

---

*Para vivir mucho tiempo hay que vivir despacio.* Atribuido a [Cicerón](#)

---

## Tema de este mes: La longevidad de los organismos cavernícolas

---

Uno de los experimentos naturales más intrigantes de la evolución tiene lugar en la oscuridad: las cuevas. A lo largo del árbol de la vida, poblaciones estrechamente relacionadas han colonizado repetidamente entornos subterráneos. Estos organismos cavernícolas (troglóbiontes) suelen mostrar diferencias notables con respecto a sus parientes de la superficie, entre ellas ojos y pigmentación reducidos, metabolismo alterado y, lo que resulta de especial interés aquí, cambios en la esperanza de vida. Entonces, ¿qué impulsa este patrón?



### Diferencia en la esperanza de vida entre organismos cavernícolas y de superficie

En múltiples linajes, los organismos cavernícolas tienden a presentar una mayor esperanza de vida en comparación con sus parientes de la superficie, aunque la intensidad de este patrón varía entre los taxones.

La salamandra cavernícola [Proteus anguinus](#) representa uno de los casos más extremos de longevidad. Los individuos tienen una esperanza de vida promedio de alrededor de 70 años y pueden superar los 100 años, superando con creces a la mayoría de los anfibios de la superficie de tamaño comparable.

La [salamandra cavernícola](#) italiana *Speleomantes italicus* puede vivir hasta 25 años, lo cual es relativamente largo para los anfibios pequeños y concuerda con una estrategia de ciclo de vida lento asociada a los ambientes subterráneos.

En el pez cavernícola [Astyanax mexicanus](#), los individuos pueden alcanzar hasta los 15 años de edad, superando la esperanza de vida de las poblaciones de superficie. Estos peces también muestran una capacidad reproductiva prolongada.

[Se cree que los peces cavernícolas de América del Norte](#), entre ellos *Amblyopsis spelaea* y *Typhlichthys subterraneus*, alcanzan los 20-30 años en condiciones naturales, lo que sugiere un potencial de longevidad considerable.

Entre los invertebrados, [el bivalvo cavernícola](#) *Congeria kusceri* muestra una longevidad excepcional, con ejemplares que viven más de 50 años, una larga esperanza de vida para

este grupo, aunque algunos bivalvos pueden vivir [considerablemente más tiempo, hasta 500 años](#).

[Los crustáceos cavernícolas](#), como *Orconectes australis*, pueden vivir más de dos décadas, lo que refleja el crecimiento lento y las tasas metabólicas reducidas típicas de las especies subterráneas.

[De manera similar, el isópodo cavernícola \*Bahalana geracei\*](#) presenta una esperanza de vida que oscila entre los 24 y los 35 años aproximadamente, lo cual es inusualmente largo para los invertebrados pequeños.

[Incluso los escarabajos adaptados a las cuevas](#), como *Laemostenus schreibersi*, pueden vivir más de seis años, superando la esperanza de vida de muchos insectos de tamaño similar que habitan en la superficie.

Se observa un patrón similar de longevidad extendida en relación con el tamaño corporal en los quirópteros. Los murciélagos se encuentran entre los mamíferos más longevos para su tamaño, y algunas especies viven varias décadas a pesar de su pequeña masa corporal. Por ejemplo, *Myotis brandtii* puede vivir más de 40 años. Aunque los murciélagos no son habitantes obligatorios de las cuevas, su ecología comparte características clave con los ambientes subterráneos, como microclimas estables y una menor depredación.

## **Mortalidad extrínseca y evolución del ciclo biológico**

[La explicación más ampliamente aceptada](#) para la mayor longevidad de los organismos cavernícolas se basa en la teoría clásica del ciclo biológico. Los entornos subterráneos son notablemente estables, carecen de variaciones estacionales, ciclos de luz y, a menudo, de depredadores, lo que reduce en gran medida la mortalidad extrínseca (el riesgo de muerte por causas externas). En tales condiciones, la teoría evolutiva predice un cambio en la asignación de recursos: en lugar de invertir en un crecimiento y una reproducción rápidos, los organismos favorecen la supervivencia y el mantenimiento a largo plazo. Esto da lugar a un conjunto de rasgos correlacionados, que incluyen un crecimiento más lento, una reproducción tardía, una fecundidad reducida y, en última instancia, una vida más larga. Este patrón se ha documentado en múltiples sistemas de cuevas. Por ejemplo, los peces cavernícolas como el *Astyanax mexicanus* se [reproducen con menos frecuencia pero conservan la capacidad reproductiva](#) durante períodos más largos, mientras que muchos invertebrados cavernícolas presentan tasas metabólicas reducidas y tiempos de desarrollo prolongados, en consonancia con una estrategia de ciclo biológico «lento».

## **Tasa metabólica y limitación energética**

[Las cuevas son entornos con escasa energía](#) en los que no hay producción primaria y los aportes de alimento son esporádicos, llegando principalmente a través de detritus. Como consecuencia, los organismos cavernícolas han evolucionado para hacer frente a la limitación crónica de recursos. Una adaptación común [es la depresión metabólica, caracterizada por tasas metabólicas basales más bajas](#), niveles de actividad reducidos y una mayor eficiencia en el uso de la energía. Estos rasgos están directamente relacionados con la longevidad, ya que las tasas metabólicas reducidas suelen asociarse con una menor producción de especies reactivas de oxígeno (ROS), que contribuyen al daño celular y al

envejecimiento. Además, muchas especies cavernícolas muestran una mayor resistencia a la inanición, lo que implica adaptaciones como el almacenamiento alterado de lípidos, modificaciones en las vías de señalización de la insulina y una mayor resistencia al estrés. Cabe destacar que estos cambios fisiológicos se superponen con vías moleculares clave que se sabe que regulan la longevidad en organismos modelo establecidos, lo que sugiere que la adaptación a la limitación energética podría promover incidentalmente una mayor esperanza de vida.

## Resistencia al estrés y mantenimiento celular

[Los organismos cavernícolas suelen mostrar una mayor tolerancia a los factores de estrés ambiental, como la hipoxia, el estrés oxidativo y la privación crónica de nutrientes](#), un patrón particularmente bien documentado en los peces cavernícolas y los invertebrados subterráneos. La mayor resistencia al estrés es un rasgo característico de los organismos longevos y, en estas especies, suele estar respaldada por múltiples mecanismos complementarios. Entre ellos se incluyen la regulación al alza de las defensas antioxidantes que limitan el daño oxidativo, sistemas mejorados de reparación del ADN que mantienen la integridad genómica y una homeostasis proteica (proteostasis) más eficiente, que previene la acumulación de proteínas dañadas o mal plegadas. Estas adaptaciones podrían reducir la acumulación progresiva de daño celular con el tiempo, contribuyendo así a un envejecimiento más lento y a una mayor esperanza de vida en entornos subterráneos.

## Compensaciones en la estrategia reproductiva

[Otro factor clave es el cambio en la estrategia reproductiva](#). Se ha observado que los organismos cavernícolas tienen menos descendencia, huevos más grandes o una mayor inversión parental, e intervalos reproductivos más largos. Este patrón refleja una compensación clásica entre la reproducción y el mantenimiento. La energía que de otro modo se dedicaría a producir muchos descendientes se redirige hacia la supervivencia, la reparación y el mantenimiento general del organismo.

## Cambios genéticos y genómicos

A nivel genómico, la adaptación a las cuevas es compleja y aún se está investigando activamente. Varias hipótesis vinculan la evolución del genoma con la longevidad en las especies que habitan en cuevas. Un aspecto importante se refiere al tamaño del genoma y a los elementos transponibles. Algunos estudios sugieren que las especies de las cuevas pueden diferir en el tamaño del genoma en comparación con sus parientes que habitan en la superficie, lo que podría estar asociado con la acumulación o la reducción de elementos transponibles, así como con cambios en el contenido de ADN repetitivo.

Sin embargo, la relación entre el tamaño del genoma y la longevidad no es sencilla. Los genomas más grandes pueden imponer costos metabólicos, como una división celular más lenta, pero también pueden desempeñar un papel en la regulación génica y la estabilidad genómica. Como resultado, la evolución del genoma en las especies cavernícolas puede contribuir a la longevidad de formas indirectas y altamente dependientes del contexto.

## ¿Sigue habiendo un límite a la esperanza de vida?

Incluso en entornos muy estables, la esperanza de vida de los organismos sigue siendo limitada. Esto puede explicarse por una combinación de factores evolutivos y biológicos. Desde una perspectiva evolutiva, la selección natural es más fuerte en los rasgos que afectan a la reproducción temprana que en aquellos que actúan más tarde en la vida, lo que permite la acumulación de mutaciones deletéreas vinculadas al envejecimiento. Al mismo tiempo, presiones constantes como los parásitos, los patógenos y las interacciones ecológicas pueden impulsar una coevolución continua, reforzando la importancia de la renovación generacional. Finalmente, a nivel biológico, los organismos sufren inevitablemente un daño molecular progresivo que no puede repararse por completo con los conocimientos médicos actuales.

**Conclusión** Los sistemas de cuevas proporcionan un potente marco natural para estudiar el envejecimiento, ya que combinan varias ventajas clave: eventos evolutivos repetidos e independientes a través de múltiples colonizaciones de cuevas, claros contrastes ambientales entre los hábitats de superficie y subterráneos, y taxones estrechamente relacionados que, sin embargo, muestran historias de vida muy divergentes.

En conjunto, estas características hacen que los organismos de las cuevas sean particularmente valiosos para abordar cuestiones fundamentales de la biología evolutiva y la gerontología. Permiten a los investigadores explorar cómo las presiones ambientales moldean la evolución de la esperanza de vida, identificar los cambios genéticos y fisiológicos asociados con la longevidad extendida e investigar si existen mecanismos universales de envejecimiento compartidos entre diferentes taxones.

---

### La buena noticia del mes: la clonación no reduce la esperanza de vida

---

Un [nuevo estudio publicado en \*Nature Communications\*](#) exploró los límites a largo plazo de la clonación de mamíferos mediante la clonación en serie de ratones durante 20 años y 58 generaciones. Sorprendentemente, los ratones clonados se mantuvieron sanos y tuvieron una esperanza de vida normal a pesar de acumular mutaciones genéticas con el tiempo. Aún más interesante, cuando estos clones de generaciones tardías se reprodujeron sexualmente, muchas de las anomalías acumuladas se corrigieron naturalmente en la siguiente generación. El estudio destaca la notable resiliencia y la «capacidad de reparación» de la reproducción sexual, ofreciendo nuevos conocimientos sobre la estabilidad genética, la fertilidad y los mecanismos que ayudan a preservar un envejecimiento saludable a través de las generaciones.

---

## Noticias de Heales y la comunidad de la longevidad: conferencia ARDD en Boston en octubre de 2026.

---

La Conferencia sobre Investigación del Envejecimiento y Descubrimiento de Fármacos (ARDD), una de las principales conferencias mundiales en la ciencia de la longevidad, no se llevará a cabo en Copenhague este año como se había planeado originalmente. En su lugar, se espera que el evento se traslade a Boston ([del 21 al 23 de octubre](#)) y se integre en una serie más amplia de eventos durante la Boston Longevity Week.

---

Para más información:

- [Heales](#), [Longevity Escape Velocity Foundation](#), [International Longevity Alliance](#), [Longevity](#), [Lifespan.io](#) y [Aging biotech](#)
- [Noticias científicas mensuales de Heales](#)
- [Canal de YouTube de Heales](#)
- [Contáctenos](#)