la luminancia (Fig. 1). La **luminancia** describe el brillo percibido de un objeto. **Cuanto mayor sea la luminancia, más claro será el color de la rana.**

También medimos distintas partes del cuerpo de las ranas (largo, ancho y profundidad), así como su peso. Usamos esta información para calcular el nivel de exposición a la radiación experimentado por cada rana.

Figura 1:

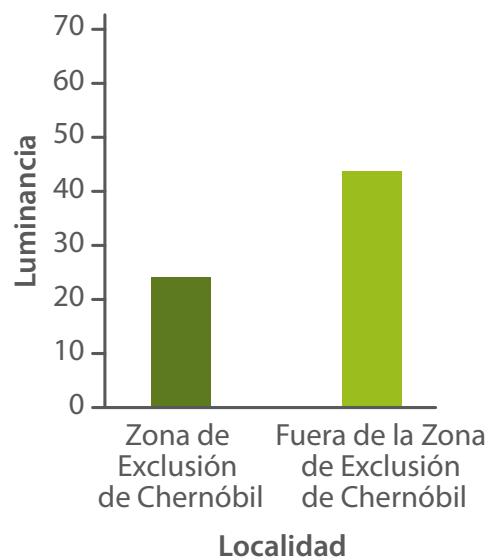
La luminancia describe la coloración de la piel de las ranas.



Resultados

Descubrimos que había mucha variación en la luminancia de la piel. Medimos la luminancia de la piel como un porcentaje. Una rana con 0% de luminancia sería negra y una rana con 100% de luminancia sería blanca. Las ranas dentro de la zona de exclusión tenían una luminancia de la piel que oscilaba entre el 4,2 % y el 45,6 %. Las ranas fuera de la zona tenían una luminancia que oscilaba entre el 22,4 % y el 63,9 %. (Ver Fig. 2).

También encontramos una correlación entre la luminancia de la piel y los niveles de radiación históricos. Los niveles de radiación en 1986 eran hasta 100 veces más altos que los niveles actuales. **Cuanto más cerca de un área con altos niveles históricos de radiación capturamos las ranas, menor era la luminancia de la piel de los individuos (más oscuras eran las ranas).** Eso significa que las áreas con mayor radiación histórica tenían ranas con una coloración de piel más oscura. No encontramos una relación entre el color de la piel y los niveles de radiación actuales.



¿Cómo es la luminancia promedio de las ranas dentro de la Zona de Exclusión de Chernóbil cuando se compara con la luminancia promedio fuera de la Zona de Exclusión?

Figura 2:

Comparación de la luminancia de la piel de las ranas dentro y fuera de la Zona de Exclusión de Chernóbil

Discusión

La coloración de la piel en las ranas se correlaciona con los niveles históricos de radiación, no con los niveles actuales. Esto nos dice que los cambios en la coloración no son causados por la radiación que experimentan las ranas ahora. Esta coloración es probablemente un caso de **selección natural** rápida. La selección natural es uno de los principales procesos de la evolución, y hace que una especie cambie con el tiempo.

La selección natural ocurre cuando un ambiente favorece ciertos **rasgos** sobre otros. Un rasgo es una característica, como la altura, la velocidad o la coloración de la piel. Cuando ocurrió el accidente de Chernóbil, el ambiente favoreció a

las ranas con una coloración de piel más oscura. Las ranas más oscuras tenían altos niveles de melanina. La melanina protegió a estas ranas más oscuras de los altos niveles de radiación.

Algunos estudios muestran que la coloración de la piel es un rasgo hereditario en las ranas. Eso significa que cuando una rana sobrevive y se reproduce, puede pasar la coloración de su piel a su descendencia. **Con el tiempo, las poblaciones de ranas cercanas a Chernóbil se volvieron más oscuras.** Las áreas más alejadas del lugar del accidente de Chernóbil recibieron menos radiación. Las ranas de esas áreas mantuvieron la coloración verde clara de la piel.

Conclusión

La radiación ionizante, como todas las formas de contaminación, afecta a la vida silvestre. ¡Tú puedes ayudar a minimizar el impacto de la contaminación! Podemos ayudar a reducir la cantidad de contaminación que se libera al medio ambiente. Hay que usar el transporte público, caminar o andar en bicicleta para reducir la cantidad de

contaminación del aire. Hay que usar fuentes de energía poco contaminantes. Hay que tirar la basura en lugar de dejarla en el suelo, para reducir la contaminación del agua. Tenemos que reducir, reusar y reciclar para que las cosas no acaben en un vertedero.

Glosario de términos clave

Coloración - la disposición de colores o marcas en un organismo.

Contaminación - una sustancia introducida en el medio ambiente que tiene efectos nocivos.

Correlación - una relación entre dos tendencias en los datos, cuando las dos cambian sincronizadas entre sí: a medida que una aumenta, la segunda también aumenta (si están directamente correlacionadas) o la segunda disminuye (si están inversamente correlacionadas). Las correlaciones no prueban que una tendencia cause la otra.

Humedales - áreas donde el agua cubre el suelo todo el año o durante períodos variables durante el año. Los ejemplos incluyen marismas, pantanos y ciénagas.

Luminancia - el brillo percibido de un objeto. Cuanto mayor sea la luminancia, más claro será el color de la rana.

Melanina - un pigmento (sustancia que produce color) marrón oscuro o negro que influye en el color de la piel y los ojos.

Partícula alfa - una partícula liberada cuando ciertos elementos, como el uranio, se descomponen en nuevos elementos. Las partículas alfa pueden causar daños en las células y el ADN.

Radiactivo - describe un material que libera energía en forma de radiación cuando se descompone en una sustancia más estable.

Rasgo - una característica de un individuo. Los ejemplos incluyen el color de los ojos y la altura.

Selección natural - un proceso de evolución que hace que una población cambie con el tiempo. Un rasgo particular permite a los individuos sobrevivir en un entorno determinado. Los individuos sobrevivientes transmiten este rasgo a su descendencia, lo que hace que con el tiempo un porcentaje mayor de la población tenga este rasgo.

Ultravioleta - un tipo de radiación producida por el sol que causa bronceado y quemaduras.

Zona de Exclusión de Chernóbil - el área alrededor de la central nuclear de Chernóbil que la gente abandonó porque tenía los niveles más altos de radiación.

Revisa si entendiste

- 1 ¿Qué hace que la coloración de la piel de las ranas sea diferente?
- 2 ¿Cómo puede la selección natural explicar los cambios en la coloración de la piel de las ranas a lo largo del tiempo?
- 3 Los niveles de radiación en el área de Chernóbil seguirán disminuyendo con el tiempo. ¿Qué crees que pasará con la coloración de la piel de las ranas en el futuro?
- 4 El desastre de Chernóbil es un ejemplo de los riesgos asociados con la tecnología beneficiosa. Los accidentes en las plantas de energía nuclear pueden aumentar los niveles de radiación, afectando la salud humana y el medio ambiente. Sin embargo, pueden producir grandes cantidades de electricidad a partir de una pequeña cantidad de combustible. Tampoco producen mucho dióxido de carbono u otros contaminantes del aire, como hacen el carbón, el gas natural y el petróleo. ¿Cuál es otro ejemplo de una tecnología que es beneficiosa para la sociedad pero que puede tener un impacto negativo en el medio ambiente?
- 5 Trabajando con un compañero, elabora un plan para crear conciencia sobre la necesidad de reducir la contaminación en tu entorno.

REFERENCIAS

Pablo Burraco and Germán Orizaola (2022) *Ionizing radiation and melanism in Chornobyl tree frogs*. Evolutionary Applications.

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/eva.13476>

United States Energy Information Administration (2021) Nuclear Energy Explained: Nuclear Power and the Environment. Summary of the impacts of nuclear energy on the environment.

<https://www.eia.gov/energyexplained/nuclear/nuclear-power-and-the-environment.php>

National Geographic: Nuclear Energy

<https://education.nationalgeographic.org/resource/nuclear-energy>

PHET: Natural Selection. An online simulation that shows how a population can change over time based on inherited traits.

<https://phet.colorado.edu/en/simulations/natural-selection>

Agradecimientos: La adaptación de este artículo ha sido realizada con el apoyo de Goggio Family Foundation

