

# Evaluación de viabilidad en semillas del género *Sideritis* tras diez años en banco de germoplasma

DOI: 10.15366/cv2023.27.002

## *Seed viability assessment in the genus Sideritis after ten years of germplasm bank conservation*

NATALIA CELAYA ROJAS<sup>1\*</sup>, ALEJANDRO SANTIAGO<sup>2</sup>, PABLO FERRANDIS<sup>3</sup> y JOSÉ MARÍA HERRANZ<sup>4</sup>

1. Técnico del Banco de Germoplasma del Jardín Botánico de Castilla-La Mancha. Técnico de investigación en Instituto Botánico Universidad de Castilla-La Mancha, Albacete, España. Avenida de La Mancha s/n, 02006 Albacete (Spain).

\*Autora para correspondencia: natalia.celaya@uclm.es

2. Conservador, Jardín Botánico de Castilla-La Mancha. Avenida de La Mancha s/n, 02006 Albacete (Spain). conservador@jardinbotanico-clm.com

3. Director, Jardín Botánico de Castilla-La Mancha. Catedrático de Producción Vegetal, Escuela T.S. de Ingeniería Agronómica y de Montes y Biotecnología, Universidad de Castilla-La Mancha, 02071 Albacete (Spain). pablo.ferrandis@uclm.es

4. Director Científico, Jardín Botánico de Castilla-La Mancha. Catedrático de Producción Vegetal. Escuela T.S. de Ingeniería Agronómica y de Montes y Biotecnología, Universidad de Castilla-La Mancha, 02071 Albacete (Spain). jose.herranz@uclm.es

### Resumen / Abstract

El presente estudio evalúa la viabilidad de diez especies del género *Sideritis* tras diez años de conservación *ex situ* en el Banco de Germoplasma Vegetal del Jardín Botánico de Castilla-La Mancha (BG-JBCLM). Se utilizaron dos métodos para determinar la viabilidad: la prueba de corte y el método de germinación (bajo condiciones controladas de 20/7°C y 12 horas luz/12 horas oscuridad). Los resultados muestran que cinco de las diez especies (*S. lacaitae*, *S. lasiantha*, *S. fruticulosa*, *S. stachydioides* y *S. glacialis*) presentaron valores de viabilidad entre un 5% y un 60% por debajo de lo observado en estudios previos con semillas frescas recién recolectadas. Esto podría atribuirse a factores ambientales o a diferencias en la tolerancia al proceso de conservación. Además, el método de germinación, en este caso, resultó insuficiente al no considerar las semillas viables latentes presentes en algunas especies, por lo que se destaca la necesidad de complementarlo con la prueba de turgencia para obtener una evaluación más precisa. Así, la información obtenida en este trabajo complementada con estudios sobre el efecto de los factores ambientales *in situ*, y del propio proceso de conservación, es fundamental para una óptima gestión de especies del género *Sideritis* en bancos de germoplasma.

*The present study assesses the viability of ten species of the genus Sideritis after ten years of ex situ conservation at the Germplasm Bank of the Botanic Garden of Castilla-La Mancha (GB-JBCLM). Two methods were employed to determine seed viability: the excised seed test and the germination method (under controlled conditions of 20/7°C and 12 hours light/12 hours dark). The results show that five of the ten species (S. lacaitae, S. lasiantha, S. fruticulosa, S. stachydioides and S. glacialis) exhibited viability values between 5% to 60% lower than those observed in previous studies with freshly collected seeds. This may be attributed to environmental factors or differences in tolerance to the conservation process. Furthermore, the germination method was found to be insufficient in this context, as it overlooks the dormant viable seeds present in some species, highlighting the need to complement it with the turgidity test to obtain a more accurate assessment. Consequently, the findings of this study, alongside further research on the effects of in situ environmental factors and the conservation process itself, is essential for optimal management of Sideritis species in germplasm banks.*

### Palabras clave / Keywords

Germinación, conservación *ex situ*, Labiatae, semillas ortodoxas, a largo plazo

*Germination, ex situ conservation, Labiatae, orthodox seeds, long-term*

### Introducción

El género *Sideritis* L., perteneciente a la familia Labiatae, abarca más de 140 especies de plantas con propiedades aromáticas y medicinales originarias de regiones asiáticas, macaronésicas y mediterráneas (Morales *et al.*, 2010). En estas dos últimas regiones es donde se alcanza su mayor diversidad y variación poblacional, lo que se atribuye a una gran adaptabilidad ecológica (Estrelles *et al.*, 2010).

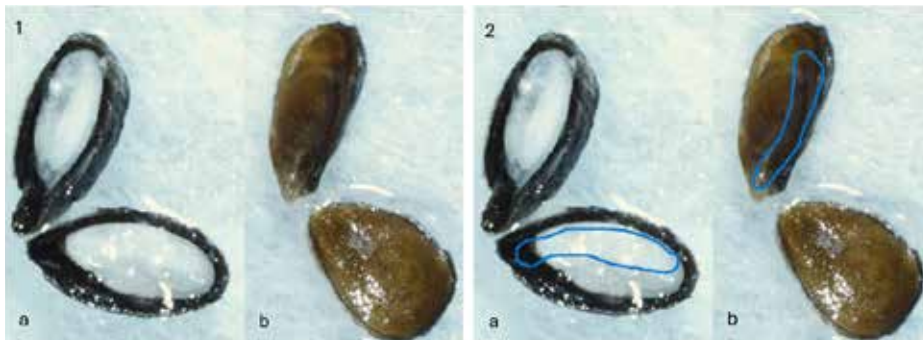
Las semillas de este género, a pesar de tener tasas y tiempos de germinación que varían entre especies y sus respectivos hábitats, poseen entre un 70-90% de viabilidad determinada por el método de germinación en semillas frescas (Estrelles *et al.*, 2010). Éstas destacan por su carácter ortodoxo, ya que pueden tolerar el secado y la conservación a largo plazo, permaneciendo viables durante muchos años cuando se mantienen en condiciones de baja humedad y temperatura (Estrelles *et al.*, 2010; Gómez-Campo, 2002). Esto es así ya que estas condiciones promueven minimizar la actividad metabólica y el deterioro de las semillas (Solberg *et al.*, 2020).

Las semillas del género fueron conservadas *ex situ*, en el Banco de Germoplasma Vegetal del Jardín Botánico de Casti-

lla-La Mancha (BG-JBCLM). Para ello se aplicó el protocolo descrito por Gómez-Campo para semillas ortodoxas (2002). Es decir, fueron previamente desecadas (3-5% humedad) y dosificadas en tubos termosellados al vacío con gel de sílice y en cámara frigorífica a -11°C. Una vez sometidas a este protocolo de conservación a largo plazo las semillas ortodoxas suelen mostrar una viabilidad superior al 80% por el método de germinación (Van Treuren *et al.*, 2013; Pérez-García *et al.*, 2008), considerándose que se mantienen estas condiciones de viabilidad en aquellos bancos de germoplasma que siguen esta metodología.

No obstante, en ensayos anteriores sobre semillas del género *Sideritis* conservadas bajo las condiciones citadas en el párrafo anterior, hemos podido observar que los datos de viabilidad parecen no alcanzar los porcentajes esperados sobre semillas de *Sideritis* frescas y semillas ortodoxas conservadas (Van Treuren *et al.*, 2013; Estrelles *et al.*, 2010; Pérez-García *et al.*, 2008).

El objetivo principal de esta investigación es evaluar la viabilidad de diez especies del género *Sideritis* (*S. lacaitae* Font



**Figura 1.** Prueba de corte de semillas del género *Sideritis* (en este caso, *S. montserratiana*) tras un periodo de conservación de diez años en el BGJBLM. En las semillas viables (a) se observan el endospermo y el embrión de color blanco y aspecto turgente, con el embrión bordeado en azul en la imagen 2. Por el contrario, en semillas inviables, estas estructuras pierden turgencia y adquieren un color amarronado (b). (Fotografía: Natalia Celaya)

Quer, *S. lasiantha* Pers., *S. laxespicata* (Degen & Debeaux) Socorro, I. Tárrega & M.L. Zafra., *S. leucantha* Cav., *S. fruticulosa* Pourr., *S. montserratiana* Stübing et al., *S. paulii* Pau., *S. pusilla* (Lange) Pau., *S. stachydioides* Willk. y *S. glacialis* Boiss.) tras un periodo de conservación *ex situ* de diez años en el BG-JBCLM, y comprobar si esta viabilidad se corresponde con la descrita para este género en material fresco.

Para ello se siguieron los siguientes objetivos específicos:

- Evaluar la viabilidad de las semillas de estas especies de *Sideritis* mediante los métodos de prueba de corte y germinación.
- Determinar si existen diferencias estadísticamente significativas en la viabilidad de las semillas entre las distintas especies.
- Determinar si existen diferencias en los resultados obtenidos con cada método utilizado para determinar la viabilidad de las semillas.

## Material y Métodos

### Material vegetal

Las muestras de semillas corresponden a accesiones colectadas *in situ* y conservadas durante diez años en el BG-JBCLM, cada una con un código diferente y perteneciente a una especie distinta con datos de recolección específicos (Tabla 1). Fueron previamente desecadas (3-5% humedad), dosificadas en tubos termosellados al vacío con gel de sílice y conservadas a largo plazo en cámara frigorífica a  $-11^{\circ}\text{C}$ , según el protocolo descrito por Gómez-Campo (2002). En 2023, se extrajeron un total de 2 lotes de 100 semillas de cada una de las accesiones, sometiendo cada lote a uno de los dos métodos distintos de determinación de viabilidad: la prueba de corte y el método de germinación complementado con la prueba de turgencia.

### Determinación de viabilidad por la prueba de corte

Con el fin de estimar la viabilidad a través del método de prueba de corte se llevó a cabo el protocolo de Santiago et al. (2013). Se eligió este procedimiento, aunque es más destructivo, debido a que otros métodos, como la prueba de flotación, no serían válidos, ya que en este caso las estructuras internas de la semilla siguen presentes y, por lo tanto, tienen el mismo peso.

Para ello, se utilizó el primer lote de 100 semillas por cada accesión mencionada (Tabla 1), y se dispuso en 4 réplicas de 25 individuos. Para ello, previamente se exponen a una hidratación de 24 horas en placa Petri de 140 mm con agua destilada sobre doble disco de papel de filtro. Una vez transcurrido este periodo de tiempo, bajo una lupa estereoscópica

y con la ayuda de unas pinzas de disección de acero inoxidable y un bisturí, se realiza una incisión transversal a lo largo de la semilla, de tal manera que sea posible observar la testa, el endospermo y el embrión (Fig. 2).

### Determinación de la viabilidad mediante el método de germinación

Con el fin de determinar la viabilidad mediante el método de germinación, se tomó el segundo lote de 100 semillas por accesión. Tras un lavado con agua destilada, se dispusieron en una placa de Petri de 140mm, repartidas en 4 réplicas de

25 semillas, colocadas sobre una doble capa de papel de filtro estéril humedecida con agua destilada, cerrándose cada placa con Parafilm. Estas placas se sometieron durante un total de 7 semanas a unas condiciones controladas de temperatura alternante de  $20/7^{\circ}\text{C}$  en el interior de una cámara de germinación, con 12 horas a  $20^{\circ}\text{C}$  en periodo de luz y 12 horas a  $7^{\circ}\text{C}$  en oscuridad.

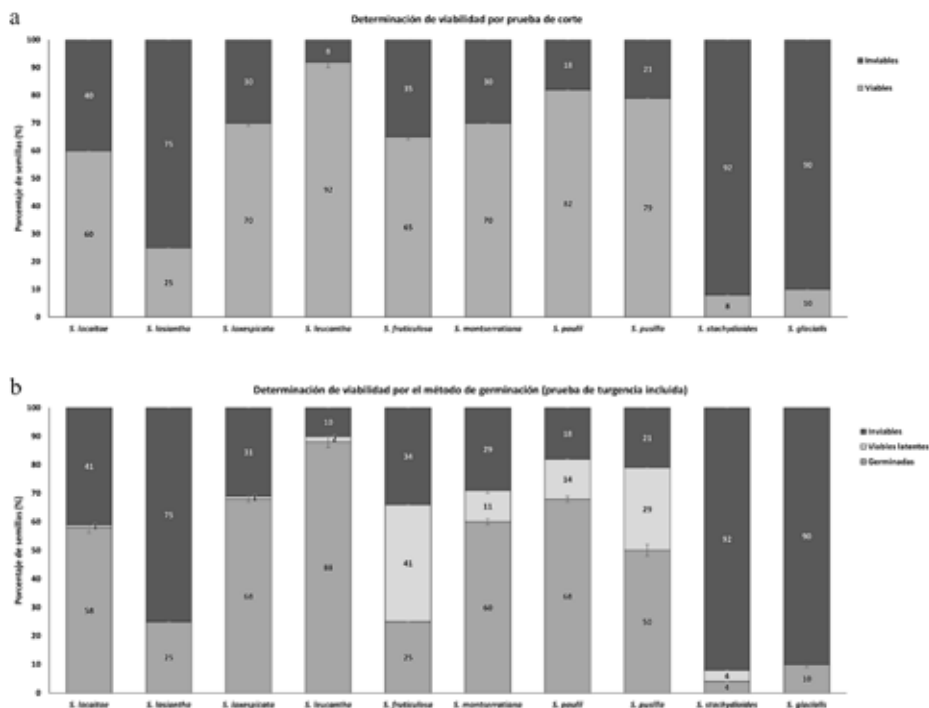
Una vez preparadas, las semillas fueron sometidas a las condiciones de termo y fotoperiodo citadas anteriormente durante 7 semanas. Siendo añadido ácido giberélico (GA3) a partir de la cuarta semana para producir la respuesta germinativa en aquellas semillas que no lo han hecho en las primeras 4 semanas. Éste se aplicó a una concentración de 2000 ppm para inducir la germinación de las latentes (Penfield, 2017). Las germinaciones en las placas se observaron diariamente durante todo el experimento.

### Prueba de turgencia

Para complementar el método anterior se realizó una prueba de turgencia en las semillas que no habían germinado una vez transcurridas las 7 semanas de experimento. Dicha prueba consistió en ejercer presión suficiente sobre la testa con unas pinzas de acero inoxidable, con el fin de poder descartar aquellas que no presentaban turgencia y, por tanto, permitían ser perforadas en este proceso. Esta insuficiente turgencia se debe a la ausencia de un embrión o un endospermo funcional, quedando susceptibles en la mayoría de los casos a una infección micótica promovida por las condiciones de temperatura controladas en la cámara de germinación (Baskin & Baskin, 1998). De esta manera, las semillas que fueron perforadas se consideraron como inviables y las que presentaron turgencia se consideraron viables latentes.

### Análisis estadístico

Para cada ensayo, se calcularon los porcentajes acumulados de viabilidad sobre las semillas, determinados por la prueba de corte, el método de germinación que incluye las semillas viables latentes mediante la prueba de turgencia, y el método de germinación exclusiva. Para ello, se calculó la media y el error estándar, y mediante un análisis de varianza (ANOVA) se examinó el efecto en estos porcentajes de germinación de los siguientes factores: la especie como factor independiente y los diferentes métodos para determinar la viabilidad de las semillas (prueba de corte y germinación, con y sin prueba de turgencia) como variables dependientes. Posteriormente, se realizó una comparación múltiple mediante la prueba de Tukey (al nivel de significación de 0,05). Como paso previo al análisis, se comprobaron las condiciones de normalidad (Cochran, 1941) y homocedasticidad (David, 1952) y se llevó a



**Figura 2.** (a) Porcentaje de viabilidad e inviabilidad determinado mediante la prueba de corte en las diez especies de *Sideritis* evaluadas. (b) Porcentaje de inviabilidad, viabilidad latente y germinación determinado mediante el método de germinación con prueba de turgencia en las mismas especies, evaluadas durante 7 semanas bajo condiciones controladas en cámara de germinación (20/7°C, con 12 horas de luz a 20°C y 12 horas de oscuridad a 7°C). Las últimas 3 semanas incluyeron un tratamiento con ácido giberélico (GA3).

cabo una transformación de los datos basada en el arcoseno de la raíz cuadrada de la proporción de germinación, para ajustar su distribución a la normal. En las representaciones gráficas que incluyen dichos porcentajes, éstos son representados sin transformar.

### Resultados y Discusión

Los resultados obtenidos muestran que en cinco de las diez especies del género *Sideritis* analizadas (*S. laxespicata*, *S. leucantha*, *S. montserratiana*, *S. paulii* y *S. pusilla*), los valores de viabilidad superan el 70 % (Fig. 2), que es el valor esperable para las semillas silvestres frescas de *Sideritis* según la bibliografía consultada (Estrelles *et al.*, 2010). Además, estos valores son muy cercanos al 80% de viabilidad, porcentaje esperable tras la conservación de semillas ortodoxas, como se mostró en estudios realizados por otros autores (Van Treuren *et al.*, 2013; Pérez-García *et al.*, 2008). Sin embargo, en otras cinco especies del género *Sideritis* (*S. lacaitae*, *S. lasiantha*, *S. fruticulosa*, *S. stachydioides* y *S. glacialis*) se obtuvieron valores de viabilidad inferiores al 70% esperado, con reducciones que oscilan entre el 5% en *S. fruticulosa* y el 62% en *S. stachydioides*, siendo menores al 30% en *S. lasiantha* y *S. glacialis* (Fig. 2).

La variabilidad en la proporción de semillas viables entre las especies resulta independiente del método usado para determinarla, ya que se detectaron diferencias significativas entre las especies (filas, Tabla 2). Estas diferencias podrían deberse al propio proceso de dispersión de la planta *in situ*, influenciado por las condiciones ambientales anuales a las que cada especie ha estado expuesta en su hábitat (Baskin & Baskin, 1998). Por otro lado, dichas diferencias también podrían deberse a que la conservación a largo plazo en el BG-JBCLM ha sido más efectiva para unas especies que para otras, implicando una pérdida de viabilidad durante el proceso de desecación antes de la congelación o bien durante la propia congelación, que forma parte de los protocolos de conservación

en un banco de germoplasma vegetal. Esto podría ser así ya que se ha demostrado que la longevidad de las semillas ortodoxas varía considerablemente entre especies, algunas de ellas manteniendo una alta viabilidad durante décadas, mientras que otras pueden perder viabilidad más rápidamente (Solberg *et al.*, 2020). De esta manera, es posible que las diferencias interespecíficas en el carácter ortodoxo de las semillas les confieran distintos niveles de tolerancia a la conservación en un banco de germoplasma vegetal bajo estos protocolos.

Además, algunas especies como *S. fruticulosa*, *S. montserratiana*, *S. paulii*, *S. pusilla* y *S. stachydioides* presentaron una proporción notable de semillas viables latentes. Es decir, que no germinaron tras el ensayo de germinación a temperatura y fotoperiodo controlados ni aún en presencia de giberelinas, pero sí superaron la prueba de turgencia. Dicha proporción de semillas latentes no germinadas junto con las germinadas durante el ensayo de germinación, coincidieron con la proporción de semillas viables estimadas por la prueba de corte (Fig. 2; Tabla 2).

La aparición de esta proporción de semillas latentes indica una latencia fisiológica que ya ha sido descrita para algunas especies del género (Copete *et al.*, 2015). Esta latencia responde a una estrategia para aumentar su probabilidad de supervivencia y éxito reproductivo *in situ* al evitar germinar en momentos inadecuados, como antes de la llegada del invierno, y así asegurar que ocurra en una temporada favorable, generalmente en primavera (Penfield & MacGregor, 2017; Penfield, 2017). Basándonos en los resultados obtenidos en este estudio, podemos inferir que la determinación de la proporción de semillas viables únicamente por el método de germinación puede no ser fiable en especies con insuficiente información sobre su ecología germinativa, pues algunas semillas viables latentes podrían determinarse como no viables. Esta cuestión podría explicar las diferencias significativas observadas en cinco de las diez especies (*S. fruticulosa*, *S. montserratiana*, *S. paulii*, *S. pusilla* y *S. stachydioides*) en la comparación de los métodos de prueba de corte y germinación (Tabla 2). No obstante, dichas diferencias se corrigen cuando el método de germinación se complementa con una prueba de turgencia (Fig. 2; Tabla 2).

### Conclusiones

La viabilidad de las semillas conservadas de las especies del género *Sideritis* varía significativamente entre especies. Si bien cinco de las especies estudiadas presentan una viabilidad superior al 70%, lo que se alinea con lo esperado para semillas silvestres frescas recién recolectadas de este género (*S. laxespicata*, *S. leucantha*, *S. montserratiana*, *S. paulii* y *S. pusilla*), otras especies como *S. lacaitae*, *S. lasiantha*, *S. fruticulosa*, *S. stachydioides* y *S. glacialis* mostraron porcen-

**Tabla 1.** Datos de las localidades de recolección de las diez especies del género *Sideritis* incluidas en este estudio. La columna "ID" corresponde al número de accesión en el BG-JBCLM. AB= Albacete, MU= Murcia, AL= Almería, TE= Teruel, TO= Toledo y CR= Ciudad Real

ID	Especie	Localidad	Municipio	Provincia	Recolección
00140	<i>Sideritis lacaitae</i>	Sierra de Relumbrar	Villapalacios	(AB)	23/06/2013
00620	<i>Sideritis lasiantha</i>	Carretera N 332 (PK 64)	Águilas-Mazarrón	(MU)	13/10/2013
00655	<i>Sideritis laxespicata</i>	Cortijo Tortas	Paterna del Madera	(AB)	20/07/2013
00656	<i>Sideritis leucantha</i>	Cueva de los Letreros.	Vélez Blanco	(AL)	25/07/2013
00632	<i>Sideritis fruticulosa</i>	Matas-Calanda	Matas-Calanda	(TE)	05/09/2013
00806	<i>Sideritis montserratiana</i>	El Real de San Vicente	El Real de San Vicente	(TO)	28/07/2013
00373	<i>Sideritis paulii</i>	Cabañeros	Retuerta del Bullaque	(CR)	19/07/2013
00659	<i>Sideritis pusilla</i>	Sorbas	Sorbas	(AL)	25/07/2013
00649	<i>Sideritis stachydioides</i>	Cueva de los Letreros	Vélez Blanco	(AL)	25/07/2013
00624	<i>Sideritis glacialis</i>	Pico Peñarroya	Sierra de Gúdar	(TE)	05/09/2013

**Tabla 2.** Determinación del porcentaje de germinación en semillas (media  $\pm$  SE) de diez especies de *Sideritis* mediante los siguientes métodos: prueba de corte (C), germinación incluyendo la prueba de turgencia (GT) y germinación de manera exclusiva (G). Las letras mayúsculas en columnas y minúsculas en filas indican diferencias significativas ( $P < 0,05$ ), en las dos variables analizadas (especie y método de viabilidad).

Especie	C (Media $\pm$ Error)	GT (Media $\pm$ Error)	G (Media $\pm$ Error)
<i>Sideritis lacaitae</i>	60 $\pm$ 0 <sup>Aa</sup>	59 $\pm$ 1 <sup>Aa</sup>	58 $\pm$ 2 <sup>Bb</sup>
<i>Sideritis lasiantha</i>	25 $\pm$ 0 <sup>Bb</sup>	25 $\pm$ 0 <sup>Bb</sup>	25 $\pm$ 0 <sup>Bb</sup>
<i>Sideritis laxespicata</i>	70 $\pm$ 1 <sup>Aa</sup>	69 $\pm$ 0 <sup>Aa</sup>	68 $\pm$ 1 <sup>Aa</sup>
<i>Sideritis leucantha</i>	92 $\pm$ 2 <sup>Aa</sup>	90 $\pm$ 0 <sup>Aa</sup>	88 $\pm$ 2 <sup>Aa</sup>
<i>Sideritis fruticulosa</i>	65 $\pm$ 1 <sup>Ab</sup>	66 $\pm$ 0 <sup>Ab</sup>	25 $\pm$ 0 <sup>Cc</sup>
<i>Sideritis montserratiana</i>	70 $\pm$ 0 <sup>Aa</sup>	71 $\pm$ 1 <sup>Aa</sup>	60 $\pm$ 1 <sup>Bb</sup>
<i>Sideritis paulii</i>	82 $\pm$ 0 <sup>Aa</sup>	82 $\pm$ 0 <sup>Aa</sup>	68 $\pm$ 1 <sup>Bb</sup>
<i>Sideritis pusilla</i>	79 $\pm$ 0 <sup>Aa</sup>	79 $\pm$ 0 <sup>Aa</sup>	50 $\pm$ 2 <sup>Cc</sup>
<i>Sideritis stachydioides</i>	8 $\pm$ 0 <sup>Cc</sup>	8 $\pm$ 0 <sup>Cc</sup>	4 $\pm$ 0 <sup>Dd</sup>
<i>Sideritis glacialis</i>	10 $\pm$ 0 <sup>Cc</sup>	11 $\pm$ 1 <sup>Cc</sup>	10 $\pm$ 1 <sup>Cc</sup>

tajes notablemente inferiores, con reducciones que oscilan entre el 5% en *S. fruticulosa* y el 62% en *S. stachydioides*, alcanzando en algunos casos valores críticos de viabilidad por debajo del 30%. Estas diferencias podrían depender de factores ambientales *in situ* previos a la recolección, o bien sugerir que la conservación *ex situ* en el BG-JBCLM puede haber sido menos efectiva para algunas especies, debido a diferencias en la longevidad y carácter ortodoxo de las semillas y, por tanto, en la capacidad de tolerancia a los procesos de desecación y congelación.

El método de germinación se muestra insuficiente en la determinación de viabilidad del género *Sideritis*, sin complementar con la prueba de turgencia, ya que sus resultados difieren significativamente de los obtenidos en la prueba de corte, al no considerar la proporción notable de semillas viables latentes presentes en algunas especies como *S. fruticulosa*, *S. montserratiana*, *S. paulii*, *S. pusilla* y *S. stachydioides*.

La determinación de la viabilidad por prueba de corte y la de germinación serían dos vías complementarias y significativamente iguales para determinar la viabilidad de las accesiones, siempre que se incluyan las semillas viables latentes detectadas en la prueba de turgencia o se aplique un protocolo de germinación conocido que consiga superar completamente las posibles latencias.

A la vista de los resultados, es recomendable realizar la prueba de corte antes y después de la conservación de las accesiones de *Sideritis* por haberse mostrado eficaz en determinar la tasa de viabilidad.

Asimismo, se destaca la necesidad de realizar estudios adicionales que permitan entender mejor la influencia de factores específicos de especie o propios del proceso de conservación en la pérdida de viabilidad detectada en el presente estudio, guiando futuros esfuerzos en la conservación y la gestión de este interesante género de labiadas en los bancos de germoplasma.

#### Agradecimientos

Natalia Celaya disfruta de un contrato como personal I+D+i, en el Instituto Botánico de la Universidad de Castilla-La Mancha, con cargo al Programa *Investigo*, del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (*NextGenerationEU*; Unión Europea), implementado por el Ministerio de Trabajo y Economía Social de España, mediante el cual desarrolla su trabajo de investigación en el Banco de Germoplasma del Jardín Botánico de Castilla-La Mancha.

## Bibliografía

- Baskin CC & JM Baskin (1998) *Seeds: ecology, biogeography, and, evolution of dormancy and germination*. Elsevier.
- Cochran, WG (1941). The distribution of the largest of a set of estimated variances as a fraction of their total. *Annals of Eugenics*, 11, 47–52.
- Copete MA, Herranz JM, Ferrandis P & E Copete (2015) Annual dormancy cycles in buried seeds of shrub species: germination ecology of *Sideritis serrata* (Labiatae). *Plant Biology*, 17(4), 798-807.
- David, HA (1952). Upper 5 and 1% points of the maximum F-ratio. *Biometrika*, 39(3/4), 422-424.
- Estrelles E, Güemes J, Riera J, Boscaiu M, Ibars AM & M Costa (2010) Seed germination behaviour in *Sideritis* from different Iberian habitats. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 38(1), 09-13.
- Gómez-Campo, C (2002) *Long term seed preservation: the risk of using inadequate containers is very high*. Monographs ETSIA, Universidad Politécnica de Madrid 163: 1-10.
- Morales R, Quintanar A & FJ Cabezas (2010). Labiatae (En) Morales, R., Quintanar A., Cabezas F.J., Pujadas A.J., & Cirujano S. *Flora Ibérica XII: Verbenaceae-Labiatae-Callitricaceae*. 24-496. Real Jardín Botánico, CSIC.
- Penfield, S (2017) Seed dormancy and germination. *Current Biology*, 27(17), R874-R878.
- Penfield S & DR MacGregor (2017). Effects of environmental variation during seed production on seed dormancy and germination. *Journal of experimental Botany*, 68(4), 819-825.
- Pérez-García F, González-Benito ME & C Gómez-Campo (2008). Germination of fourteen endemic species from the Iberian Peninsula, Canary and Balearic Islands after 32-34 years of storage at low temperature and very low water content. *Seed Science and Technology*, 36(2), 407-422.
- Santiago A, Herranz JM & P Ferrandis (2013). El banco de germoplasma vegetal del Jardín Botánico de Castilla-La Mancha: implicaciones para la conservación "ex situ" de flora silvestre. *Sabuco: Revista de estudios albacetenses*, (9), 95-111.
- Solberg S Ø, Yndgaard F, Andreasen C, Von Bothmer R, Loskutov IG & Å Asdal (2020) Long-term storage and longevity of orthodox seeds: A systematic review. *Frontiers in Plant Science*, 11, 1007.
- Van Treuren R, de Groot EC & TJ van Hintum (2013) Preservation of seed viability during 25 years of storage under standard genebank conditions. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 60(4), 1407-1421.

# REDBAG: más de 20 años impulsando la conservación *ex situ* de la flora silvestre en España

## *REDBAG: more than 20 years promoting ex situ conservation of wild plants in Spain*

■ AGUSTÍ AGUT ESCRIG<sup>1</sup>, JOSÉ IGNACIO ALONSO-FELPETE<sup>2</sup> y BRAIS HERMOSILLA LORENZO<sup>1</sup>

1. Jardín Botánico de Olarizu; Unidad de Anillo Verde y Biodiversidad, Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz; Araba/Álava; País Vasco; España. aagut@vitoria-gasteiz.org
2. Herbario LEB "Jaime Andrés Rodríguez"; Universidad de León; León; Castilla y León; España.

### Resumen / Abstract

Se presentan los trabajos realizados por la Red Española de Bancos de Germoplasma de Plantas Silvestres y Fitorrecursos Autóctonos (REDBAG) durante los últimos años para el desarrollo e impulso de la conservación *ex situ* de la flora silvestre española. Durante 2020-2021 la REDBAG lideró la asesoría para la redacción de las "Directrices para la conservación *ex situ* de la flora silvestre en España" (MITECO, 2024). Durante 2022-2023, ha coordinado la "Evaluación del estado de la conservación *ex situ* de las especies de flora incluidas en el Catálogo Español de Especies Amenazadas (CEEA), en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESRPE) y propuestas de mejora". Este estudio ha permitido, por una parte, conocer cuál es la situación actual de la conservación *ex situ* de la flora vascular silvestre protegida a nivel estatal y, por otra parte, definir las prioridades de actuación de los nuevos Banco Nacional de Germoplasma Forestal y de Flora Silvestre y el Banco de Germoplasma Forestal y de Flora Silvestre en Red, cuya creación y funcionamiento se establecen en el Real Decreto 159/2022. Además, se han identificado las principales carencias de información sobre las accesiones conservadas, que deberían resolverse urgentemente para favorecer una toma de decisiones estratégica bien fundamentada en el futuro.

*The work carried out by the Red Española de Bancos de Germoplasma de Plantas Silvestres y Fitorrecursos Autóctonos (REDBAG) during the last years for the development and promotion of ex situ conservation of Spanish wild flora is presented. During 2020-2021, REDBAG led the consultancy for the drafting of the "Directrices para la conservación ex situ de la flora silvestre en España" (MITECO, 2024). During 2022-2023, REDBAG has coordinated the "Evaluación del estado de la conservación ex situ de las especies de flora incluidas en el Catálogo Español de Especies Amenazadas (CEEA), en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESRPE) y propuestas de mejora". This study has made it possible, on the one hand, to know the current situation of ex situ conservation of wild vascular flora protected at the state level and, on the other hand, to define the priorities for action of the new Banco Nacional de Germoplasma Forestal y de Flora Silvestre and the Banco de Germoplasma Forestal y de Flora Silvestre en Red, whose creation and operation are established in Real Decreto 159/2022. Furthermore, major information gaps on conserved accessions have been identified, which should be urgently resolved to support well-informed strategic decision-making in the future.*

### Palabras clave / Keywords

Banco de germoplasma, prioridades de conservación  
*Germplasm bank, conservation priorities*

### Introducción y antecedentes

Los bancos de germoplasma especializados en la conservación de plantas silvestres juegan un papel clave y fundamental en las políticas de conservación de la biodiversidad. En función de las necesidades, cada vez es más frecuente que los técnicos e investigadores de los centros de conservación *ex situ* participen activamente en el diseño, desarrollo y ejecución de programas de conservación *in situ*, destinados a que todas las acciones que permitan la preservación de plan-

tas silvestres en sus biotopos y hábitats naturales (Bacchetta *et al.*, 2008).

Aunque la finalidad sea conservar las especies *in situ*, en el medio natural, antes que *ex situ*, en la realidad y en la práctica ambos métodos son necesarios, puesto que, en algunas ocasiones las comunidades pueden llegar a un grado de vulnerabilidad tan elevado o crítico que es necesario reforzar o