

Brotación y crecimiento de *Borreria spinosa* y *Borreria eryngioides*

Sprouting and growth of *Borreria spinosa* and *Borreria eryngioides*

Cabrera, D.C.; Aguilar, E.A.; Digonzelli, P.A.

Facultad de Agronomía, Zootecnia y Veterinaria de la Universidad Nacional de Tucumán
debora.cabrera@faz.unt.edu.ar

Citar como: Cabrera et al. (2026)
Brotación y crecimiento de
Borreria spinosa y *Borreria eryngioides*
en *Malezas* 15, 41-54



RESUMEN

Las malezas perennes representan un desafío en los sistemas agrícolas por su capacidad de regeneración frente a disturbios y controles deficientes. Especies del género *Borreria* son persistentes en el noroeste argentino, aunque difieren en sus estrategias reproductivas. El objetivo de este trabajo fue evaluar la brotación de estructuras subterráneas de propagación y analizar el crecimiento aéreo y de las estructuras subterráneas de *Borreria spinosa* y *Borreria eryngioides* originadas a partir de propagación sexual y vegetativa. Los ensayos de brotación se realizaron con estructuras subterráneas extraídas en dos fechas y sometidas a temperaturas

constantes y alternas. Se evaluó el porcentaje de brotación según sus diferentes secciones. A partir de plantas originadas de semillas y de las secciones de mayor porcentaje de brotación de estructuras subterráneas se estudió el crecimiento. Los resultados evidenciaron estrategias contrastantes entre especies. *B. spinosa* presentó una brotación elevada y estable, con valores mayores en secciones jóvenes y ramificadas, y un crecimiento más acelerado y eficiente para plantas provenientes de estructuras subterráneas que de semillas. En *B. eryngioides*, la brotación dependió de la fecha de extracción y no hubo establecimiento de plantas a partir de las estructuras subterráneas, lo que sugiere un rol secundario de la propagación vegetativa. Estos resultados contribuyen a comprender la dinámica poblacional de ambas especies y a optimizar su manejo en sistemas agrícolas del noroeste argentino.

Palabras clave: propagación vegetativa, malezas perennes, estructuras subterráneas, biomasa.

SUMMARY

Perennial weeds represent a challenge in agricultural systems due to their ability to regenerate in response to disturbances and incomplete control. *Borreria* sp. are persistent in northwest Argentina, although they differ in their reproductive strategies. The objective of this study was to evaluate the sprouting of underground propagation structures and analyze the aerial and underground growth of *Borreria spinosa* and *Borreria eryngioides* originating from sexual and vegetative propagation. Sprouting assays were conducted using underground propagation structures collected on two different dates and subjected to constant and alternating temperature regimes. Sprouting percentage was evaluated according to the different sections of the structure. Growth was evaluated in plants originating from seeds and from the sections of underground propagation structures with the highest sprouting percentage. The results revealed contrasting strategies between species. *B. spinosa* showed high and stable sprouting, with greater values in young and branched sections, as well as faster and more efficient growth in plants originating from underground structures than from seeds. In *B. eryngioides*, sprouting depended on the extraction date, and no plant establishment was observed from underground structures, suggesting a secondary role of vegetative propagation. These results help to understand the population dynamics of both species and to optimize their management in agricultural systems in northwest Argentina.

Keywords: vegetative propagation, perennial weeds, underground structures, biomass.

INTRODUCCIÓN

Las malezas perennes constituyen uno de los principales desafíos para los sistemas agrícolas extensivos debido a su elevada capacidad de persistencia, su plasticidad ecológica y la presencia de estructuras subterráneas que les permiten regenerarse luego de disturbios mecánicos o químicos (Bazzaz *et al.*, 1996; Nishimoto, 2001; Pearcy *et al.*, 2005; Klimešová & Klimeš, 2007). Las especies del género *Borreria* (Rubiaceae) han adquirido relevancia creciente en los sistemas productivos de la Argentina, particularmente en regiones con predominio de cultivos estivales. *Borreria spinosa* Cham. & Schltdl. ex DC. y *Borreria eryngioides* Cham. & Schltdl. var. *eryngioides* se destacan por la persistencia en los lotes, la tolerancia a prácticas de control habituales y la capacidad de interferencia con los cultivos, por ello se las considera malezas problemáticas (Villamil, 2016; Cabrera & de la Vega, 2018). No obstante, ambas especies presentan diferencias morfológicas y funcionales que podrían traducirse en estrategias adaptativas contrastantes.

En relación con sus estrategias reproductivas, Villamil (2016) señala que *B. spinosa* se propaga por semillas. En el caso de *B. eryngioides*, la bibliografía disponible no permite establecer con claridad la existencia de otras formas de propagación además de la reproducción sexual, sin embargo, se cita a la especie como perenne (Cabrera & Villagran, 2018).

La propagación vegetativa mediante estructuras subterráneas constituye un rasgo central en numerosas especies perennes, que favorece la regeneración de nuevos individuos y contribuye a la persistencia (Nishimoto, 2001). En este sentido, la presencia de bancos de yemas en los órganos subterráneos determina en gran medida la capacidad de rebrote y la respuesta frente a disturbios, en función de la cantidad, posición y estado fisiológico de las yemas (Klimešová &

Klimeš, 2007). Entre estas estructuras, el xilopodio definido como una estructura subterránea leñosa y engrosada, de origen caulinar y/o radicular, actúa como órgano de reserva y regeneración. Se caracteriza por su consistencia rígida y su elevada capacidad gemífera, permitiendo la emisión de nuevos brotes luego del daño o pérdida de la parte aérea (Marzocca, 1976). En especies sudamericanas de la familia Rubiaceae, el xilopodio ha sido descrito como una estructura basal de la cual emergen múltiples ramificaciones aéreas, asociada al hábito sufruticoso y perenne y vinculada a una elevada capacidad de rebrote y persistencia interanual, especialmente en ambientes restrictivos (Cabral, 1993). En particular, se ha señalado que para *B. spinosa* el xilopodio corresponde a una estructura subterránea leñosa y engrosada, asociada al sistema radical, con elevada capacidad gemífera y función de reserva y regeneración. Según Marzocca (1976), se encuentra vinculado a raíces tuberosas y protegido por estructuras capaces de emitir nuevos brotes y ramificaciones aéreas.

Por otra parte, el crecimiento y desarrollo de las plantas, tanto a partir de semillas como de estructuras asexuales, puede diferir sustancialmente en términos de velocidad de crecimiento y patrón de crecimiento aéreo y subterráneo (Bazzaz *et al.*, 1996; Pearcy *et al.*, 2005). Asimismo, la activación de yemas no garantiza el establecimiento de plantas funcionales, ya que el crecimiento posterior puede estar limitado por factores ambientales y fisiológicos, incluyendo mecanismos de regulación del crecimiento y, en aquellas especies que los presentan, procesos asociados a la dormición y al balance hormonal (Baskin & Baskin, 1990; Nishimoto, 2001; Zhang *et al.*, 2012). Estas diferencias pueden tener implicancias directas sobre la competitividad de las especies y su respuesta a las prácticas de control.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la brotación de estructuras subterráneas de propagación de *B. spinosa* y *B. eryngioides* en función de la fecha de extracción del material, el régimen térmico y sus diferentes secciones, así como analizar el crecimiento aéreo y de las estructuras subterráneas de ambas especies a partir de su propagación sexual y vegetativa, bajo condiciones semicontroladas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Brotación de estructuras subterráneas de *Borreria spinosa* y *Borreria eryngioides*

En Burruyacu, Tucumán, en campos dedicados principalmente al cultivo de maíz, soja y trigo, se extrajeron estructuras subterráneas de *Borreria spinosa* (26°39'28"S, 64°42'37"W) y *Borreria eryngioides* (26°37'13"S, 64°41'54"W).

El experimento se condujo con un diseño de parcelas divididas completamente aleatorizado, con tres repeticiones. Se consideraron como factores las fechas de extracción (25/03/2022 y 08/06/2022), las especies (*Borreria spinosa* y *Borreria eryngioides*), los regímenes térmicos (temperaturas constantes y alternadas) y las secciones de las estructuras subterráneas (cuello, C; principal, P; terminal, T).

El material recolectado fue trasladado al laboratorio, para su desinfección y acondicionamiento. Para realizar una primera comparación entre especies, inicialmente se analizaron únicamente las secciones que presentaban en común ambas especies (C, P, T). Posteriormente, y dado que *B. spinosa* presentó un mayor grado de ramificación de las estructuras subterráneas, se realizó un segundo experimento donde además de C; P y T se consideraron las secciones ramificación secundaria fina (RSF) y ramificación secundaria gruesa (RSG) (Figura 1). Las unidades experimentales estuvieron constituidas por 10 fragmentos de igual longitud (5 cm) de cada sección. Cada grupo fue acondicionado en cajas plásticas con tapa (15 × 10 × 10 cm), utilizando algodón y papel como sustrato, y se mantuvieron húmedos mediante la adición de agua destilada. Las cajas estuvieron en oscuridad permanente, dispuestas en cámaras de germinación a temperaturas constantes de 30 °C y alternas de 30/20 °C.

Se registró el número de secciones brotadas y se calculó el porcentaje de brotación. Los datos fueron analizados mediante análisis de la varianza (ANOVA) y, cuando se detectaron diferencias significativas las medias se analizaron mediante el test DGC (Di Rienzo *et al.*, 2002), con un nivel de significancia de $P \leq 0,05$.

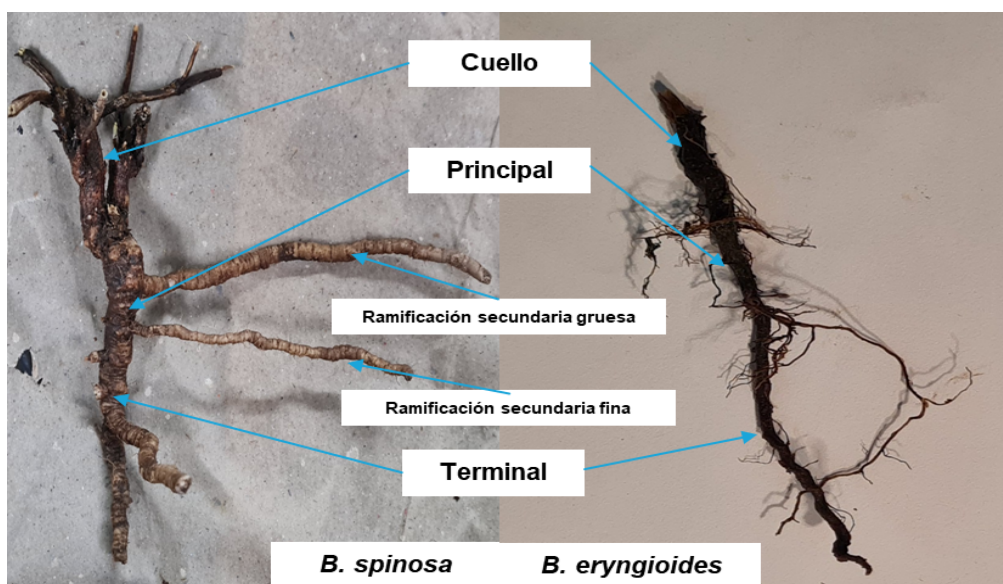


Figura 1. Secciones de estructuras subterráneas de *B. spinosa* y *B. eryngioides*

Crecimiento aéreo y subterráneo de plantas de *B. spinosa* y *B. eryngioides* de origen sexual y asexual.

En la localidad de Burruyacu, en diciembre de 2022 se cosecharon las semillas y la sección terminal de las estructuras subterráneas de *B. spinosa* y *B. eryngioides*. Las semillas se acondicionaron y sembraron en condiciones controladas en cajas de petri con 3 capas de papel de filtro humedecidas con 4 ml de agua destilada. A los 14 DDS (19/12/22) se trasplantaron las plántulas a 60 macetas de 10 litros por especie, llenas con sustrato y perlita en proporción 2:1 y se llevaron a condiciones semi controladas (bajo media sombra). Se realizaron un total de siete lecturas cada 14 días cubriendo un periodo de 99 días.

Simultáneamente, se limpiaron y seccionaron los T de ambas especies y luego se colocaron en macetas de 10 litros que contenían una mezcla de sustrato y perlita en una proporción de 2:1. Se plantaron siguiendo el mismo patrón que la siembra de semillas. Se llevaron a cabo las siguientes mediciones: longitud total de la planta (cm), medida desde el extremo de la raíz más larga hasta el ápice del brote principal; longitud aérea (cm), medida desde la superficie del sustrato hasta el ápice del brote principal; y longitud de las estructuras subterráneas (cm), medida desde la base del cuello hasta el extremo de la raíz más larga; biomasa fresca total por planta (gr planta^{-1}); biomasa fresca subterránea (gr planta^{-1}); biomasa fresca aérea (gr planta^{-1}) y biomasa subterránea/ biomasa aérea (BS/BA). Cada especie y variable fue analizada por separado. Los datos se analizaron con modelos lineales generales. Las diferencias entre las medias se evaluaron mediante el test DGC ($P < 0,05$) (Di Rienzo *et al.*, 2002). Todas las determinaciones realizadas fueron con respecto a la acumulación de grados térmicos (GDD). El cálculo de los GDD se realizó mediante el método propuesto por Leblanc *et al.* (2003). La temperatura base asumida fue 12 °C.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Brotación de las estructuras subterráneas de *B. spinosa* y *B. eryngioides* en diferentes fechas y regímenes térmicos

La brotación de las estructuras subterráneas de ambas especies respondió diferencialmente según la especie, la fecha de extracción y el régimen térmico, siendo significativa la interacción Especie-Fecha-Régimen térmico ($P=0,02$). *B. spinosa* presentó porcentajes de brotación elevados y relativamente estables entre fechas y temperaturas, sin diferencias significativas entre la mayoría de las combinaciones evaluadas. En contraste, *B. eryngioides* mostró una marcada dependencia de la fecha de extracción, registrando valores bajos de brotación en abril (9 y

10 % para 30/20 y 30/30 °C, respectivamente) y valores significativamente superiores en julio, particularmente bajo 30/20 °C (67 %). La mayor brotación del ensayo se observó en *B. spinosa* extraída en julio y evaluada a 30/30 °C (85 %) (Figura 2).

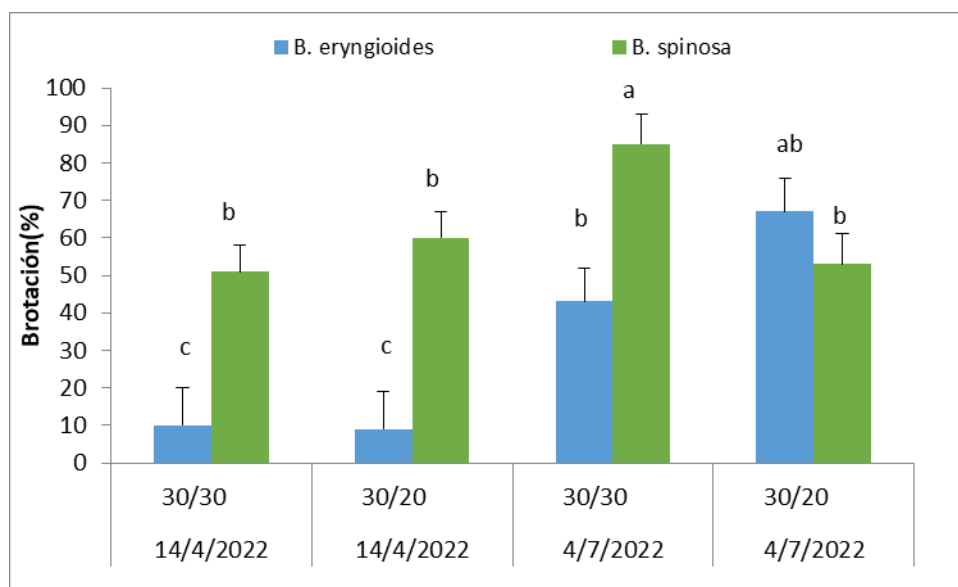


Figura 2. Porcentaje de brotación de las estructuras subterráneas de *B. eryngioides* y *B. spinosa* según las diferentes fechas y regímenes térmicos. Letras distintas indican diferencias significativas entre combinaciones Especie × Fecha × Temperatura, según test DGC ($p < 0,05$).

Porcentaje de brotación de las diferentes secciones

La interacción Especie-Sección no fue significativa ($P=0,8$). Los valores expresados en la figura son para ambas especies. T presentó un 80 % de brotación y fue significativamente superior a P (48 %). Por último, C registró un 32 % y fue significativamente inferior al resto (Figura 3). Ambas especies presentaron un porcentaje de brotación mayor para T, y menor para C.

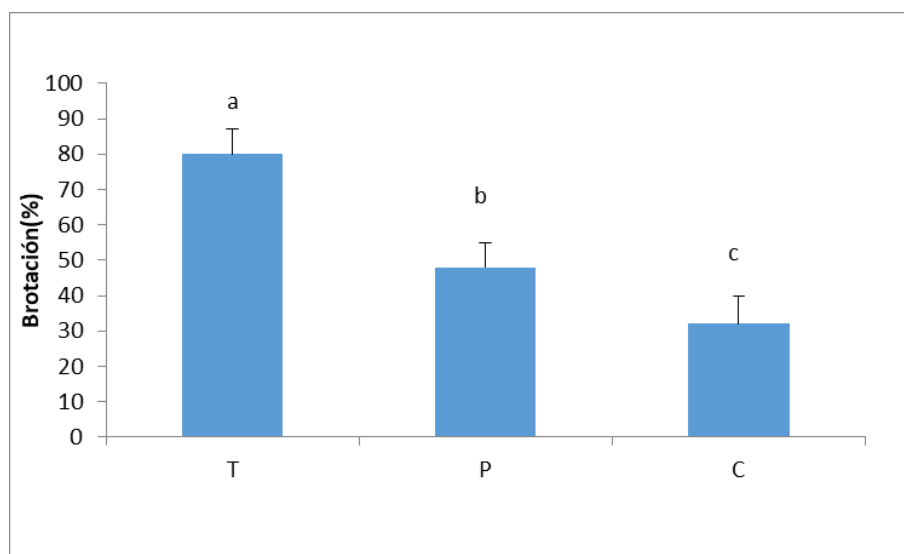


Figura 3. Porcentaje de brotación de la sección terminal (T) principal (P) y cuello (C) para *Borreria eryngioides* y *Borreria spinosa*. Letras distintas indican diferencias significativas según test DGC ($p < 0,05$).

Brotación de las diferentes secciones de las estructuras subterráneas de *B. spinosa* para ambas fechas

La interacción Fecha-Sección no fue significativa ($P=0,25$). Los valores expresados en la figura son para ambas fechas. Las ramificaciones y la porción distal de las estructuras subterráneas registraron porcentajes de brotación significativamente superiores (RSG: 87 %; RSF: 82 %; T: 82 %) a P (62 %) y C (44 %) (Figura 4).

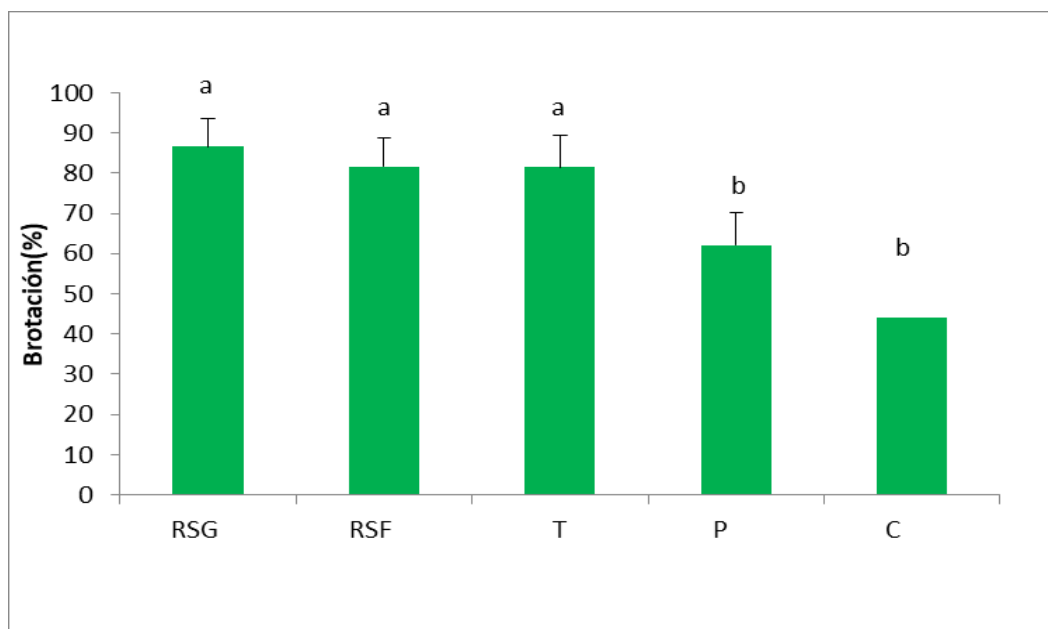


Figura 4. Porcentaje de brotación de las secciones ramificación secundaria fina (RSF), ramificación secundaria gruesa (RSG), terminal (T) principal (P) y cuello (C) de *Borreria spinosa* según las diferentes secciones para ambas fechas. Letras distintas indican diferencias significativas según test DGC ($p<0,05$)

Los ensayos de brotación evidenciaron respuestas contrastantes entre *B. spinosa* y *B. eryngioides*, determinadas principalmente por la época de extracción del material, los regímenes térmicos y la sección evaluada. Estos factores han sido ampliamente señalados como determinantes en la activación de yemas y la ruptura de la dormición en especies perennes con órganos subterráneos de propagación, procesos regulados tanto por condiciones ambientales como por mecanismos fisiológicos internos (Baskin & Baskin, 1990; Hossain *et al.*, 1995; Nishimoto, 2001; Klimešová & Klimeš, 2007; Verdecia *et al.*, 2009; Zhang *et al.*, 2012).

En relación con la época de extracción, los datos climáticos provistos por la EEAOC para Burruyacu confirmaron que las estructuras subterráneas estuvieron expuestas a condiciones térmicas contrastantes entre las fechas evaluadas, con temperaturas medias mensuales de 27,1 °C en marzo y 11,7 °C en junio. Dado que ambas especies presentan un ciclo primavera-estival, con mayor actividad en condiciones cálidas (Villamil, 2016; Cabrera & de la Vega, 2018), estas diferencias térmicas podrían actuar como un factor limitante para la brotación según la época del año. En este contexto, *B. eryngioides* mostró una respuesta más asociada a la fecha de extracción, evidenciando una mayor sensibilidad a las condiciones ambientales previas a la extracción. Este comportamiento sugiere que la activación de yemas y la brotación de sus estructuras subterráneas podrían estar fuertemente influenciadas por la historia térmica y el estado fisiológico previo del material vegetal (Baskin & Baskin, 1990; Nishimoto, 2001). En contraste *B. spinosa* mantuvo una respuesta de brotación más estable entre fechas y regímenes térmicos, lo que indicaría una mayor plasticidad fisiológica y capacidad regenerativa frente a diferentes condiciones ambientales.

El análisis de la brotación por secciones de las estructuras subterráneas puso en evidencia una mayor capacidad regenerativa de las porciones más jóvenes y ramificadas. Este patrón es con-

sistente con procesos de dominancia apical y distribución diferencial de yemas, ampliamente documentados en especies perennes con órganos subterráneos de reserva (Ríos *et al.*, 1990; Chacón *et al.*, 1995; Nishimoto, 2001; Percy *et al.*, 2005; Klimešová & Klimeš, 2007). En concordancia con estos antecedentes, el fraccionamiento de las estructuras subterráneas habría favorecido la ruptura de la dominancia apical ejercida por los tejidos en activo crecimiento, promoviendo una mayor activación de yemas latentes (Nishimoto, 2001; Klimešová & Klimeš, 2007).

En el caso particular de *B. spinosa*, la presencia de estructuras subterráneas más desarrolladas y con mayor grado de ramificación permitió profundizar el análisis mediante la evaluación de secciones adicionales. Los mayores porcentajes de brotación observados en las ramificaciones, especialmente en aquellas constituidas por tejidos más tiernos y con mayor número de yemas, refuerzan la idea de que la estructura y el grado de desarrollo del órgano subterráneo influyen de manera directa sobre su capacidad de regeneración vegetativa (Klimešová & Klimeš, 2007; Ott *et al.*, 2019). Asimismo, estos resultados evidencian que la presencia de yemas, sin considerar su ubicación, no garantiza una respuesta homogénea, sino que su activación depende de su estado fisiológico, lo que puede generar variabilidad en la respuesta regenerativa incluso dentro de un mismo órgano (Zhang *et al.*, 2012).

La propagación vegetativa constituye un mecanismo relevante de persistencia en *B. spinosa*, favoreciendo su capacidad de rebrote, mientras que en *B. eryngioides* esta respuesta resulta más limitada y dependiente de las condiciones ambientales. Desde el manejo, estas diferencias sugieren respuestas contrastantes al disturbio mecánico. En *B. eryngioides*, el troceado de las estructuras subterráneas sería más conveniente en otoño, cuando las yemas, podrían encontrarse en un estado fisiológico menos favorable para su activación inmediata, probablemente asociado a las condiciones térmicas previas, lo que contribuiría a reducir el riesgo de rebrote y favorecer la degradación del material vegetativo. En contraste, en *B. spinosa* el troceado podría estimular la brotación al activar yemas latentes tras la ruptura de la dominancia apical, por lo que esta práctica debería complementarse con control químico.

Crecimiento aéreo y de las estructuras subterráneas de *B. spinosa* y *B. eryngioides* de origen sexual y asexual.

Se establecieron plantas a partir de semillas para las dos especies, mientras que en el caso de *B. eryngioides* no se pudo establecer plantas a partir de las estructuras subterráneas, a pesar que las mismas brotaron.

***B. spinosa* proveniente de semillas**

Crecimiento en longitud

El crecimiento de *B. spinosa* proveniente de semillas se inició a los 21 días después del trasplante (DDT) (423 GDDA) y fue, en general, lento y discontinuo. La longitud aérea presentó incrementos significativos en tres evaluaciones, alcanzando un máximo de 9,8 cm a los 65 DDT. Las estructuras subterráneas mostraron un crecimiento inicial superior al aéreo, con incrementos significativos tempranos, pero sin aumentos posteriores relevantes, estabilizándose antes que la parte aérea y alcanzando una longitud máxima 8,6 cm a los 51 DDT. La longitud total alcanzó el valor máximo de 18,2 cm a los 65 DDT (Figura 5).

Durante todo el período de evaluación no se observó la formación de estructuras subterráneas similares a las extraídas en campo.

***B. spinosa* presentó una elevada capacidad de brotación, confirmando la importancia de su xilopodio en la persistencia de la especie. En contraste, en *B. eryngioides* la propagación vegetativa tuvo escasa relevancia, ya que la brotación no dio lugar al establecimiento de nuevas plantas.**

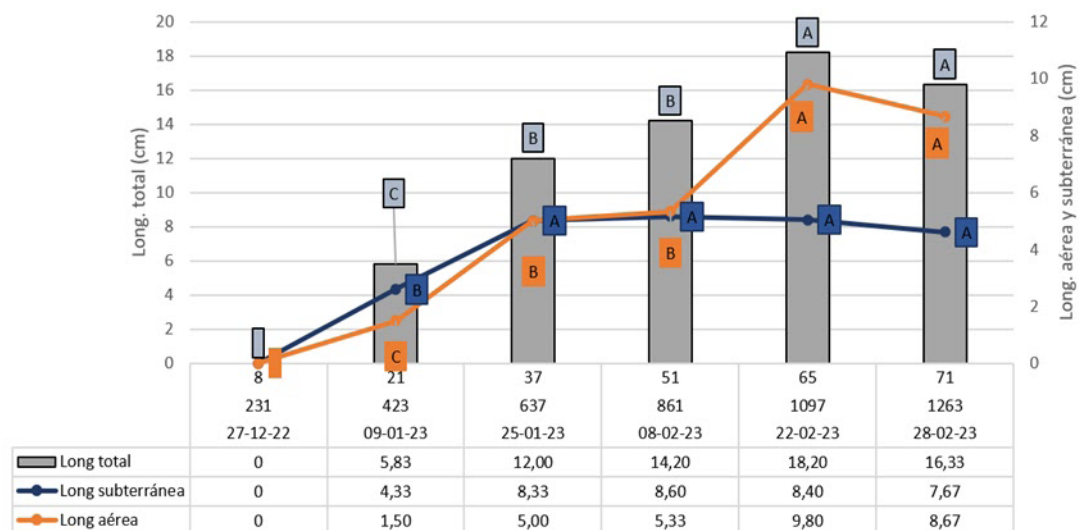


Figura 5. Crecimiento en longitud (aéreo, subterráneo y total), de *B. spinosa* proveniente de semillas en función de la fecha, GDDA y DDT. Letras distintas para una misma variable indican diferencias significativas según test DGC ($p < 0,05$).

Biomasa

La biomasa fresca total de *B. spinosa* proveniente de semillas presentó un incremento gradual y poco uniforme, alcanzando su valor máximo a los 71 DDT (1263 GDDA) con predominio de la fracción aérea y valores del índice BS/BA inferiores a 1 durante todo el período. Los incrementos significativos fueron escasos y se concentraron en pocos momentos del ensayo. Estos resultados indican una asignación relativamente equilibrada, sin una inversión marcada en estructuras de reserva. La biomasa fresca aérea mostró un patrón similar al de la biomasa total, con incrementos significativos tardíos. En contraste, la biomasa fresca subterránea presentó un desarrollo aún más reducido. Durante el período evaluado no se observó inicio de floración en las plantas.

Cuadro 1. Variación de la biomasa fresca (total, aérea y subterránea) y relación biomasa subterránea sobre biomasa aérea (BS/BA). Letras distintas dentro de cada columna indican diferencias significativas según test DGC ($p < 0,05$)

Fecha	N° días	GDD	Biomasa fresca (g)			BS/BA
			Subterránea	Aérea	Total	
27/12/2022	8	231	-	-	-	-
9/1/2023	21	423	-	-	0,04 C	-
25/1/2023	37	637	0,1 A	0,34 B	0,46 B	0,38 A
8/2/2023	51	861	0,15 A	0,26 B	0,47 B	0,54 A
22/2/2023	65	1097	0,26 A	0,45 B	0,67 B	0,46 A
28/2/2023	71	1263	0,32 A	0,64 A	0,92 B	0,54 A

B. spinosa proveniente de estructuras subterráneas

Crecimiento en longitud

El crecimiento en longitud aérea, subterránea y total de *B. spinosa* originada a partir de rebrotes de las estructuras subterráneas fue más rápido y sostenido que el observado en plantas provenientes de semillas.

La parte aérea presentó incrementos significativos en la mayoría de las evaluaciones, con un aumento marcado hacia el final del período. El crecimiento subterráneo predominó inicialmente, pero luego fue superado por el crecimiento aéreo (Figura 6). Asimismo, estas plantas alcanzaron la floración durante el período evaluado, evidenciando una mayor precocidad fenológica.

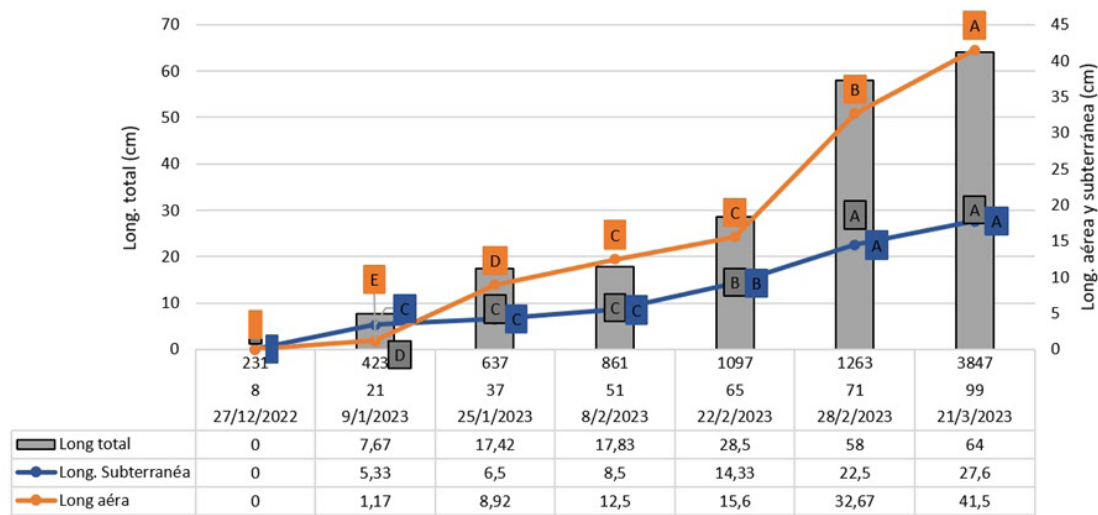


Figura 6. Longitud aérea, subterránea y total de *B. spinosa* proveniente de estructuras subterráneas en función de GDD y DDT. Letras distintas para una misma variable indican diferencias significativas según test DGC ($p < 0,05$).

Biomasa

La biomasa fresca total de *B. spinosa* proveniente de estructuras subterráneas mostró un incremento significativo a los 65, 71 y 99 DDT. La biomasa aérea siguió una tendencia similar, con aumentos significativos a partir de los 51 DDT. En tanto, la biomasa subterránea presentó incrementos significativos desde los 65 DDT (Cuadro 2).

La relación BS/BA fue superior a 1 únicamente a los 21 DDT, diferenciándose significativamente del resto de las evaluaciones, lo que indica un predominio inicial del sistema subterráneo. Entre los 37 y 99 DDT, los valores oscilaron entre 0,61 y 1,32, sin diferencias significativas entre sí, evidenciando una asignación más equilibrada de biomasa.

Al comparar con plantas de *B. spinosa* provenientes de semillas, las originadas a partir de estructuras subterráneas presentaron una mayor acumulación de biomasa total, aérea y subterránea, así como una mayor dinámica de crecimiento. Asimismo, el índice BS/BA fue superior y mayor a 1 únicamente en plantas provenientes de estructuras subterráneas, evidenciando diferencias claras en la estrategia de asignación de biomasa según el origen del material vegetal.

Cuadro 2. Biomasa fresca (total, aérea y subterránea) y relación biomasa subterránea sobre biomasa aérea (BS/ BA) de *Borreria spinosa* proveniente de estructuras subterráneas. Letras distintas dentro de cada columna indican diferencias significativas según test DGC ($p < 0,05$).

Fecha	N° días	GDD	Biomasa Fresca (g)			BS/BA
			Subterránea	Aérea	Total	
27/12/2022	8	231	-	-	-	-
9/1/2023	21	423	1,7 C	0,29 E	2,03 D	4,3 A
25/1/2023	37	637	0,84 C	0,59 E	1,41 D	1,92 B
8/2/2023	51	861	1,08 C	1,98 D	3,02 D	0,61 B
22/2/2023	65	1097	6,82 B	5,33 C	12,15 C	1,32 B
28/2/2023	71	1263	7,77 A	9,81 B	17,99 B	0,87 B
21/3/2023	99	3847	10,90 A	15,50 A	25,44 A	0,77 B

B. eryngioides proveniente de semilla

Crecimiento en longitud

El crecimiento en longitud aérea, subterránea y total de *B. eryngioides* proveniente de semillas presentó un crecimiento progresivo con incrementos significativos en momentos puntuales del ensayo. La longitud aérea registró un crecimiento inicialmente lento y una aceleración marcada hacia las etapas finales, alcanzando su máximo valor a los 99 DDT (39,08 cm). Las estructuras subterráneas presentaron un crecimiento inicial superior al aéreo y una longitud máxima (14,25 cm) a los 71 DDT (Figura 7). Al igual que en *B. spinosa* proveniente de semillas, no se observó desarrollo de estructuras subterráneas como los de las plantas extraídas del campo. La longitud total, registró incrementos significativos desde los 21 DDT y alcanzó su valor máximo a los 99 DDT (53,50 cm).

A diferencia de *B. spinosa* proveniente de semillas, *B. eryngioides* completó su ciclo normalmente, alcanzando la floración hacia los 65 DDT, lo que coincidió con un incremento marcado en la longitud aérea.

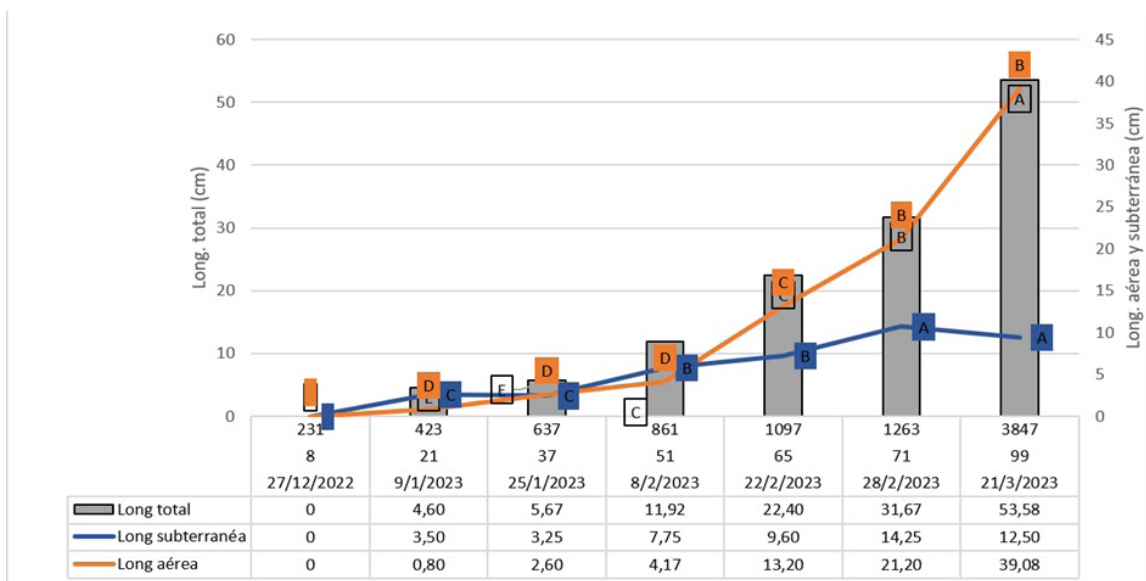


Figura 7. Crecimiento aéreo, subterráneo y total en longitud, de *B. eryngioides* proveniente de semillas. Letras distintas para una misma variable indican diferencias significativas según test DGC ($p < 0,05$).

Biomasa

La biomasa fresca total de *B. eryngioides* proveniente de semillas no presentó diferencias significativas entre los 21 y 51 DDT. Los incrementos significativos fueron a partir de los 65 DDT, con aumentos sucesivos, alcanzando el valor máximo en la última lectura.

La biomasa fresca aérea mostró un comportamiento similar a la biomasa total, sin diferencias significativas en las primeras evaluaciones y con incrementos significativos en etapas intermedias y finales del ensayo, constituyéndose en la principal fracción responsable del aumento de la biomasa total.

La biomasa fresca subterránea presentó incrementos significativos con un ritmo de aumento superior al de la biomasa aérea, especialmente en las primeras evaluaciones, aunque sin reflejarse en valores absolutos mayores en las etapas finales (Cuadro 3).

BS/BA presentó variaciones significativas en etapas tempranas e intermedias, pero se mantuvo siempre por debajo de 1, indicando un predominio de la asignación de biomasa hacia la parte aérea en plantas de *B. eryngioides* provenientes de semillas.

Cuadro 3. Biomasa fresca (total, aérea y subterránea) y relación biomasa subterránea sobre biomasa aérea (BS/ BA) de *Borreria eryngioides* proveniente de semillas en función de DDT y GDDA. Letras distintas dentro de cada columna indican diferencias significativas según test DGC ($p < 0,05$).

Fecha	Nº días	GDD	Biomasa Fresca (g)			BS/BA
			Subterránea	Aérea	Total	
27/12/2022	8	231	-	-	-	-
9/1/2023	21	423	-	-	0,03 D	-
25/1/2023	37	637	0,01 D	0,06 C	0,06 D	0,19 C
8/2/2023	51	861	0,24 D	0,44 C	0,90 D	0,57 B
22/2/2023	65	1097	0,93 B	1,25 C	2,10 C	0,81 A
28/2/2023	71	1263	1,42 A	2,70 B	4,05 B	0,57 B
21/3/2023	99	3847	0,54 C	6,76 A	10,58 A	0,04 C

El crecimiento puede variar en función de la edad de la planta, su origen sexual o asexual y las condiciones de competencia, lo que ha sido documentado para diversas malezas (Hossain et al., 1995; Verdecia et al., 2009).

En *B. eryngioides* no se logró el establecimiento de plantas a partir de las secciones de mayor porcentaje de brotación de las estructuras subterráneas. Este desacople entre la activación de yemas y el desarrollo posterior de los brotes ha sido documentado en especies perennes con órganos subterráneos de propagación, donde la emisión inicial de brotes puede verse limitada posteriormente por factores fisiológicos y ambientales (Nishimoto, 2001). En este sentido, la activación y el crecimiento de las yemas dependen de la interacción entre condiciones ambientales y regulación hormonal interna, pudiendo el ácido abscísico restringir el desarrollo posterior de los brotes (Zhang et al., 2012). Futuros estudios morfológicos y anatómicos permitirían profundizar las diferencias observadas entre especies (Rachid, 1974; Lindman, 1906).

En relación con el ciclo fenológico para el periodo evaluado, la ausencia de floración en *B. spinosa* proveniente de semillas, la ocurrencia de la misma en *B. spinosa* originadas a partir de estructuras subterráneas (a los 71 DDT), y en *B. eryngioides* proveniente de semillas (un ciclo más corto, aun, a los 65 DDT) sugieren que especies distintas del mismo género o plantas provenientes de distintas estrategias reproductivas (sexual o asexual) pueden presentar diferencias

en la velocidad de desarrollo fenológico. Esto último podría explicarse en que las estructuras vegetativas permiten acortar los tiempos hacia etapas reproductivas al disponer de reservas y yemas preformadas, lo que ha sido señalado para especies perennes con órganos subterráneos de regeneración (Klimešová & Klimeš, 2007).

El análisis del crecimiento en longitud evidenció diferencias claras según el origen del material. Las plantas de *B. spinosa* y *B. eryngioides* provenientes de semillas presentaron un crecimiento aéreo más lento y menor que *B. spinosa* originada de estructuras subterráneas de propagación, la cual alcanzó las mayores longitudes aérea y total. El sistema radical de *B. spinosa* de semilla mostró menor desarrollo, mientras que el de *B. eryngioides* presentó un crecimiento inicial comparable al de *B. spinosa* de origen asexual, aunque esta última desarrolló finalmente un sistema de estructura subterráneo de mayor longitud.

Cabe destacar que en ninguna de las plantas provenientes de semillas se observaron estructuras subterráneas similares a las presentes en campo, lo que refuerza las diferencias en las estrategias de propagación entre orígenes y especies.

En cuanto a la biomasa, también se observaron comportamientos contrastantes. *B. spinosa* de semilla mostró un incremento gradual, mientras que *B. eryngioides* presentó aumentos más marcados a lo largo del ciclo. Sin embargo, *B. spinosa* de origen asexual superó a ambas en ritmo de crecimiento y acumulación de biomasa, evidenciando una mayor eficiencia en el uso de recursos. Este comportamiento coincide con lo descrito para especies perennes con órganos subterráneos de reserva, en las que las estructuras vegetativas permiten acortar las etapas iniciales de desarrollo y sostener un crecimiento más eficiente (Klimešová & Klimeš, 2007).

La partición de biomasa de *B. spinosa* y *B. eryngioides* provenientes de semillas, se orientó predominantemente hacia la parte aérea durante todo el ciclo. En *B. spinosa* de origen asexual, en cambio, la partición fue variable: inicialmente se priorizó el sistema subterráneo y, a partir de los 37 DDT, la asignación se orientó principalmente hacia la parte aérea. Este comportamiento resulta relevante para la toma de decisiones de manejo, particularmente en el control químico, ya que aplicaciones tardías podrían resultar menos eficaces al preservarse las estructuras asexuales subterráneas. Asimismo, este patrón refuerza la importancia de considerar el momento de intervención en estrategias de control mecánico, ya que disturbios realizados en etapas tempranas podrían favorecer la regeneración vegetativa al estimular la brotación de yemas latentes, mientras que intervenciones en etapas posteriores, combinadas con control químico, podrían resultar no exitosas completamente por la mayor asignación de recursos hacia la parte aérea, preservando el órgano de reserva.



CONCLUSIONES

B. spinosa y *B. eryngioides* exhibieron estrategias de regeneración contrastantes. La brotación de las estructuras subterráneas estuvo condicionada por la especie, la fecha de extracción, el régimen térmico y la sección del órgano. *B. spinosa* presentó una brotación elevada y estable, particularmente en porciones jóvenes y ramificadas, lo que confirma el rol central de su estructura subterránea (xilopodio) en su persistencia. En contraste, en *B. eryngioides* la brotación estuvo marcadamente asociada a la época del año y no derivó en el establecimiento de plantas, lo que sugiere un rol limitado de la propagación vegetativa. En términos de crecimiento, *B. spinosa* proveniente de origen asexual superó a las plantas de semilla, evidenciando una mayor capacidad competitiva asociada a sus estructuras subterráneas.

Desde una perspectiva aplicada, el troceado mecánico de los sistemas subterráneos podría generar respuestas contrastantes entre especies. En *B. spinosa* esta práctica tendería a estimular la brotación y favorecer la multiplicación vegetativa, al menos en las condiciones evaluadas, por lo que su implementación debería complementarse tempranamente con control químico para maximizar su eficacia. En *B. eryngioides*, en cambio, el troceado realizado en otoño podría contribuir a debilitar el banco de yemas, al coincidir con un estado fisiológico menos favorable para la activación inmediata de los brotes, reduciendo así el riesgo de rebrote. En ambos casos, la eficacia del manejo dependerá de la adecuada sincronización entre las prácticas de control y el estado fisiológico de los órganos subterráneos, dado que la brotación y el crecimiento están regulados por factores ambientales y fisiológicos.

AGRADECIMIENTOS

Al encargado de campo Arturo Armiñana por su generosidad por gestionar numerosos ingresos a Finca Los Pempa. A la Facultad de Agronomía, Zootecnia, y Veterinaria por su respaldo.



Equipo de investigación

BIBLIOGRAFÍA

- BASKIN CC & BASKIN JM (1990) Germination ecology of *Botrychium dissectum* spores and sporophytes. *American Journal of Botany*, **77**, 1438-1445.
- BAZZAZ FA (1996) Plants in changing environments. Cambridge University Press.
- CABRAL EL (1993) Contribución al estudio de los géneros sudamericanos *Borreria* y *Gallianthe* (Rubiaceae). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, **29(3-4)**, 225-231.
- CABRERA DC & DE LA VEGA MH (2018) Sistemas cultivo-Maleza en el Noroeste Argentino. En: de la Vega MH, Cabrera DC, Courel G. *Biología, dinámica y manejo químico de malezas en cultivos de granos: zona NOA.* 1ª ed ilustrada. 119 p. Libro digital. Cartoon S.A.

- HOSSAIN MA, ISHIMINE Y, AKAMINE H & MURAYAMA S. (1996) Growth and development characteristics of torpedograss (*Panicum repens* L.) in Okinawa Island, southern Japan. *Weed Research*, **41**, 323–331.
- DI RIENZO, J.A., GUZMÁN, A.W.; CASANOVES, F. (2002). A multiple-comparisons method based on the distribution of the root node distance of a binary tree. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics* **7**: 129–142.
- KLIMEŠOVÁ J & KLIMEŠ L (2007) Bud banks and their role in vegetative regeneration – A literature review and proposal for simple classification and assessment. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, **8**, 115–129.
- LEBLANC ML, CLOUTIER DC, STEWART K & HAMEL C (2003) The use of thermal time to model common lambsquarters (*Chenopodium album*) seedling emergence in corn. *Weed Science*, **51**, 718–724.
- LINDMAN CAM (1906) A vegetação no Rio Grande do Sul (Brasil austral). Porto Alegre, Brasil: Livraria Universal.
- MARZOCCA A (1976) Manual de malezas (3.^a ed.). Editorial Hemisferio Sur
- NISHIMOTO RK (2001) Purple nutsedge tuber sprouting. *Weed Biology and Management*, **1**, 203–208.
- OTT JP, KLIMEŠOVÁ J & HARTNETT DC (2019) The ecology and significance of below-ground bud banks in plants. *Annals of Botany*, **123**, 1099–1118.
- PEARCY RW, MURAOKA H & VALLADARES F. (2005) Crown architecture in sun and shade environments: Assessing function and trade-offs with a three-dimensional simulation model. *New Phytologist*, **166**(3), 791–800.
- RACHID M (1974) Transpiração e sistemas subterrâneos da vegetação de verão dos campos cerrados de Emas. *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, Botânica*, **80**(5), 5–140.
- VERDECIA, D. M., RAMÍREZ, J. L., LEONARD, I., & GARCÍA, F. (2009). Potencialidades agroproductivas de dos cultivares de *Panicum maximum* (cv. Mombasa y Uganda). *Redvet*, **10**, 1–9.
- VILLAMIL CB (2016) *Borreria spinosa* (L.) Cham. & Schldl. En: Fernández O, Leguizamón ES, Acciaresi HA, Troiani HO & Villamil CB (Eds.), *Malezas e invasoras de la Argentina. Tomo II: Descripción y reconocimiento* (pp. 798). Bahía Blanca, Argentina, Ediuns.
- ZHANG Z, ZHUO X, ZHAO K, ZHENG T & HAN Y. (2012) Bud dormancy in perennial plants: A review of physiological and molecular mechanisms. *Journal of Plant Physiology*, **169**, 163–170.