

¿Cómo puede una semilla seguir viva sin crecer?

Juan Segurola · Todos los derechos reservados

QUE · Artículo 026 · Preguntas sencillas, respuestas profundas · Versión 0.1 ES

Una semilla en una estantería puede parecer invariable y conservar la capacidad de producir una plántula. Su quietud no constituye evidencia de que nada pueda suceder en su interior, y su posterior germinación no crea vida a partir de material muerto. La semilla ha conservado un embrión organizado y la capacidad de reiniciar una actividad coordinada. La pregunta científica es qué permanece protegido, qué cambia durante el almacenamiento y qué evidencia demuestra que esa capacidad sigue presente.

Hay que separar tres descripciones: una semilla puede ser viable, estar en dormancia o simplemente no germinar por las condiciones de su entorno. No son etiquetas intercambiables. Una semilla seca puede no crecer porque le falta agua. Una semilla en dormancia puede no germinar incluso cuando las condiciones permitirían hacerlo a otra comparable sin dormancia. Una semilla muerta no puede completar la recuperación pertinente solo porque esas condiciones mejoren.

1. Una semilla es más que un paquete de instrucciones

Un embrión hereda estructuras físicas y recursos almacenados, además de ADN. La cubierta de la semilla y los tejidos circundantes pueden influir en la protección, el intercambio y las condiciones en que emerge el embrión. La disposición relativa de los tejidos de reserva difiere entre especies, de modo que un diagrama conocido no es un inventario universal. Las revisiones de la dormancia y la maduración de las semillas describen una regulación coordinada del desarrollo y del ambiente, no un único botón de encendido y apagado. [1]

Conservar una secuencia de ADN por sí sola no conservaría una semilla intacta. El embrión debe retener suficiente organización celular para utilizar esa información, movilizar recursos y continuar su desarrollo. A la inversa, conservar una cubierta aparentemente normal no demostraría que el embrión interior sigue siendo viable. La apariencia, la integridad molecular y la recuperación satisfactoria son observaciones distintas.

2. El secado cambia el problema físico

En las semillas tolerantes a la desecación, u ortodoxas, una pérdida considerable de agua durante la maduración puede reducir drásticamente la movilidad molecular y la actividad metabólica. Los sistemas de protección ayudan a conservar los componentes celulares, mientras el daño durante el almacenamiento y la reparación influyen en el éxito final de la germinación. Waterworth y sus colaboradores revisan estos procesos con especial atención al mantenimiento del genoma. [2]

La actividad reducida disminuye algunas demandas, pero no garantiza una conservación indefinida. El daño puede acumularse incluso cuando el crecimiento se ha detenido. Al rehidratarse, una semilla debe reanudar la actividad con componentes que han pasado por esa historia de almacenamiento. Por ello, una semilla que tarda más en germinar y produce una plántula menos vigorosa puede haber sufrido daños antes de perder por completo la capacidad de germinar. [2]

Esta explicación está deliberadamente acotada. No todas las semillas toleran el secado de la misma manera, y la tolerancia a la desecación no es idéntica a la dormancia. Una especie cuyas semillas se dañan al secarse no puede entenderse suponiendo que un almacenamiento más frío y seco siempre ayuda. Tampoco una única tasa metabólica medida puede servir como frontera universal entre una semilla viva y una muerta.

3. La dormancia es una condición de respuesta

La definición técnica de dormancia se refiere a la incapacidad de germinar en condiciones por lo demás favorables. En *Arabidopsis*, una planta estudiada intensamente, la posmaduración o los tratamientos adecuados de temperatura pueden aliviar la dormancia; mecanismos hormonales y genéticos influyen en la transición. Sajeev, Koornneef y Bentsink destacan tanto los controles que interactúan como la dificultad de separar experimentalmente la dormancia de la germinación. [1]

Esto cambia la interpretación de un resultado negativo. Supongamos que unas semillas no germinan en una placa. Quedan al menos tres explicaciones: no son viables, mantienen la dormancia o las condiciones elegidas son inadecuadas. La observación por sí sola no selecciona una de esas explicaciones. Repetir la misma prueba sin cambiar sus condiciones puede aumentar la confianza en la observación y aportar poco a resolver su causa.

Una comparación útil necesita un grupo de referencia que se sepa que responde en esas condiciones y un tratamiento diseñado para distinguir alternativas plausibles. Si la germinación sigue a un tratamiento que alivia la dormancia, el fracaso anterior no era prueba de muerte. Si ningún tratamiento ensayado funciona, todavía hay que interpretarlo en el contexto de la especie y del alcance de las pruebas realizadas.

4. Capacidad y rendimiento son mediciones distintas

Consideremos un experimento inventado con dos grupos de 100 semillas. En un grupo, 90 producen plántulas rápidamente. En el otro, 90 acaban haciéndolo, pero más despacio y con menor crecimiento posterior. Ambos grupos tienen la misma fracción final de germinación, 0,90, pero no el mismo rendimiento. El resultado final oculta el curso temporal.

Supongamos ahora que un tercer grupo produce solo 40 plántulas durante un intervalo breve de observación. Afirmar que su viabilidad es del 40 por ciento supondría que toda semilla viable tuvo tiempo suficiente y las condiciones adecuadas para responder. Ampliar el intervalo o resolver la dormancia podría modificar la inferencia. Este ejemplo no es un protocolo; muestra por qué el numerador, el denominador, el criterio final y la duración deben formar parte de la afirmación.

Una semilla especialmente antigua que germina demuestra que al menos una sobrevivió a su historia. No establece una duración de vida típica de su especie, un estado indefinidamente estable ni la probabilidad de supervivencia de todas las semillas almacenadas junto a ella. Los supervivientes extraordinarios y la longevidad de una población son magnitudes distintas.

5. Qué nos dice la recuperación sobre el pasado

La germinación satisfactoria es una evidencia sólida de capacidad biológica conservada, pero también es una prueba retrospectiva. Antes de poner a prueba la semilla, los investigadores pueden medir indicadores de daño o metabolismo. Después de que germine, pueden observar si esos indicadores predijeron la recuperación. El mejor indicador depende del resultado de interés: la emergencia de la radícula, el establecimiento de una plántula normal o el crecimiento posterior.

Un indicador no tiene por qué causar el resultado que predice. Un cambio químico podría acompañar al deterioro mientras otra lesión produce la mayor parte del daño funcional. Demostrar un mecanismo exige más que clasificar semillas buenas y malas mediante un marcador correlacionado. Los estudios de reparación son valiosos porque conectan formas concretas de daño con intervenciones y con el rendimiento posterior, aunque siguen exigiendo cautela al trasladar resultados entre especies o regímenes de almacenamiento. [2]

6. La espera tiene límites

La semilla sigue viva sin crecer porque el crecimiento activo y la capacidad de desarrollo conservada son estados distintos. En muchas semillas secas, la protección y la actividad molecular reducida permiten que persista esa capacidad; la dormancia regula si unas condiciones aparentemente favorables bastan para desencadenar la transición. Ningún mecanismo suspende todos los procesos físicos ni elimina la posibilidad de deterioro.

El error central es tratar un comportamiento visible como la definición completa del sistema. No crecer no demuestra muerte. Crecer después no demuestra que el almacenamiento no causara daño. La pregunta informativa es cuánta capacidad de recuperación coordinada sobrevivió, en qué condiciones y con qué consecuencias para la plántula.

Lectura relacionada

El artículo 025, «¿De dónde obtiene un árbol la mayor parte de su masa seca?», sigue la adquisición de materia después de reanudarse el crecimiento. La comparación es opcional y recíproca.

Referencias

[1] N. Sajeed, M. Koornneef and L. Bentsink. A commitment for life: Decades of unraveling the molecular mechanisms behind seed dormancy and germination. *The Plant Cell* 36, 1358–1376 (2024). <https://doi.org/10.1093/plcell/koad328>

[2] W. Waterworth, A. Balobaid and C. West. Seed longevity and genome damage. *Bioscience Reports* 44, BSR20230809 (2024). <https://doi.org/10.1042/BSR20230809>