

PROGRAMA DE CONSERVACIÓN Y RECUPERACIÓN DE *Boerhavia repens*, ESPECIE EN PELIGRO DE EXTINCIÓN EN LA COMUNITAT VALENCIANA

INTRODUCCIÓN

Boerhavia repens es una especie originaria de África, que se extiende por las áreas templadas y secas del Sur de la Región Mediterránea e Indo-Pacífica. Se distribuye de manera natural desde Marruecos y el Sáhara, hasta Egipto y Palestina. En Europa aparece de manera muy puntual, en Sicilia y SE de España. Para la flora peninsular ibérica, fue dada a conocer por primera vez por Soler (1995)¹ tras su localización en “Serra de les Cel·letes” en el término alicantino de Teulada, y hasta el momento ésta es la única población natural conocida en España. La población siciliana de esta especie se ha venido considerando como probablemente introducida. No existen, sin embargo, indicios que permitan asegurar que su presencia en el NE de Alicante se deba a una introducción humana, y no se han realizado hasta el momento análisis de diversidad genética y filogeografía de la especie, que podrían aclarar el origen y rutas migratorias de la planta hacia Europa. Cabe reseñar que en Teulada la especie convive con *Commicarpus africanus*, con la que está taxonómicamente relacionada y tiene aspecto y comportamiento parecidos, más extendida en el SE ibérico, de la que no parecen existir dudas de su carácter autóctono.



¹ Soler, JXS (2005) “Primera cita de *Boerhavia repens* L. (*Nyctaginaceae*) para la flora ibérica”. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 53 (1): 123 - 125

Se comporta como un ‘hemcriptocaméfito’, ya que pierde su parte aérea en la época de más estrés (invierno), conservando la parte subterránea viva. Se reproduce generalmente mediante polinización cruzada, por lepidópteros. Según la bibliografía, la floración (en su área de distribución natural) comienza en marzo, prolongándose hasta septiembre y la fructificación comienza en mayo prolongándose hasta octubre. No obstante, en la Comunidad Valenciana estos períodos no son coincidentes, y gracias al cultivo de numerosos ejemplares en vivero hemos observado que la floración comienza en abril - mayo y se prolonga hasta agosto-septiembre, siendo la fructificación desde mayo- junio hasta octubre-noviembre.

En el territorio valenciano habita en repisas de roquedos calco-dolomíticos, algo alterados, en zonas cálidas muy expuestas a la radiación solar, dentro del dominio de los carrascales termomediterráneos (código Natura 2000: 8210 “Pendientes rocosas calcícolas con vegetación casmofítica”). Las poblaciones asiáticas y algunas africanas aparecen en zonas arenosas de la costa, donde las plantas florecen y fructifican durante todo el año, siendo ocasional hallar poblaciones en el interior. Ha sido usada tradicionalmente con fines medicinales y alimentarios en India y África.

En el territorio valenciano, en el momento de su descubrimiento, se censó la población en una treintena de individuos, algunos de ellos jóvenes, en los que se observó una elevada producción de semilla. Los trabajos de seguimiento para el Proyecto AFA (Atlas y Libro Rojo de la Flora vascular Amenazada), realizados a comienzos del presente siglo, incrementaron este valor hasta un total de 51 ejemplares, adultos en su mayoría. Sin embargo, los últimos censos realizados detectaron una fuerte reducción poblacional, no encontrándose ejemplares silvestres desde 2015. Así, desde el punto de vista de su estado de conservación a nivel nacional fue evaluada como especie “En Peligro Crítico” en el Atlas y Libro Rojo de la flora vascular amenazada de España según los criterios UICN². A nivel autonómico está incluida en el Catálogo Valenciano de Especies de Flora Amenazadas, en la categoría “En peligro de extinción” (Orden 6/2013, de 25 de marzo).

Aunque las principales amenazas que se venían considerando para esta especie en la Comunidad Valenciana era el reducido número de ejemplares y escaso reclutamiento, en la actualidad creemos que la desaparición de las plantas que constituían la población de Teulada ha sido posiblemente agravada por las escasas precipitaciones, o una conjunción de diferentes factores (véase lo comentado más abajo). Ante este escenario ha sido necesario el diseño de un programa de conservación y recuperación que integrara diferentes medidas urgentes para el mantenimiento de este exclusivo material genético presente en el territorio valenciano, tanto *in situ* como *ex situ*.

En el presente informe se evalúa la situación actual de la especie y se exponen las acciones de conservación y recuperación³ llevadas a cabo por el equipo del Servicio de Vida Silvestre

² * Bañares, Á., G. Blanca, J. Güemes, J.C. Moreno & S. Ortiz, eds. 2004. Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España. Dirección General para la Biodiversidad, Publicaciones del O.A.P.N. Madrid, 1.069 pp.
https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/915_tcm30-99362.pdf

³ Los trabajos de producción de planta para esta especie en la Comunidad Valenciana se realizan

adscrito al CIEF (gracias a la financiación por parte del Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural, FEADER) y los Servicios Territoriales de Alicante, incluyendo técnicos y brigadas Natura 2000.

TRABAJOS REALIZADOS

Los trabajos *in situ* se han centrado en el diagnóstico y situación de la especie en el hábitat natural y acciones de translocaciones para la conservación (plantaciones). Las actividades *ex situ* están encaminadas al análisis y conservación de las semillas, multiplicación y producción de ejemplares mediante su cultivo, creación de colecciones de planta viva para abastecimiento de germoplasma, etc.

Acciones de conservación *in situ*.

Censos de la población

En la Figura 1 se muestran los datos de los censos que se han registrado desde 1994. Hasta 2002 se observa un incremento de ejemplares (hasta 51) pero los censos de los siguientes años muestran un fuerte declive poblacional, con registros que no superan los 13 individuos a partir del año 2005. El último registro de esta población fue de 4 individuos (2012) no ocupando más de 2 m² (Figura 2). En los censos de 2015, 2016, 2017 y 2018 no se ha localizado ningún ejemplar.

Los factores y amenazas que podrían haber marcado el rápido declive y finalmente la pérdida de la única población europea de *Boerhavia repens* podrían ser los siguientes:

- Escaso número de individuos de la población y plantas muy envejecidas. No se tiene constancia de reclutamientos anuales. Solo en 2 ocasiones, de un total de 13 censos, se han contabilizado nuevos ejemplares reclutados, pero con bajos incrementos poblacionales, con 21 ejemplares nuevos (2002) -pero con 8 años de diferencia entre los censos- y otro de 5 ejemplares (2008) con respecto al año anterior del censo.
 - Sequía. Los periodos de sequía prolongados podrían haber reducido el tamaño de la población hasta su total desaparición. La desaparición de la planta apreciable en la figura 1, coincide con la grave sequía del período 2013-2015.
 - Actividad minera cercana dedicada a la extracción de gravas, arenas, arcilla y caolín (ver Figura 3). El polvo generado por la actividad minera se deposita en las superficies foliares de las plantas del entorno. No es descartable que afecte al desarrollo de las plántulas, impidiendo el reclutamiento de ejemplares. Tampoco es descartable que estas actividades podrían haber reducido enclaves potenciales para la expansión y colonización de esta especie dada la proximidad existente con la población.
-

- Competencia. Parece que podría existir cierta competencia con *Commicarpus africanus*, planta de crecimiento muy vigoroso con la que *B. repens* comparte territorio en Teulada. Para comprobar esta hipótesis, este año 2020 se ha iniciado una experiencia en el CIEF en el que se estudiará la posible competencia entre estas dos especies.

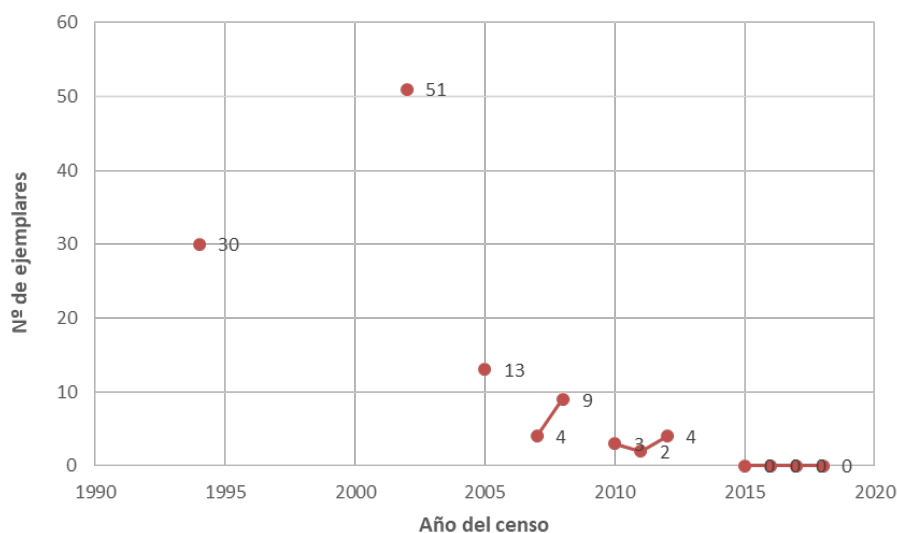


Figura 1. Evolución del número de ejemplares de la única población natural de *Boerhavia repens* en España, presente en Teulada (Alicante) desde 1994 hasta 2019.

Translocaciones

Desde 2011 se han realizado 10 plantaciones para las que se han utilizado un total de 615 plantas producidas en los viveros del CIEF. Estas actuaciones han consistido en un refuerzo poblacional (MRF Serra de Cel-Idetes) y 9 introducciones (ver Tabla 1 y Figuras 4 y 5).

De las 10 translocaciones, en 4 de ellas no han sobrevivido los ejemplares introducidos, en algunos casos debido al ramoneo por conejos. El porcentaje de supervivencia medio de los ejemplares observados en las 10 translocaciones es de $11,8 \pm 11,9$ trascurridos entre 1 y 3 años desde la plantación. La translocación con mayor supervivencia detectada al cabo de un año es la realizada en Bardalet (Elx) con 37,5% (9 ejemplares).

Para futuras experiencias se prevé la realización de sembrados, que hasta el momento no han podido realizarse por la falta de cantidad suficiente de semillas para acometer estos trabajos. En este sentido, la producción de planta parte de una recolección de 14 semillas realizada en la población natural (ver apartado 2.1 Recolección, caracterización y conservación de materiales de reproducción: frutos y semillas), pero la pervivencia de ejemplares en los huertos semilleros permite descartar efectos importantes debidos a la endogamia.



Figura 2. Censando la población natural de *Boerhavia repens* en Teulada (Alicante), en abril de 2005 y detalle de dos ejemplares adultos reproductores. Desde 2012 no se han vuelto a encontrar ejemplares silvestres en esta zona

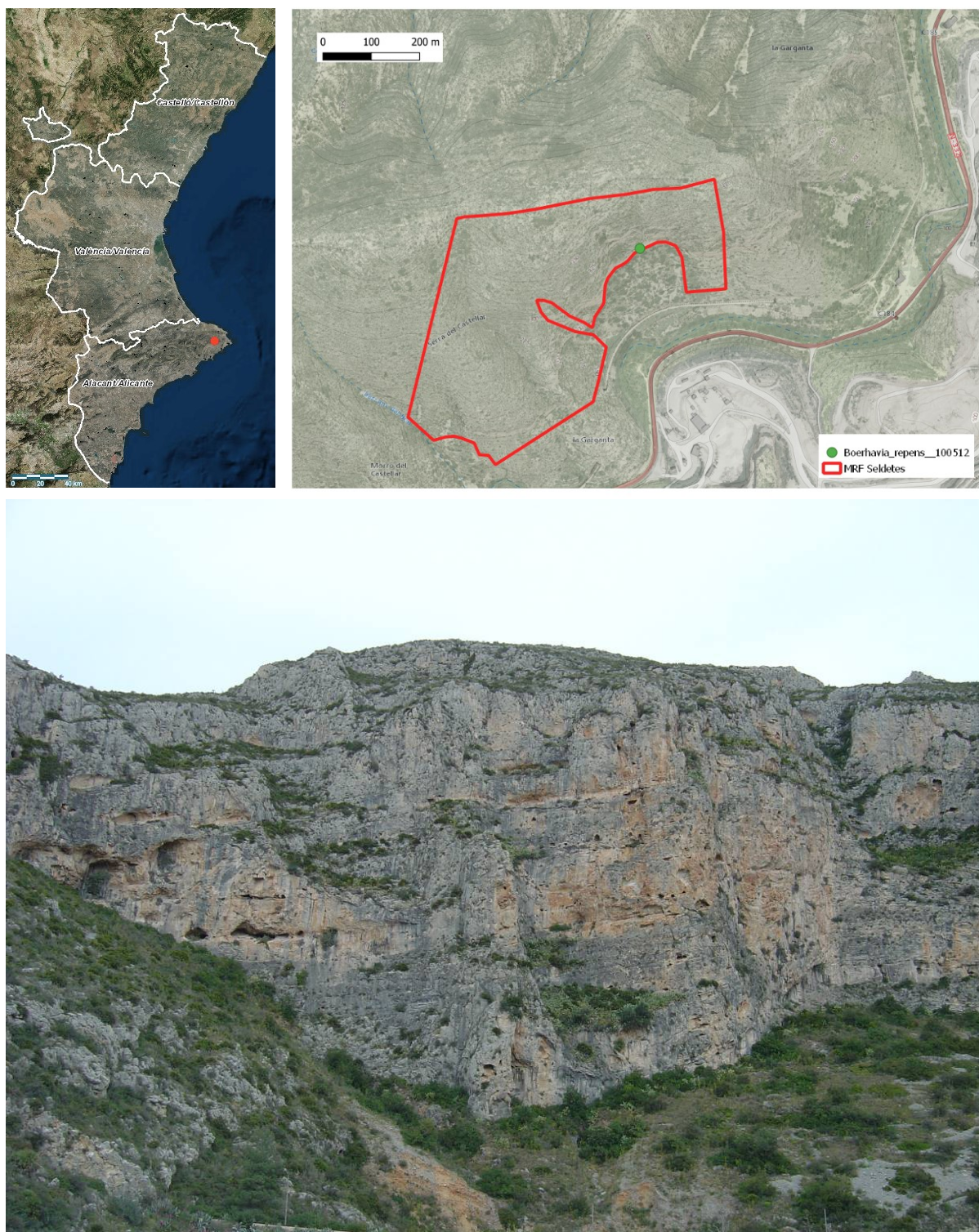


Figura 3. Localización de la población natural de *Boerhavia repens* dentro de la Microrreserva de flora Serra de les Cel·letes (Teulada, Alicante) y panorámica del hábitat en 2012.

Tabla 1. Translocaciones de conservación realizadas con *Boerhavia repens*.

ID_US	Unidad de seguimiento	Año inicio de la restitución	Ejemplares restituidos	Nº ejemplares último censo	Año último censo	Años transcurridos hasta último censo	Supervivencia (%)
455_03	Mallada verda 1, Benissa	2011	21	0	2012	1	0
455_01	La Granadella (La Branca), Xàbia	2016	172	30	2017	1	17,4
455_02	La Granadella (Roabit), Xàbia	2016	103	0	2019	3	0
455_04	Mallada verda 2, Benissa	2016	86	0	2017	1	0
455_05	MRF Cueva Ahumada, Callosa de Segura	2018	48	6	2019	1	12,5
455_06	MRF Peñón de la Lobera, Redován	2018	69	3	2019	1	4,3
455_07	MRF Sierra de Celletes, Teulada	2018	24	3	2019	1	12,5
455_08	Clot, Elx	2018	45	0	2019	1	0
455_09	Bardalet, Elx	2018	24	9	2019	1	37,5
455_10	Cap Nau, Xàbia	2018	23	3	2019	1	13,0
TOTAL			615 plantas restituidas	54 plantas último censo			

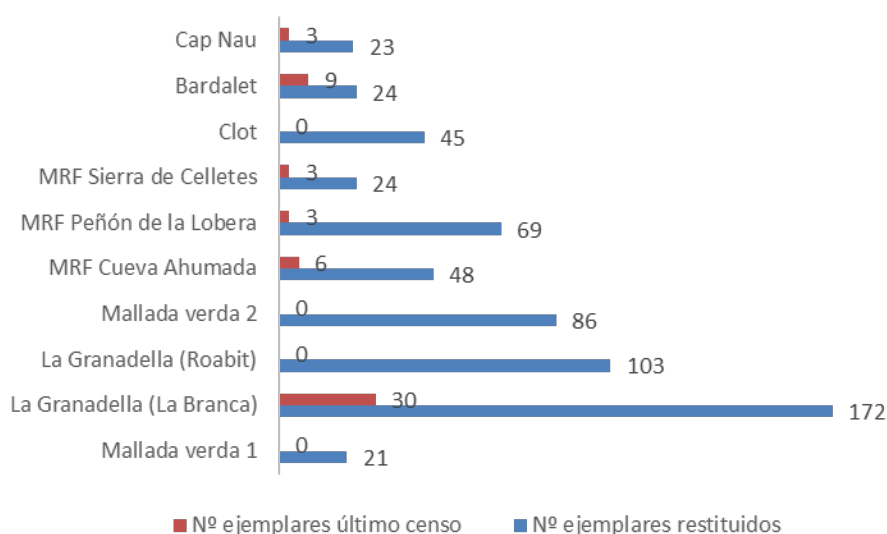


Figura 4. Número de ejemplares plantados en cada translocación de conservación realizadas para *Boerhavia repens* y la supervivencia observada en cada una de las acciones.



Figura 5. Localización de la población natural de *Boerhavia repens* y las translocaciones de conservación realizadas desde 2011 en la Comunidad Valenciana.

Protección del hábitat

La única población valenciana de la especie, motivó la creación de la Microrreserva de Flora (MRF) Serra de Celletes, incluida en la Orden 11/2010 de 26 de mayo, por la que se declaran 11 microrreservas de flora en la provincia de Alicante (DOCV núm. 6286, de 10 de junio de 2010)

La MRF (Figura 3), tiene una extensión de 20 ha, e incluye como acciones fundamentales del plan de gestión, entre otras, el seguimiento de las poblaciones de sus especies prioritarias (*B. repens* y *C. africanus*), el reforzamiento poblacional en caso necesario, y el control de las especies alóctonas invasoras.

Acciones de conservación *ex situ*

Recolección, caracterización y conservación de materiales de reproducción

En dos ocasiones se pudieron recolectar semillas de la población natural. La primera tuvo lugar en 2005, obteniéndose 39 frutos que contenían 14 semillas de 7 ejemplares. En la segunda ocasión se recolectaron 20 semillas (2007). Todo el material del primer lote se empleó para su germinación en ese mismo año, dando lugar a 7 plantas adultas

reproductoras, con las que se inició en 2006 una colección de plantas-madre o huerto-semillero. A partir de ese año, todos los años se han recolectado semillas, lo que ha permitido la obtención de 14 lotes con un total aproximado de 314.536 semillas. Estos lotes están disponibles en la colección activa del CIEF (Figura 8) y se han realizado dos duplicados para su conservación a largo plazo en el Banco de Germoplasma del Jardí Botànic de la Universitat de València. El método de recolección, caracterización, conservación y germinación de las semillas, así como el de cultivo, puede consultarse en el libro “*Manual para la Conservación de Germoplasma y el Cultivo de la Flora Valenciana Amenazada*” editado por el Servicio de Vida Silvestre y disponible en Internet⁴.

Las recolecciones de semillas se realizan durante los meses de junio y octubre. Este proceso es dificultoso debido a que los frutos son muy pegajosos a causa de la existencia de glándulas que rodean al fruto, y además se recubren de mucílago cuando entran en contacto con el agua, lo que añade más dificultad a la recolección. Las semillas se recolectan manualmente de las plantas, pero una gran parte se cosechan una vez se han desprendido de la planta madre. En este punto, en lo que respecta a la recolección, y ante la sospecha de que las semillas pudieran perder viabilidad al desprenderse de la planta y ser hidratadas con el riego, se han realizado algunas experiencias durante 2019 para contrastar algunas hipótesis.

Estas experiencias han consistido en el estudio de la viabilidad y la capacidad germinativa de las semillas mediante el test de tetrazolio y pruebas de germinación (Figura 6), utilizando los protocolos óptimos ya descritos para la especie. Para los análisis se utilizaron frutos y semillas recolectadas en el mismo año, diferenciando entre material recolectado directamente de la planta y del suelo. Se realizaron 4 réplicas de 25 semillas o frutos por cada test. Los resultados se muestran en la Tabla 2 y Figura 7.

Tabla 2. Resultados en los test de viabilidad (test de tetrazolio) y de germinación en semillas y frutos de *Boerhavia repens* recolectados en 2018 de la planta y del suelo.

Material de reproducción utilizado		Viabilidad (%) (X ± S.D.)	Germinación (%) (X ± S.D.)	Capacidad germinativa (%) (X ± S.D.)	Semillas muertas (%)	Semillas frescas (%)
Recolección de la planta	Semillas	93,7 ± 8,8	89 ± 6	100 ± 0	0	11
	Frutos	-	8 ± 5,6	96 ± 4,6	6	86
Recolección del suelo	Semillas	62,5 ± 17,6	25 ± 8,87	97 ± 3,8	4	71
	Frutos	-	0 ± 0	90 ± 6,9	10	90

⁴ <http://www.agroambient.gva.es/es/web/biodiversidad/manual-para-la-conservacion-de-germoplasma-y-el-cultivo-de-la-flora-valenciana-amenazada>



Figura 6. Arriba: caracterización de frutos (izquierda y centro) y semillas (derecha) de *Boerhavia repens*. Centro: test de germinación de semillas (izquierda) y de frutos (derecha). Abajo: criterios de evaluación para el test de viabilidad utilizando la tinción con tetrazolio, semilla no teñida, embrión no viable (izquierda), semilla con tinción parcial, embrión no viable (centro) y semilla viable totalmente teñida (derecha).

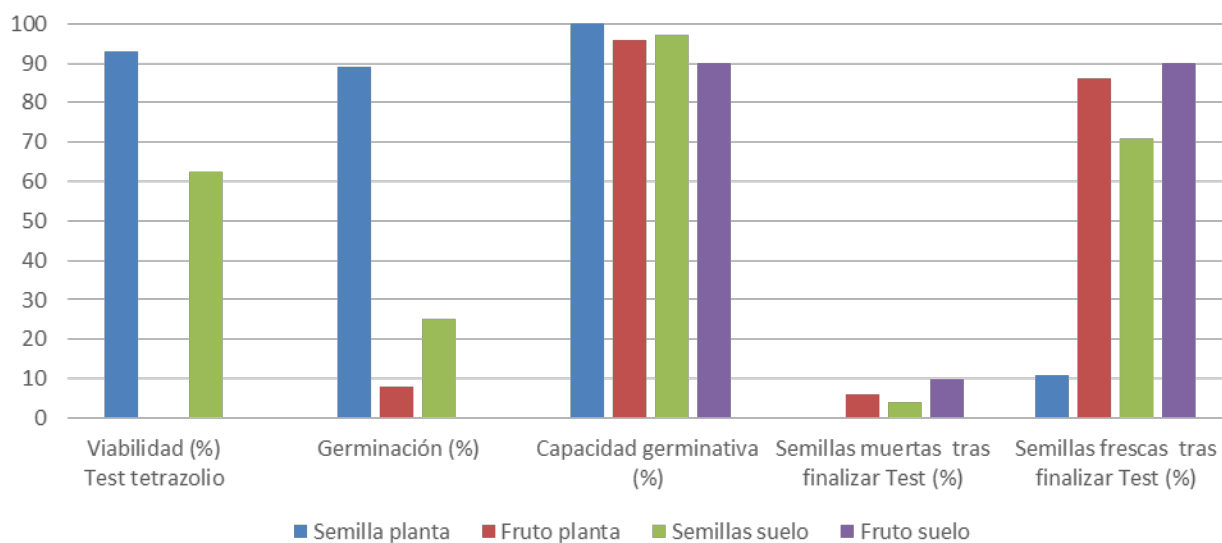


Figura 7. Resultados en las pruebas de viabilidad (test de tetrazolio) y de germinación en semillas y frutos de *Boerhavia repens* recolectados en 2018 de la planta y del suelo.

Existen diferencias en los porcentajes de germinación final según el momento y las condiciones de recolección de los frutos. El material que se recolectó directamente de la planta muestra germinaciones mayores (89%) al material recolectado cuando los frutos han caído al suelo (25%). Sin embargo, no se observan diferencias significativas en la capacidad germinativa entre ambos tipos de semillas, siendo en ambos casos muy próximos al 100% (véase Tabla 2).

Por otra parte, los test de viabilidad a través de la prueba de tetrazolio confirman que hay un porcentaje de semillas del suelo que no están muertas, ni vacías, ni malformadas, por lo que se podría inferir que son viables y que podrían germinar si tuviesen las condiciones adecuadas, aunque el porcentaje de viabilidad observado (62,5%) es inferior al encontrado en las semillas recolectadas directamente de la planta (93,7%). En este sentido, puede interpretarse que sí existe una pérdida de viabilidad cuando los frutos caen al suelo y son recolectados días después desde su dispersión. Por otra parte, el hecho de que las semillas recolectadas del suelo no hayan germinado en el test de germinación podría deberse a la activación de mecanismos de letargo o dormiciones en las semillas. También existe la opción, a comprobar en el futuro, de que los frutos que contienen semillas no viables tengan una senescencia y dehiscencia más rápida, cayendo al suelo tempranamente y presentando allí mayor proporción que las viables.

El empleo de frutos en lugar de semillas en los test de germinación revela un retraso importante en el inicio de la germinación y en el porcentaje final de germinación transcurridos 45 días, pero no la imposibilita. Las semillas sin epicarpio germinan más rápido (89% en 8 días) que las que se encuentran en el interior de los epicarpios (20% en 45 días). Tras la prueba de corte realizada a los frutos, una vez dado por finalizado el test de germinación, se observa que las semillas contenidas en ellos, en una gran proporción, son

viables (86%), otra observación más que documenta que las cubiertas son mecanismos de inhibición de la germinación, encontrándose un pequeño porcentaje de frutos con semillas muertas (6%) y no encontrándose frutos vacíos.

Producción de planta

Desde 2006 se mantiene en el CIEF una colección de planta viva que cuenta con aproximadamente 65 ejemplares/año. En la figura 9 se muestra la cantidad de semillas que se han recolectado de este huerto semillero.

Durante 2018 y 2019 se ha estudiado la supervivencia de las plántulas tras el repicado de las semillas germinadas en sustrato y en condiciones controladas de invernadero. Se han comparado los resultados de los repicados realizados en invierno, con semillas pre-germinadas durante los meses de noviembre y diciembre, y los realizados en primavera, entre marzo y abril.

Se ha observado una mortalidad en las plántulas en las primeras fases del desarrollo independientemente de si las germinaciones ocurren en invierno o primavera, siendo la mortalidad de 66,9% y 65,3%, respectivamente (Tabla 3). Transcurrida esta primera etapa de desarrollo, cuando las germinaciones sucedieron en primavera, las plántulas que superaron esta fase, sobrevivieron en un 90% y consiguieron pasar a la fase adulta reproductora. Sin embargo, las plántulas que germinaron en noviembre sufrieron de una mortalidad del 82,3%. En ambos casos las plantas que superaron la fase juvenil llegaron a adultas en el 100% de los casos. El 80% de los ejemplares adultos reproductores rebrota al año siguiente al inicio de la primavera, durante el mes de marzo, el resto muere.

Estos datos son de especial interés, ya que a pesar del óptimo africano de distribución de la especie, ésta no exhibe el patrón fenológico habitual de los arbustos íbero-norteafricanos, que son caducifolio-estivales (p. ej., *Withania frutescens*, *Lycium intricatum*, *Asparagus albus*), y germinan y emiten sus hojas en el otoño. Al germinar y rebrotar preferentemente en primavera, *B. repens* demuestra una mayor termicidad -el reclutamiento es más efectivo en la época de aumento de la temperatura- y una mayor dependencia de las precipitaciones primaverales, lo que a su vez ayuda a explicar que la planta haya podido sobrevivir en el N de Alicante. Por el contrario, hacia el S de la provincia, aunque los inviernos sean menos crudos, la mayor escasez de precipitaciones primaverales actuaría en contra de la instalación de la especie.

Tabla 3. Resultados en la supervivencia de las semillas pre-germinadas trascurridos 1,3 y 6 meses tras su repicado en contenedores de cultivo.

Periodo de germinación y repicado	Nº semillas pre germinadas repicadas	Trascurrido 1 mes (fase plántula)		Trascurrido 3 meses (fase juvenil)			Trascurrido 6 meses (fase adulto)		
		Nº plántulas desarrolladas	Mortalidad (%)	Nº plántulas desarrolladas	Mortalidad (%)	Supervivencia respecto a fase plántula (%)	Nº plantas desarrolladas	Mortalidad (%)	Supervivencia respecto a fase juvenil (%)
Primavera	346	120	65,3	108	68,7	90,0	108	0	100
Invierno	130	43	66,9	23	82,3	53,4	23	0	100

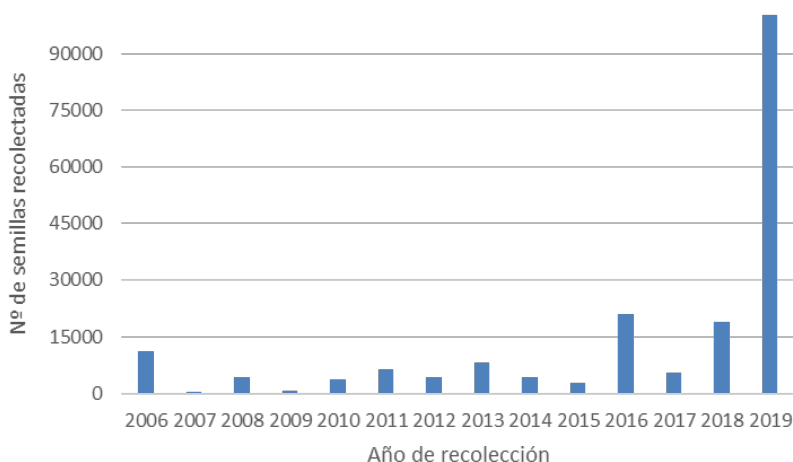


Figura 8. Cantidad de semillas recolectadas por año de *Boerhavia repens* procedentes de la colección de plantas mantenida en las instalaciones del CIEF.

REPERCUSIONES DE LOS RESULTADOS PARA TRABAJOS FUTUROS

Boerhavia repens es una especie que se habría extinguido en la Comunidad Valenciana de no haber realizado las acciones comentadas. No obstante, lo indicado sobre la pervivencia de las semillas y su capacidad reproductiva aconseja seguir revisando periódicamente la población de Teulada por si se sucedieran germinaciones. En el caso de plantearse nuevos intentos de reforzar esta población, sería recomendable abordar dos acciones:

- Realizar experiencias de seguimiento de la hipotética competencia ejercida por *Commicarpus africanus*. En caso necesario, podría plantearse en el futuro el manejo de dicha especie.
- Realizar experiencias de sembrado en lugar de plantas en contenedores de cultivo.

La diversidad de hábitats, y en especial la dualidad entre su comportamiento ibérico y norteafricano, permite recomendar que se desarrollen experiencias adicionales de traslocaciones de conservación en hábitats más favorables, como podrían ser los de tipo dunar o acantilados terrosos costeros con orientación favorable.

CONCLUSIONES

- Desde 2012 no se ha vuelto a encontrar ejemplares vivos silvestres en la población natural de *Boerhavia repens* de Teulada. El último registro de esta población fue de 4 individuos (2012) no ocupando más de 2 m².
- Los factores y amenazas que podrían haber marcado el rápido declive y finalmente la pérdida de la única población de *Boerhavia repens* podrían ser: escaso número de

individuos, envejecimiento de las plantas y ausencia de reclutamiento, actividad minera cercana, competencia con otras especies de flora próxima (*Commicarpus africanus*) y periodos largo de sequía.

- Desde 2011 se han realizado 10 translocaciones de conservación para las que se han utilizado un total de 615 plantas. Éstas han consistido en un refuerzo poblacional (MRF Serra de Cel·letes) y 9 introducciones.
- El porcentaje de supervivencia medio de los ejemplares observados en las 10 translocaciones es de $11,8 \pm 11,9$ trascurridos entre 1 y 3 años desde la plantación. La translocación con mayor supervivencia detectada al cabo de un año es la realizada en Bardalet (Elx) con 37,5% (9 ejemplares). Consideramos que ha transcurrido poco tiempo para poder evaluar el éxito de estos trabajos, pero sin duda es necesario un incremento de las plantaciones en un mayor número de sitios y con un mayor número de plantas, además de realizar experiencias de sembrado.
- Desde 2006 se mantiene en el CIEF una colección de planta viva que cuenta con aproximadamente 65 ejemplares/año.
- Se conservan 15 lotes de semillas (1 recolectado de la población natural y el resto procedentes de la colección de planta viva) con aproximadamente de 310,000 semillas.
- Las semillas pierden viabilidad (37,5%) si los frutos no son recolectados directamente de la planta.
- Las cubiertas de los frutos (epicarpio) retardan la germinación y en un porcentaje alto (próximos al 90%) la inhiben. Esto podría deberse a la activación de mecanismos de letargo y dormiciones morfológicas en las semillas al dispersarse los frutos.
- Se ha observado una alta mortalidad en las plántulas en las primeras fases del desarrollo (entre un 65 y 67%). Transcurrido esta primera etapa, si las germinaciones suceden en primavera, el 90% de las plántulas pasan a una fase juvenil y el 100% de los juveniles a adultos reproductores. El 80% de los ejemplares adultos reproductores rebrota al año siguiente al inicio de la primavera (marzo), el resto muere. Si las germinaciones suceden en invierno un alto porcentaje de plántulas y de juveniles mueren y pocos llegan alcanzar la etapa de adulto reproductor.
- Los resultados obtenidos hasta ahora aconsejan continuar las translocaciones, tanto mediante reforzamientos de la población de Teulada como en otras localidades, diversificando los hábitats, visto que las preferencias ecológicas de la planta en otras zonas de su distribución mundial puede indicar otros enclaves óptimos.

Servicio de Vida Silvestre

Mayo 2020