

¿Cuántos años viven las semillas?

La longevidad ecológica y potencial

Héctor **Godínez Álvarez**

La longevidad es un aspecto ampliamente estudiado no solo para conocer cuántos años viven los seres vivos, sino también para conocer aspectos de su supervivencia, crecimiento y reproducción, como la edad a la que un organismo alcanza su madurez reproductiva, el número de hijos que produce en cada evento reproductivo y la edad a la que comienza a envejecer. Esta información es esencial para preservar las especies de organismos silvestres y aprovechar las especies de organismos comerciales. Debido a lo anterior, la longevidad de algunos seres vivos que son carismáticos o útiles para el humano ya es conocida. Por ejemplo, el maíz vive 2-3 meses, los agaves viven 10-30 años, las ballenas viven alrededor de 200 años y las secuoyas gigantes viven 3,500 años. Sin embargo, la longevidad de otros seres vivos es poco conocida o no ha sido estudiada.

Las semillas son estructuras derivadas de la reproducción sexual de las plantas vasculares superiores que tienen una cubierta protectora externa o testa, una fuente de alimento o endospermo y un embrión, a partir del cual puede desarrollarse una nueva planta (Vázquez-Yanes, 1990). Estas estructuras pueden ser dispersadas por gravedad, agua, viento o animales a sitios ubicados a diferentes distancias de la planta que las produjo, en donde pueden germinar después de algunos meses o sobrevivir enterradas por varios años. Las semillas dispersadas

a sitios cercanos ayudan a mantener la vegetación natural del sitio en donde habitan las plantas, mientras que las semillas dispersadas a sitios lejanos favorecen que las plantas colonicen nuevos ambientes. Las semillas, además, pueden ser consumidas por distintos animales, como insectos, peces, reptiles, aves y mamíferos, incluido el humano. En este último caso, las semillas de algunas plantas comerciales como arroz (*Oryza sativa*), cebada (*Hordeum vulgare*), maíz (*Zea mays*), sorgo (*Sorghum bicolor*) y trigo (*Triticum aestivum*) son sembradas cada año para que crezcan plantas que produzcan nuevas semillas que pueden ser consumidas o almacenadas. Por lo tanto, las semillas son esenciales para mantener las poblaciones de plantas y proporcionar alimentos a los animales, por lo que es necesario conocer su longevidad y los aspectos que las modifican.

Para conocer la longevidad de las semillas es necesario determinar si las semillas permanecen vivas por varios años. Para esto es necesario realizar ensayos en laboratorio, en los que las semillas son colocadas en sitios con luz natural, temperatura moderada y suficiente humedad para su germinación. Si una semilla germina, entonces está viva. Si no germina, entonces podría estar muerta o en latencia (ver más adelante). La longevidad de las semillas ha sido evaluada con semillas obtenidas de los herbarios y los sitios arqueológicos. Los herbarios son colecciones de plantas secas con datos de la persona que las colectó, el lugar y la fecha. Estas colecciones no solo incluyen tallos, hojas y flores, sino que también pueden incluir frutos y semillas. Las semillas de los ejemplares de herbario han sido usadas para ensayos de germinación que, junto con la fecha de colecta, proporcionan una idea aproximada de la longevidad de las semillas. Los sitios arqueológicos también pueden proporcionar información sobre la longevidad de las semillas, pues el material encontrado en estos sitios, en algunas ocasiones incluye semillas. La edad de estas semillas ha sido estimada con métodos de datación que utilizan carbono-14 y además

se han hecho ensayos de germinación para determinar si las semillas están vivas. Los herbarios y los sitios arqueológicos han mostrado que las semillas pueden vivir cientos o inclusive miles de años. Así, por ejemplo, una semilla de loto (*Nelumbo nucifera*) encontrada en el lecho seco de un lago en China, germinó y creció normalmente después de 1,300 años (Shen-Miller y cols., 1995). Asimismo, un par de semillas de dátil (*Phoenix dactylifera*) encontradas en las excavaciones arqueológicas de la fortaleza de Masada, en Israel, germinaron y crecieron normalmente después de 2,000 años (Sallon y cols., 2008). Aunque estos datos son impresionantes, estas semillas fueron preservadas en condiciones particulares de temperatura y humedad que prolongaron su longevidad, por lo que son casos excepcionales. Para tener un panorama más general de la longevidad de las semillas es necesario obtener datos a través de otros medios como los experimentos en campo. Estos experimentos permiten evaluar la longevidad de un mayor número de especies de semillas en condiciones naturales y, en general, consisten en colocar semillas frescas en bolsas de tela que son enterradas en el lugar donde habitan las plantas. Las semillas enterradas están expuestas a los cambios de luz, temperatura y humedad del clima. Además, están expuestas al ataque de hongos, hormigas, aves y roedores. Las semillas son desenterradas a distintos intervalos de tiempo para determinar si están vivas con ensayos de germinación en el laboratorio. Por lo tanto, estos experimentos permiten conocer la longevidad ecológica de las semillas. Es decir, la longevidad de las semillas en condiciones naturales.

El experimento más famoso para evaluar la longevidad de las semillas es el iniciado por W. J. Beal en 1879. Beal era un profesor de botánica y silvicultura en Michigan, Estados Unidos, que estaba interesado en determinar el tiempo que las semillas de algunas especies de plantas comunes podrían permanecer en el suelo y germinar cuando eran expuestas a condiciones favorables (Kivilaan y cols., 1981; Telewski y cols., 2002).

Para satisfacer este interés realizó un experimento en campo con 21 especies de plantas. Para cada

Número de años después del inicio del experimento

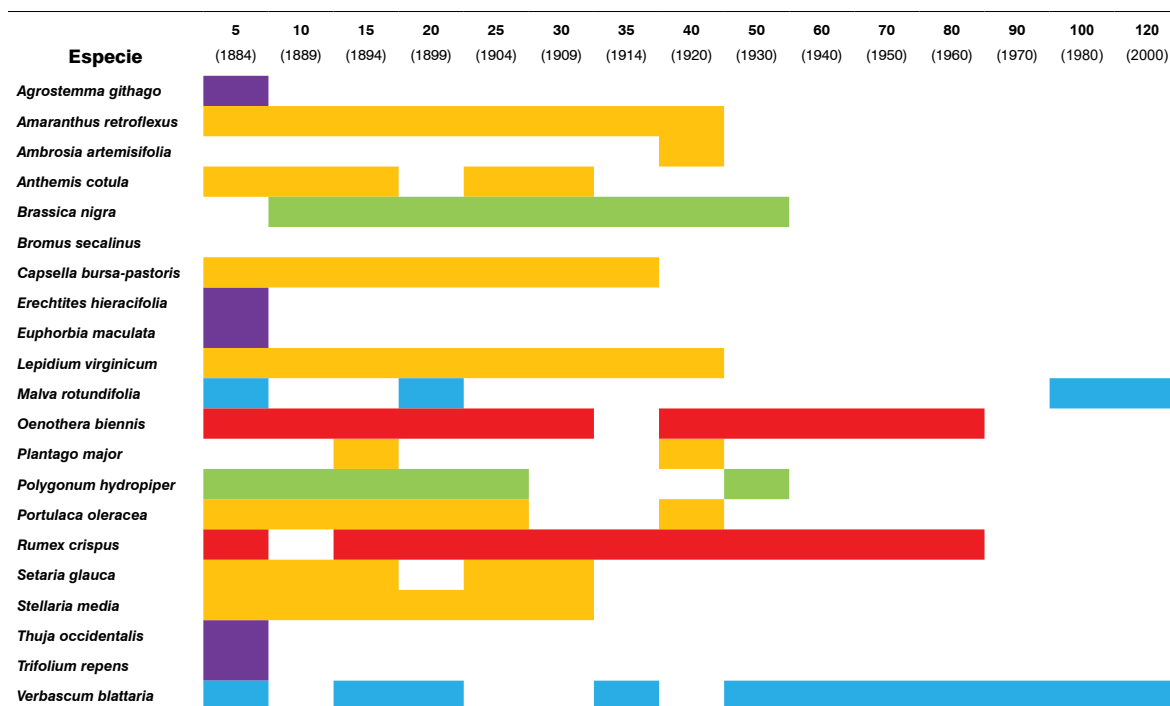


Tabla 1. Resultados del experimento de W. J. Beal para evaluar la longevidad de las semillas en condiciones naturales. El experimento inició en 1879 y terminará en 2100. Los números en paréntesis señalan el año en el que las semillas fueron desenterradas. Las barras de color indican los años en que las semillas germinaron y su longevidad. Morado: ≤ 5 años, Anaranjado: 30-40 años, Verde: 50 años, Rojo: 80 años y Azul: 120 años.

especie seleccionó 1,000 semillas frescas, para un total de 21,000 semillas, mismas que fueron mezcladas con tierra y colocadas dentro de un frasco enterrado a 90 cm de profundidad, con la boca hacia abajo y sin tapa. De esta manera, Beal preparó 20 frascos, que serían desenterrados cada 5 años, para evaluar la viabilidad de las semillas con ensayos de germinación. Los frascos fueron desenterrados cada 5 años durante los primeros 40 años. Sin embargo, Beal se jubiló en 1910, por lo que encargó el experimento a H. T. Darlington, quién a partir de 1940 decidió desenterrar los frascos cada 10 años hasta 1980. En 1990, G. de Zoeten decidió desenterrar los frascos cada 20 años, hasta 2100 (Kivilaan y cols., 1981; Telewski y cols., 2002). Así, el experimento que originalmente duraría 100 años, ahora durará 221 años, por lo que es el experimento más largo de la historia.

Hasta ahora los resultados del experimento de Beal muestran que la longevidad de las semillas varía dependiendo de la especie de planta (Tabla 1).

Seis especies (29 %) sobrevivieron 5 años o menos, nueve especies (43 %) sobrevivieron 30-40 años, dos especies (9 %) sobrevivieron 50 años, dos especies (9 %) sobrevivieron 80 años y dos especies (9 %) sobrevivieron 120 años. Los resultados además muestran que algunas especies como *Ambrosia artemisiifolia*, *Malva rotundifolia* y *Plantago major* no tuvieron germinación constante a lo largo de los años (Kivilaan y cols., 1981; Telewski y cols., 2002). Es decir, sus semillas germinaron en algunos años, pero en otros no. Este resultado es debido a que las semillas tienen latencia que impide su germinación. La latencia es la capacidad de una semilla para permanecer viva en el suelo, sin germinar. La latencia puede deberse a que las semillas tienen una cubierta protectora externa que es impermeable al agua u oxígeno, o a que la cubierta protectora tiene sustancias que inhiben la germinación. También puede deberse a que el embrión

de las semillas es inmaduro o tiene sustancias que retardan su crecimiento, o a ambas condiciones. Las semillas con latencia germinarán solo cuando las características que impiden su germinación sean modificadas por algunos factores como los cambios de temperatura y humedad asociados con las estaciones del año.

El experimento de Beal es famoso porque evalúa la longevidad de las semillas a largo plazo, pero solo considera las semillas de las plantas de climas muy estacionales, las cuales tienen latencia profunda para sobrevivir los cambios drásticos entre la estación favorable (cálida o templada y húmeda) y desfavorable (fría y seca) del año. Sin embargo, existen otras especies de plantas de climas poco estacionales cuyas semillas no tienen latencia profunda debido a que los cambios entre la estación favorable y desfavorable no son tan drásticos.

Además de los experimentos en campo, los experimentos en condiciones controladas son otra alternativa para conocer la longevidad de las semillas. En general, estos experimentos consisten en colocar semillas frescas en recipientes que son almacenados en un lugar fresco y seco, en donde están protegidas del clima y los organismos que se alimentan de ellas. No obstante, los recipientes también pueden almacenarse en lugares con diferente temperatura y humedad para evaluar su impacto sobre la viabilidad de las semillas.

Las semillas almacenadas son retiradas de los recipientes a distintos intervalos de tiempo para determinar si están vivas con ensayos de germinación en el laboratorio. Por lo tanto, estos experimentos permiten conocer la longevidad potencial de las semillas. Es decir, la longevidad de las semillas en condiciones de almacenamiento (Vázquez-Yanes, 1990).

Los experimentos en condiciones controladas han mostrado que el bajo contenido de humedad y las bajas temperaturas prolongan la vida de las semillas. Sin embargo, las semillas responden diferencialmente a los cambios de temperatura y humedad, por lo que se propone que existen dos tipos

de semillas: las semillas ortodoxas y las semillas recalcitrantes (Vázquez-Yanes y Toledo, 1989). Las semillas ortodoxas pueden deshidratarse y almacenarse a bajas temperaturas sin perder su viabilidad. Las semillas almacenadas de esta manera pueden vivir decenas de años. Este tipo de semilla es característico de las plantas cultivadas como el maíz y el trigo, y las especies forestales como el pino (*Pinus*) y el cedro (*Cedrela*). Por el contrario, las semillas recalcitrantes no soportan la deshidratación y las bajas temperaturas por lo que no pueden almacenarse. Los árboles de bosques templados caducifolios y selvas tropicales húmedas como el laurel (*Nectandra ambigens*) y el zapotillo (*Pouteria durlandii*) tienen este tipo de semillas (Vázquez-Yanes y Toledo, 1989).

Debido a sus características, las semillas ortodoxas de muchas especies de plantas son almacenadas en bancos de germoplasma que son instituciones académicas encargadas de preservar las especies de plantas silvestres y comerciales. Aunque el almacenamiento a baja temperatura y humedad permite prolongar la vida de las semillas, estas no son inmortales, por lo que es necesario realizar ensayos de germinación periódicos para evaluar si están vivas y, en caso de ser necesario, reemplazar las semillas almacenadas por semillas frescas recolectadas en los lugares en donde habitan las plantas.

Sin embargo, un estudio de ingeniería genética con la planta *Arabidopsis thaliana* sugiere que los individuos que producen mayor cantidad de giberelina –la hormona del crecimiento– tienen semillas con una cubierta protectora externa más fuerte, la cual disminuye la entrada de oxígeno a la semilla y prolonga su longevidad (Bueso y cols., 2014). Este hallazgo podría usarse en el futuro para incrementar el tiempo de almacenamiento de las semillas en los bancos de germoplasma (Bueso y cols., 2014).

CONCLUSIÓN

En conclusión, la longevidad de las semillas varía dependiendo de la especie de planta y de las condiciones en las que se encuentren las semillas.



© Enrique Soto. Museo Semmelweis de la Historia de la Medicina, Budapest, 2008.

La longevidad ecológica es el tiempo que permanecen vivas las semillas en condiciones naturales, en las que están expuestas a los cambios de temperatura y humedad, así como a los animales que se alimentan de ellas.

Por el contrario, la longevidad potencial es el tiempo que permanecen vivas las semillas en condiciones óptimas de almacenamiento, en las que están protegidas del clima y los animales. En general, la longevidad ecológica es menor que la longevidad potencial.

REFERENCIAS

Bueso E, Muñoz-Bertomeu J, Campos F, Brunaud V, Martínez L, Sayas E, Ballester P, Yenush L and Serrano R (2014). ARABIDOPSIS THALIANA HOMEBOX 25 uncovers a role for gibberellins in seed longevity. *Plant Physiology* 164:999-1010.

Kivilaan A and Bandurski RS (1981). The one hundred-year period for Dr. Beal's seed viability experiment. *American Journal of Botany* 68:1290-1292.

Sallon S, Solowey E, Cohen Y, Korchinsky R, Egli M, Woodhatch I, Simchoni O and Kislev M (2008). Germination, genetics, and growth of an ancient date seed. *Science* 320:1464.

Shen-Miller J, Mudgett MB, Schopf JW, Clarke S and Berger S (1995). Exceptional seed longevity and robust growth: Ancient sacred lotus from China. *American Journal of Botany* 82:1367-1380.

Telewski FW and Zeevart JAD (2002). The 120-yr period for Dr. Beal's seed viability experiment. *American Journal of Botany* 89:1285-1288.

Vázquez-Yanes C (1990). Ecología y conservación de semillas. *Ciencias especial* 4:30-33.

Vázquez-Yanes C y Toledo JR (1989). El almacenamiento de las semillas en la conservación de especies vegetales. Problemas y aplicaciones. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 49:61-69.

Héctor Godínez Álvarez
Unidad de Biotecnología y Prototipos (UBIPRO)
Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM
hgodinez@unam.mx