

Respuesta de *Borreria verticillata* a distintas estrategias de control químico: una síntesis de más de una década de ensayos de campo

Response of *Borreria verticillata* to different chemical control strategies: a synthesis of more than a decade of field trials

Lanfranconi, L.E.^{1,2}; Oliva, J.H.^{1,2}; Remondino, L.²

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Católica de Córdoba

²AX Consulting

julian.oliva@ucc.edu.ar

Citar como: Lanfranconi et al. (2026)

Respuesta de *Borreria verticillata* a distintas estrategias de control químico: una síntesis de más de una década de ensayos de campo en *Malezas* 15, 90-105

RESUMEN

Borreria verticillata (L.) G. Mey. es una maleza perenne de creciente importancia en sistemas agrícolas del centro de la Argentina. Su elevada producción de semillas y estructuras subterráneas favorecen el rebrote y dificultan su control químico. El objetivo del trabajo fue analizar de manera integrada la eficacia de distintos herbicidas y estrategias de aplicación a partir de la síntesis de 28 ensayos de campo realizados entre 2007 y 2020 en Córdoba. Se evaluaron aplicaciones únicas, tratamientos de doble golpe y esquemas secuenciales, considerando diferentes modos de acción y momentos de evaluación (30, 45 y 60 días después de la aplicación, DDA). A los 30 DDA, el 88% de los tratamientos presentó controles inferiores al 70%, y en la mayoría de los casos la eficacia disminuyó posteriormente. El glifosato, solo o en mezcla, mostró baja eficacia, mientras que combinaciones con glufosinato lograron mayor control inicial, aunque decreciente. Las estrategias secuenciales mejoraron la persistencia del control.

Palabras claves: Herbicidas sistémicos, herbicidas de contacto, doble golpe, aplicación secuencial, botoncito blanco.

SUMMARY

Borreria verticillata (L.) G. Mey. is a perennial weed of increasing importance in agricultural systems of central Argentina. Its high seed production and underground structures promote regrowth and hinder chemical control. The objective was to analyze, in an integrated manner, the efficacy of different herbicides and application strategies based on the synthesis of 28 field trials conducted between 2007 and 2020 in Córdoba. Single applications, double-knock treatments, and sequential programs were evaluated, considering different modes of action and assessment timings (30, 45, and 60 days after application, DAA). At 30 DAA, 88% of treatments showed control levels below 70%, and in most cases efficacy declined over time. Glyphosate, alone or in mixtures, showed low efficacy, whereas combinations with glufosinate achieved higher initial control, although decreasing thereafter. Sequential strategies improved control persistence.

Keywords: Systemic herbicides, contact herbicides, double-knockdown, sequential application, white buttonweed.

INTRODUCCIÓN

Borreria verticillata (L.) G. Mey. (sin. *Spermacoce verticillata* L.) (Rubiaceae) es una planta perenne de elevada rusticidad y plasticidad ambiental, lo que ha favorecido su amplia distribución casi pantropical y su capacidad de colonizar y persistir en diversos agroecosistemas, especialmente aquellos sometidos a perturbaciones antrópicas (AAPRESID, 2024; WFO, 2026).

En la Argentina, se ha registrado esta especie en Buenos Aires, Chaco, Córdoba, Corrientes, Entre Ríos, Formosa, Misiones y Santa Fe, asociada principalmente a sistemas de cultivos extensivos (Flora Argentina, 2018). En el norte de Córdoba, los relevamientos evidencian un incremento sostenido de malezas con distinta dificultad de control químico (RAVIT, 2020). En este contexto, *B. verticillata* se destaca por su impacto negativo sobre la producción agrícola, debido a su persistencia y capacidad de expansión, lo que dificulta su manejo y compromete la eficacia de las estrategias de control (Lanfranconi et al., 2017).

Las plantas de esta especie presentan alta capacidad reproductiva (hasta 90000 semillas por planta; Figura 1) (Vibrans, 2010, citado en Leguizamón, 2015) y un sistema radical profundo con estructuras perennes (xilopodios y rizomas; Figuras 2 a 4), que favorecen su supervivencia, rebrote y propagación vegetativa (Kasasian, 1964; Global Invasive Species Database, 2026).

La eficacia del control químico disminuye cuando las aplicaciones se realizan en estadios avanzados, debido a cambios morfo-anatómicos que limitan la absorción y translocación de herbicidas (Fadín & Monquero, 2019; Fadín et al., 2018). Los antecedentes reportan resultados variables según el estadio de desarrollo, el modo de acción y la estrategia de aplicación (Fadín et al., 2018; Teixeira et al., 2022; Sánchez et al., 2025). En condiciones controladas, con plantas originadas de semilla, se observaron altos niveles de control en estadios tempranos, tanto con herbicidas residuales como de contacto o sistémicos (Albrecht et al., 2022; Teixeira et al., 2022).



Figura 1. Foto de semillas de *B. verticillata*



Figura 2. Foto de xilopodio de *B. verticillata*



Figura 3. Foto de rizoma de *B. verticillata*



Figura 4. Foto de xilopodio y rizoma de *B. verticillata*

Sin embargo, en estadios avanzados o en floración, la eficacia disminuye significativamente y se registran rebrotes tras la eliminación inicial del follaje (Fadin *et al.*, 2018; Sánchez *et al.*, 2025). En el campo, el uso de mezclas y estrategias como aplicaciones simples o doble golpe permitieron mejoras parciales (Gargantini, 2018), aunque *B. verticillata* presenta respuestas inconsistentes respecto a otras Rubiaceae (Burdyn, 2020; Kalsing *et al.*, 2020). Esta variabilidad, junto con la predominancia de ensayos aislados, resalta la necesidad de integrar información de múltiples estudios a campo para evaluar con mayor robustez la eficacia de las estrategias de manejo (Davis *et al.*, 2018).

El objetivo de este trabajo fue analizar de manera integrada la eficacia de distintos herbicidas y estrategias de aplicación para el control de *B. verticillata*, mediante la síntesis de múltiples ensayos de campo en distintos ambientes de la provincia de Córdoba.

MATERIALES Y MÉTODOS

Base de datos de ensayos

El presente trabajo se sustenta en el análisis de un conjunto de datos que reúne ensayos de control químico de *B. verticillata* realizados a campo entre 2007 y 2020 en distintas localidades de Córdoba, Argentina. En todos los casos, los ensayos tuvieron un diseño en bloques completos al azar, con tres (entre los años 2007 y 2015) y cuatro bloques (del año 2015 en adelante por requerimiento de SENASA).

Los ensayos se condujeron sobre poblaciones naturales en condiciones ambientales variables. Las aplicaciones se realizaron con mochila de aire comprimido ($3,3 \text{ kg cm}^{-2}$; 130 L ha^{-1}), generalmente sobre plantas de 10–15 cm de altura, y en algunos casos hasta 25 cm. En conjunto, los ensayos representan condiciones reales de manejo (Figura 5), con variabilidad en densidad, tamaño y estado fenológico.



Figura 5. Foto de lote de producción invadido por *B. verticillata*

Los tratamientos herbicidas evaluados incluyeron principios activos y mezclas comerciales de diferentes familias químicas y modos de acción. El conjunto de tratamientos tuvo como meta representar la diversidad de herramientas químicas actualmente disponibles para el control de esta maleza en los sistemas productivos.

Según la estrategia de aplicación, se definieron tres modalidades: (i) aplicación única de mezclas, evaluadas entre 7 y 30 días después de la aplicación (DDA); (ii) doble golpe (DG), con una primera aplicación de herbicida sistémico seguida, a los 8–10 días, por un herbicida de contacto, evaluado entre 30 y 45 DDA; y (iii) tratamientos secuenciales, con dos aplicaciones separadas entre 10 y 30 días y evaluadas entre 30 y 45 días desde la última aplicación. Para facilitar la comparación entre ensayos, los valores de control evaluados a los 30, 45 y 60 DDA se agruparon en tres categorías de acuerdo a la escala propuesta por la Sociedad Europea de Investigación de Malezas (European Weed Research Society, EWRS): control medio o superior ($\geq 80\%$), control regular (70–80 %) y bajo nivel de control ($< 70\%$).

Evaluación del control

El control de *B. verticillata* se estimó visualmente considerando la parcela como unidad de muestreo, de acuerdo con la escala EWRS (0–100%), en la que 0% representó la ausencia de efecto y 100% la eliminación de la parte aérea de las plantas.

Las evaluaciones se realizaron a los 30, 45 y 60 DDA, ya que incluir momentos tempranos y tardíos es clave para interpretar la eficacia real de los tratamientos, dado que lecturas solo iniciales pueden sobreestimar el control (Oliva *et al.*, 2021).

Los resultados de control (%) correspondientes a cada fecha de evaluación se analizaron estadísticamente de forma independiente para cada ensayo mediante análisis de la varianza (ANVA). Cuando el ANVA indicó diferencias significativas ($p \leq 0,05$), las medias de los tratamientos se compararon mediante la prueba DGC. Los análisis se realizaron utilizando el software Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2022).

En los ensayos con aplicaciones únicas, se tomaron como referencia los valores a 30 DDA, momento en que se establece el control final, y las evaluaciones posteriores se consideraron complementarias para describir su persistencia. A los fines de este estudio, se consideraron como

herbicidas eficaces aquellos tratamientos que alcanzaron niveles de control $\geq 80\%$.

Análisis de datos

Aplicación única de herbicidas

Se realizó un análisis descriptivo de la eficacia de tratamientos de una sola intervención, considerando herbicidas solos o en mezcla, clasificados según su modo de acción (HRAC, 2024 - WSSA). La respuesta se expresó como la frecuencia de tratamientos por categoría de control, según la escala EWRS, en los distintos momentos de evaluación (30 y 45 DDA).

La evaluación a los 30 DDA incluyó todos los tratamientos, mientras que las posteriores se restringieron a aquellos con seguimiento temporal. El número de herbicidas por tratamiento se definió según la cantidad de principios activos por aplicación, excluyendo aceites y otros coadyuvantes.

Aunque los tratamientos se analizaron como aplicación única, en uno de los ensayos se incluyó una segunda aplicación (doble golpe) con paraquat o flumioxazin a los 8 DDA. Esta condición fue considerada en la interpretación de los resultados, sin modificar la clasificación general de la estrategia evaluada.

Aplicación de doble golpe

Se realizaron dos ensayos en dos campañas agrícolas consecutivas, con evaluaciones a los 30 DDA y, en uno de ellos, adicionalmente a los 45 DDA.

Para el análisis de los resultados, los tratamientos se agruparon en pares con igual combinación de principios activos y dosis en la aplicación base, independientemente de que esta incluyera uno o más herbicidas; dentro de cada par, la única diferencia fue la incorporación de una segunda aplicación con un herbicida de contacto (paraquat o glufosinato).

El incremento de eficacia del DG se calculó como el aumento relativo del control porcentual obtenido tras la segunda aplicación respecto del control alcanzado con el primer golpe, utilizando la expresión:

$$\text{Incremento (\%)} = \frac{C_2 - C_1}{C_1} \times 100$$

Donde:

C_1 = % de control de la primera aplicación

C_2 = % de control del doble golpe (primera + segunda aplicación)

Ambos ensayos se incluyeron en el análisis estadístico; sin embargo, los resultados se presentan inicialmente de forma conjunta, seguidos por el detalle de un ensayo representativo, con fines ilustrativos.

Aplicación secuencial

A partir de la base de datos se realizó un análisis descriptivo de los tratamientos. En primer lugar, se determinó el número de principios activos por tratamiento y la frecuencia de uso de cada uno, tanto en la aplicación base como en la segunda aplicación, excluyendo los coadyuvantes. Posteriormente, se evaluó la eficacia de control en cada momento de aplicación y se calculó la participación porcentual de los tratamientos respecto del total analizado.

El efecto de los tratamientos secuenciales se analizó a los 30, 45 y 60 DDA, mediante dos comparaciones:

1. Tratamientos con y sin aplicación base (“primer tratamiento”), manteniendo constante la segunda aplicación, con el fin de cuantificar el efecto de incluir un tratamiento inicial

sobre la eficacia del control.

2. Variaciones de dosis en el tratamiento base, manteniendo idéntica la segunda aplicación, para evaluar la influencia de la modificación de la dosis de uno de los herbicidas sobre el control de la maleza en estudio.

El incremento de control (%) se calculó como:

$$\text{Incremento (\%)} = \frac{\text{Control del tratamiento base} - \text{Control del tratamiento sin base o con dosis menor}}{\text{Control del tratamiento sin base o con dosis menor}} \times 100$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de la frecuencia de los distintos modos de acción herbicidas, clasificados según el sistema HRAC-WSSA, permitió identificar las estrategias químicas predominantes en los 28 ensayos evaluados. En los mismos, los inhibidores de la protoporfirinógeno oxidasa (PPO) Grupo 14 fueron el modo de acción más frecuente, con una participación del 21 %. Les siguieron los inhibidores de la acetolactato sintasa (ALS) Grupo 2 (18 %), del 5-enolpiruvilshikimato-3-fosfato sintasa (EPSPs) Grupo 9 (17 %), del fotosistema II Grupo 5 (15 %) y los miméticos de auxinas Grupo 4 (11 %). Los demás modos de acción registraron frecuencias inferiores al 6 % (Figura 6).

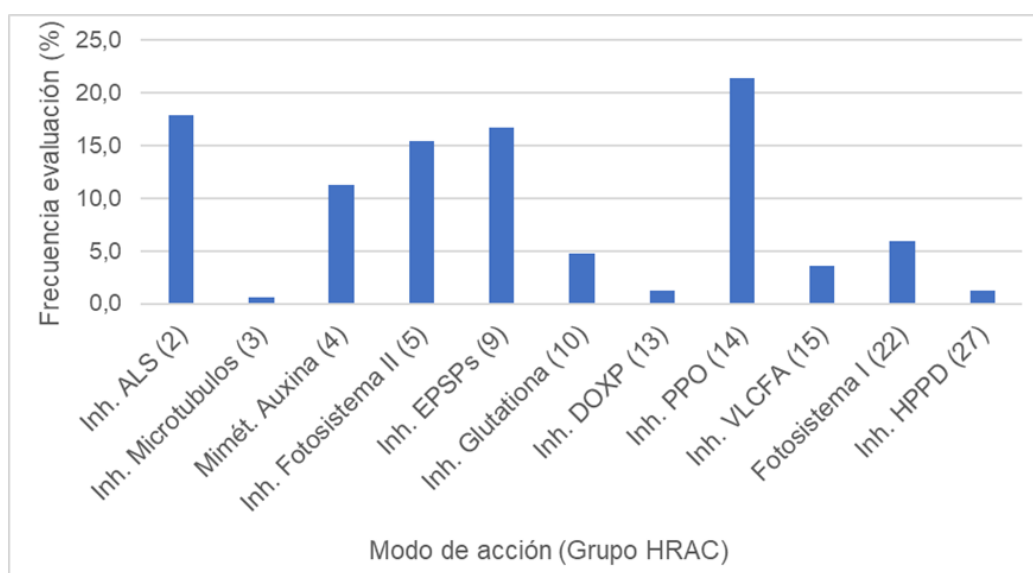


Figura 6. Frecuencia relativa (%) de los modos de acción de los herbicidas evaluados en los ensayos analizados para el control de *B. verticillata*.

En el conjunto de estudios incluidos se evaluaron 40 herbicidas, correspondientes a principios activos individuales y combinaciones, con una representatividad variable entre tratamientos. Glifosato fue el principio activo con mayor presencia, al estar incluido en la totalidad de los ensayos (28), seguido por flumioxazin (14), metribuzin (10), prometrina y 2,4-D (9 cada uno) y glufosinato de amonio (8). Un grupo intermedio de herbicidas registró una frecuencia moderada de evaluación (4-7 ensayos), mientras que la mayoría de los principios activos presentó una baja representatividad, con evaluaciones en uno o dos ensayos.

Del total de ensayos evaluados, la mayoría correspondió a aplicaciones únicas en mezclas de herbicidas (n = 20), seguidas por tratamientos secuenciales (n = 6) y tratamientos de DG (n = 2).

Aplicación única de herbicidas

La distribución de los tratamientos según el número de principios activos incluidos evidenció un claro predominio de estrategias basadas en mezclas de herbicidas (Figura 7). Los tratamientos con dos o tres principios activos representaron el 37 % y el 40 % del total, respectivamente, concentrando en conjunto más del 75 % de los ensayos evaluados. En contraste, las estrategias que incluyeron cinco principios activos presentaron una participación reducida (6 %). Esta tendencia pone de manifiesto una intensificación del manejo químico como respuesta a la dificultad de control de *B. verticillata*. Las aplicaciones simples tuvieron una eficacia de control limitada de las plantas de esta especie, que presentaron además una marcada capacidad de recuperación. La adopción mayoritaria de mezclas coincide con lo señalado por Fadin (2017) y Sanches *et al.* (2025), quienes destacan que el uso aislado de determinados modos de acción resulta frecuentemente insuficiente para lograr controles elevados y sostenidos en el tiempo.

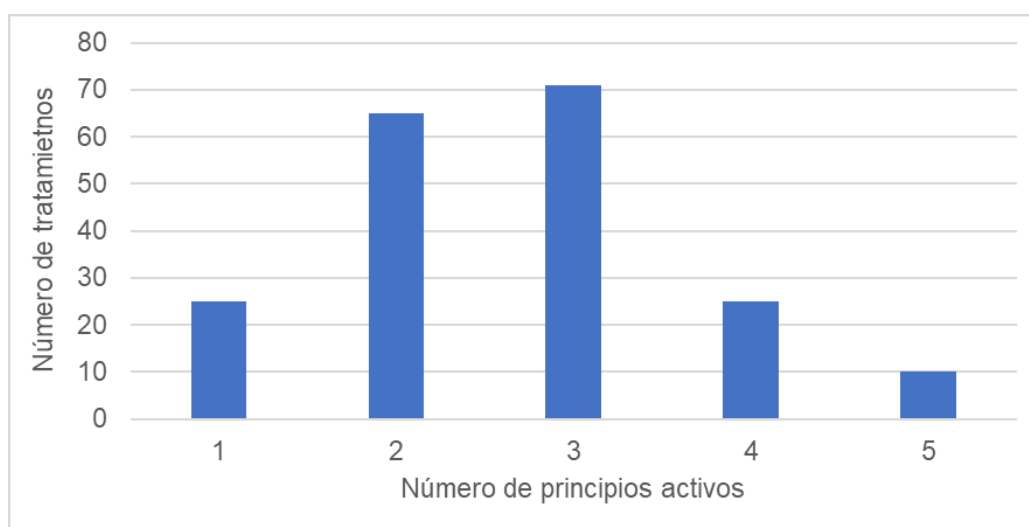


Figura 7. Distribución de los tratamientos por el número de principios activos incluidos

La eficacia de control de *B. verticillata* mostró una marcada dependencia del momento de evaluación. A los 30 DDA, el 88 % de los 196 tratamientos evaluados presentó niveles de control bajos (<70 %) y solo nueve alcanzaron valores $\geq 80\%$, de los cuales dos correspondieron a la estrategia de DG. A los 45 y 60 DDA se registró una pérdida progresiva de eficacia (Cuadro 1), evidenciando una disminución del control a lo largo del tiempo.

La disminución del control entre 30 y 60 DDA demuestra la dificultad para sostener la eficacia a campo. La evaluación en múltiples momentos es clave, ya que en herbicidas sistémicos las lecturas a 30–35 DDA permiten detectar rebrote y estimar con mayor precisión la eficacia real (Oliva *et al.*, 2021). Registros solo tempranos pueden sobreestimar el control y no reflejar su persistencia. Esta reducción es consistente con varios autores (Fadin, 2017; Gargantini, 2018 y Sanches *et al.*, 2025) que señalan que el control químico de *B. verticillata* es insuficiente si sólo afecta la parte aérea y no los órganos de reserva, como xilopodios y rizomas que posibilitan el rebrote.

Cuadro 1. Número de tratamientos y participación (%) según categorías de eficacia de control (escala EWRS) para la estrategia de aplicación única a los 30, 45 y 60 días después de la aplicación (DDA).

DDA	Eficacia de control						
	Bajo (<70)		Regular (70–<80)		Medio/Superior (≥80)		Total tratamientos
30	172	(88 %)	15	(8 %)	9	(5 %)	196
45	70	(99 %)	1	(1 %)	0		71
60	24	(100 %)	0		0		24

El control a 30 DDA fue bajo en los tratamientos basados exclusivamente en glifosato (< 30 %), independientemente de la dosis y la formulación. Esto confirma la baja susceptibilidad de las plantas de esta especie y coincide con lo reportado para diferentes especies de *Borreria* bajo uso reiterado de glifosato (Diesel *et al.*, 2018; Cortés *et al.*, 2023; Gouveia *et al.*, 2025). La ausencia de respuesta al aumento de dosis de glifosato o al uso de coadyuvantes coincide con Jordan *et al.* (1997). Esta limitada eficacia se debe a una absorción reducida y, principalmente, a una traslocación restringida hacia los órganos de reserva, acentuada en estadios avanzados (Fadin, 2017; Fadin *et al.*, 2018). Teixeira *et al.* (2022) señalan que la edad de la planta y las barreras morfo-anatómicas limitan la llegada del herbicida a xilopodios y rizomas.

Las mezclas de glifosato con herbicidas de contacto (carfentrazone, flumioxazin, saflufenacil, epyrifenacil y glufosinato) incrementaron el control inicial respecto a glifosato solo (25 %), alcanzando a 30 DDA valores de 50–82 % según tratamiento y dosis; sin embargo, el control disminuyó en evaluaciones posteriores. Estos resultados coinciden con los de otros autores (Fadin, 2017; Fadin *et al.*, 2018; Sanches *et al.*, 2025) que reportaron que paraquat y glufosinato en mezclas con glifosato logran un buen quemado inicial de *B. verticillata*, pero no evitan el rebrote si no se eliminan todos los meristemas. Un patrón similar de alta eficacia inicial seguido de una disminución del control fue registrado tanto en *B. verticillata* (Albrecht *et al.*, 2022) como en *B. spinosa* (Burdyn, 2020).

La inclusión de herbicidas auxínicos (2,4-D, dicamba, fluroxipir y picloram) en mezcla con glifosato generó incrementos variables en el control, aunque generalmente insuficientes, ya que en la mayoría de los casos no superaron 40–50 % a 30 DDA. Esto indica que la combinación con un herbicida sistémico no revierte la limitada eficacia de las auxinas como eje de control. La respuesta coincide con Kasasian (1964), quien reportó baja efectividad de fenoxiacéticos sobre rebrotes, así como con Fadin (2017) y Sanches *et al.* (2025), quienes describen una tolerancia intrínseca de *B. verticillata* a aplicaciones aisladas de auxinas, aun en estadios tempranos. La escasa mejora con la mezcla de glifosato y otros ingredientes activos sugiere que la limitada eficacia responde a características propias de la especie, como la presencia de estructuras de reserva y meristemas basales favorece el rebrote, por lo que el efecto a 30 DDA sería transitorio más que definitivo (Fadin, 2017; Sanches *et al.*, 2025).

De manera similar, los herbicidas sistémicos inhibidores de ALS (Grupo 2) y HPPD (Grupo 27), solos o en mezcla con glifosato, mostraron un control variable y generalmente insuficiente de *B. verticillata*. Sólo en un ensayo, la mezcla ALS (sulfometuron + metsulfuron) alcanzó ~75% a 45 DDA, sin resultar satisfactoria. Esta limitada eficacia se explicaría por la sensibilidad a cada activo, la dependencia de la dosis y la restricción en la absorción y la translocación desde 4–6 hojas, sumadas a las barreras foliares y al rebrote desde los xilopodios (Fadin *et al.*, 2018; Fadin & Monquero, 2019; Albrecht *et al.*, 2022; Sanches *et al.*, 2025). La respuesta errática coincide con Fadin (2017), quien indica que herbicidas con baja movilidad hacia órganos de reserva no logran control definitivo en perennes.

Los tratamientos de aplicación única que superaron 80 % de control a 30 DDA se presentan en el Cuadro 2. Los mayores valores se registraron con glufosinato de amonio (HRAC 10) + herbicidas residuales inhibidores del fotosistema II (HRAC 5), destacándose glufosinato + metribuzin (90 %) y glufosinato + prometrina (88 %). Estos resultados indican que la incorporación de un herbicida residual que inhiba el fotosistema II potencia el efecto inicial del herbicida de contacto y contribuye a sostener la eficacia, posiblemente reduciendo la recuperación. Este comportamiento coincide con Gargantini (2018), quien reportó mejoras al asociar glufosinato con metribuzin, destacando la importancia del residual. Asimismo, Sanches *et al.* (2025) reportaron alto control con glufosinato en aplicaciones tempranas, aunque sin garantizar la muerte completa de la planta.

Por otra parte, las combinaciones basadas en glifosato (HRAC 9) junto con inhibidores de ALS (HRAC 2) y/o PPO (HRAC 14) alcanzaron valores entre 82 % y 85 % (Cuadro 2), mostrando un desempeño elevado y relativamente consistente. Esta respuesta refuerza la importancia de integrar mecanismos de acción sistémicos y de contacto en una misma aplicación, superando las limitaciones observadas con principios activos aislados respecto a la eficacia errática de aplicaciones simples (Fandin, 2017; Sanches *et al.*, 2025). La adición de AMS incrementó levemente el control (83–85 %), sugiriendo un efecto complementario sobre la absorción, aunque menor que el asociado a la diversificación de modos de acción.

No obstante, incluso en las estrategias más eficaces, el control disminuyó a los 45 y 60 DDA, evidenciando la dificultad de sostenerlo en el tiempo. Este fenómeno fue descrito por Sanches *et al.* (2025), quienes señalan que, tras la eliminación visual del follaje, el tejido central del tallo puede permanecer fisiológicamente activo.

En el ensayo en el que se incluyeron tres tratamientos con un esquema de DG presentaron la mayor eficacia a los 30 DDA, alcanzando 80–88% de control con paraquat (2500 cc).

Cuadro 2. Tratamientos de aplicación única, dosis de uso y porcentajes de control mayores que 80% a los 30 DDA.

Tratamiento	Dosis	HRAC	% Control	N° p.a.*
Glifosato 48% + Metsulfuron + Saflufenacil	3000cc + 3g + 35g	9 + 2 + 14	85	3
Glifosato + (Metil tiocarbazono + Iodosulfuron)	2000cc + 88g	9 + 2	83	3
Glifosato + (Metil tiocarbazono + Iodosulfuron) +AMS	2000cc + 88g + 1%	9 + 2	85	3
Glufosinato + AMS 1% + Ady	3500cc	10	83	1
Glufosinato + Metribuzin 48% + AMS 1% + Ady	2000cc + 1000cc	10 + 5	90	2
Glufosinato + Prometrina + AMS 1% + Ady	2000cc + 2000cc	10 + 5	88	2
Glifosato + Carfentrazone + 2,4D Amina (DMA 50%) + Ac mineral 1%	6000cc + 75cc + 1600cc + Ac	9 + 14 + 4	82	3

* p.a: principios activos

Aplicación de doble golpe

En los dos ensayos evaluados, la aplicación de un segundo golpe herbicida incrementó significativamente el control de *B. verticillata* con respecto a una sola aplicación ($p \leq 0,05$). El efecto del segundo golpe fue consistente entre ensayos, con magnitud variable según la combinación de herbicidas y el momento de evaluación.

La mayoría de los tratamientos de DG se ubicó en categorías de control bajo a regular en los distintos momentos de evaluación; sin embargo, un subconjunto reducido alcanzó niveles medio-superior, especialmente a los 30 DDA (Cuadro 3). Las diferencias en la persistencia del control se asociaron con la eficacia inicial de los tratamientos base y el desempeño posterior del segundo golpe.

El análisis del incremento relativo (Cuadro 4) mostró que, aunque varios tratamientos base presentaron control inicial moderado, la segunda aplicación produjo aumentos sustanciales en la eficacia final. A los 30 DDA, los incrementos relativos oscilaron entre 50 y 132 %, elevando valores iniciales de 25–42 % hasta 55–70 %. Con paraquat como segunda aplicación, se registraron aumentos de hasta 113 % y controles de hasta 72 % a 30 DDA. Sin embargo, a los 45 DDA, pese a mantenerse el incremento relativo, el control disminuyó entre 22–32 %, evidenciando la pérdida temporal del efecto de contacto. En cambio, el glufosinato como segunda aplicación mejoró el control a 30 DDA (hasta 132 %), alcanzando entre 55–67 % de control y manteniendo mayor eficacia relativa que paraquat en evaluaciones tardías. Estos resultados coinciden con otros autores (Kalsing *et al.*, 2020 y Sanches *et al.* (2025), quienes destacan que el DG mejora la eficacia frente a aplicaciones únicas, aunque *B. verticillata* presenta tolerancia que limita el control total. Asimismo, Gargantini (2018) y Werth *et al.* (2021) respaldan el glufosinato como alternativa al paraquat, especialmente con intervalos de aproximadamente 10 días entre aplicaciones para maximizar el efecto sobre plantas adultas y poblaciones resistentes.

Cuadro 3. Número de tratamientos y participación (%) según categorías de eficacia de control (escala EWRS) para la estrategia de doble golpe a los 30, 45 y 60 días después de la aplicación (DDA).

DDA	Eficacia de control (%)			Total tratamientos
	Bajo (<70)	Regular (70–<80)	Medio/Superior ≥80)	
30	19 (90%)	2 (10%)	0	21
45	8 (100%)	0	0	8

Cuadro 4. Incremento del control (%) generado por la estrategia de doble golpe respecto del tratamiento base, para pares de tratamientos con iguales principios activos y dosis en la aplicación inicial, evaluado a los 30 y 45 DDA.

Par	Tratamiento base (1er golpe)	Herbicida del 2º golpe	Incremento control DG (%)	
			30 DDA	45 DDA
1	Glifosato + Metribuzin	Paraquat	67	53
2	Glifosato + Metribuzin + Fluroxipir	Paraquat	71	88
3	Glifosato + Prometrina	Paraquat	113	83
4	Glifosato + Prometrina + Fluroxipir	Paraquat	50	23
5	Glifosato + 2,4-D	Glufosinato	132	–
6	Glifosato + (Metil tiocarbazone + Iodosulfuron)	Glufosinato	120	–
7	Glifosato + Metribuzin	Glufosinato	104	–
8	Glifosato + 2,4-D + (Metil tiocarbazone + Iodosulfuron)	Glufosinato	53	–
9	Glifosato + 2,4-D + Metribuzin	Glufosinato	77	–
10	Glifosato + 2,4-D + (Metil tiocarbazone + Iodosulfuron) + Metribuzin	Glufosinato	60	–

Los resultados del Cuadro 5 corresponden a un ensayo representativo de los estudios de DG, incluido a modo ilustrativo. En general, los tratamientos base (primera aplicación) mostraron controles bajos a moderados, mayormente inferiores al 50% a los 30 DDA, evidenciando la limitada eficacia de aplicaciones simples sobre la maleza evaluada. La incorporación de paraquat incrementó el nivel de control en todos los tratamientos.

Cuadro 5. Porcentaje de control de tratamientos a los 30 y 45 DDA e incremento de control debido al doble golpe.

N° par	Principios activos	Dosis	Control (%)				Incremento DG	
			30 DDA	DGC*	45 DDA	DGC*	30 DDA	45 DDA
1	Glifosato 54% + Metribuzin 48%	2500cc + 500cc	42	bc	15	cd		
1	Glifosato 54% + Metribuzin 48% + Paraquat*	2500cc + 500cc + 1500cc	70	a	23	abc	67	53
2	Glifosato 54% + Metribuzin 48% + Fluroxipir	2500cc + 500cc + 600cc	38	bc	17	cd		
2	Glifosato 54% + Metribuzin 48% + Fluroxipir + Paraquat*	2500cc + 500cc + 600cc + 1500cc	65	a	32	a	71	88
3	Glifosato 54% + Prometrina	2500cc + 1500cc	32	c	12	d		
3	Glifosato 54% + Prometrina + Paraquat*	2500cc + 1500cc	68	a	22	bc	113	83
4	Glifosato 54% + Prometrina + Fluroxipir	2500cc + 1500cc + 600cc	48	b	22	bc		
4	Glifosato 54% + Prometrina + Fluroxipir + Paraquat*	2500cc + 1500cc + 600cc + 1500cc	72	a	27	ab	50	23

*La segunda aplicación se realizó 10 DDA

*DGC: prueba de comparaciones múltiples de Di Rienzo, Guzmán y Casanoves

Aplicación secuencial

La distribución del número de principios activos difirió entre aplicaciones. En la aplicación base predominaron tratamientos con dos p.a. (53 %), seguidos por tres p.a. (23 %). En la segunda aplicación, aumentaron los de un solo p.a. (43 %) y disminuyeron los de dos (21 %), que continuaron siendo predominantes. También creció la proporción con cuatro (13 %) y aparecieron tratamientos con cinco principios activos (2 %) (Cuadro 6).

En la aplicación base se registraron 108 principios activos, con predominio de glifosato (21% del total), seguido por 2,4-D (10 %) y herbicidas inhibidores de ALS, particularmente metiltiocarbazono e iodosulfuron (9 % cada uno). El glufosinato representó el 8 %, mientras que el resto de los principios activos presentó participaciones inferiores al 7 %, evidenciando una estrategia inicial concentrada en pocos modos de acción. En la segunda aplicación se contabilizaron 111 usos, observándose una mayor diversificación de principios activos; glifosato (27 %) y glufosinato (21 %) fueron los más frecuentes, seguidos por los inhibidores de PPO trifludimoxazin y saflufenacil (13 % cada uno). El resto de los herbicidas presentó frecuencias inferiores al 7 %, reflejando una ampliación de los modos de acción respecto de la aplicación base.

Cuadro 6. Distribución del número de principios activos por tratamiento en la aplicación base y en la segunda aplicación de la estrategia secuencial para el control de *B. verticillata*.

Principios activos	N° p.a. aplicación base	N° p.a. 2da aplicación	% Base	% 2da
0	6	0	11%	0%
1	4	23	8%	43%
2	28	11	53%	21%
3	12	11	23%	21%
4	3	7	6%	13%
5	0	1	0%	2%

En la estrategia secuencial, la eficacia de control de *B. verticillata* varió entre momentos de evaluación (Cuadro 7). A los 30 DDA, la mayoría de los tratamientos presentó bajo control (<70 %), aunque un 14% alcanzó niveles medio/ superior (≥ 80 %), siendo el momento con mayor proporción de alta eficacia. Entre estos, se destacaron las aplicaciones de glufosinato + AMS, tanto en el tratamiento base como en la segunda aplicación, con controles de 80–94 % (Figura 8). Asimismo, combinaciones de glufosinato con metiltiocarbazone, iodosulfuron, prometrina o metribuzin, seguidas de glufosinato + AMS, superaron el 82 % de control, al igual que la secuencia paraquat + diuron seguida de atrazina.



Figura 8. Control de *B. verticillata* con glifosato+2,4 D sal colina, como aplicación base y una aplicación secuencial de paraquat (Izquierda) y glufosinato de amonio (derecha), a los 30 DDA.

La proporción de tratamientos con bajo control se mantuvo alta a los 45 DDA (75 %) y aumentó a los 60 DDA (86 %), evidenciando una pérdida general de eficacia del control de la maleza con el tiempo. No obstante, la secuencia glufosinato + (metiltiocarbazone + iodosulfuron) en la primera aplicación, seguida de glufosinato a los 30 días, mantuvo controles >70 % hasta los 45 DDA. Asimismo, la secuencia en la que la segunda aplicación con glufosinato se complementó con metribuzín incrementó el control, alcanzando valores ≥ 80 % a los 60 días de la primera.

Por otra parte, el incremento de dosis en el tratamiento base produjo aumentos de control modestos e inconsistentes, sin una respuesta proporcional a la dosis aplicada. Este comportamiento coincide con Kalsing *et al.* (2020), quienes señalaron que las aplicaciones únicas fueron insuficientes para controlar *B. verticillata*, y con Teixeira *et al.* (2022) y Sanches *et al.* (2025), quienes muestran que dosis mayores o combinaciones no aseguran un aumento proporcional del control debido a limitaciones en absorción y translocación.

Cuadro 7. Número de tratamientos y participación (%) según categorías de eficacia de control (escala EWRS) para la estrategia de aplicación secuencial a los 30, 45 y 60 días después de la aplicación (DDA).

DDA	Eficacia de control (%)						
	Bajo (<70)		Regular (70–<80)		Medio/Superior (≥80)		Total tratamientos
30	33	(75%)	5	(11%)	6	(14%)	
45	40	(75%)	11	(21%)	2	(4%)	53
60	25	(86%)	2	(7%)	2	(7%)	29

El Cuadro 8 presenta un ensayo representativo que ilustra el comportamiento comparativo de los tratamientos secuenciales. La inclusión de paraquat + diuron como primer tratamiento incrementó de forma consistente la eficacia de las segundas aplicaciones, con el efecto más pronunciado a 45 DDA. En este momento, los incrementos de control oscilaron entre 53 % y 235 %, con los valores más altos para las segundas aplicaciones con glufosinato + sulfometuron + clorimuron y glufosinato + metiltiocarbazone + idosulfuron, respectivamente. Este último también mostró un aumento del 100 % de control a los 60 DDA. En conjunto, estos resultados evidencian que la aplicación inicial no solo aporta control inmediato, sino que puede potenciar la persistencia del efecto, aunque su magnitud depende de la combinación de principios activos.

Cuadro 8. Control e incremento relativo (%) atribuido a la primera aplicación en tratamiento secuencial Ensayo presentado a modo ilustrativo.

1ª	Momento de aplicación 2ª	30 DDA		45 DDA		60 DDA	
		Control (%)	Incremento (%)	Control (%)	Incremento (%)	Control (%)	Incremento (%)
Paraquat + Diuron	(Paraquat + Diuron) + (Sulfometuron + Clorimuron)	77	22	70	100	25	14
Sin aplicación	(Paraquat + Diuron) + (Sulfometuron + Clorimuron)	63	-	35	-	22	-
Paraquat + Diuron	(Paraquat + Diuron) + Atrazina 90%	85	9	75	50	22	22
	(Paraquat + Diuron) + Atrazina 90%	78		50		18	
Paraquat + Diuron	(Paraquat + Diuron) + (Metiltiocarbazone + Idosulfuron)	78	11	53	96	25	67
	(Paraquat + Diuron) + (Metiltiocarbazone + Idosulfuron)	70		27		15	
Paraquat + Diuron	Glufosinato + (Sulfometuron + Clorimuron)	62	32	58	53	22	10
	Glufosinato + (Sulfometuron + Clorimuron)	47		38		20	
Paraquat + Diuron	Glufosinato + Atrazina 90%	66	10	43	87	22	29
	Glufosinato + Atrazina 90%	60		23		17	
Paraquat + Diuron	Glufosinato + (Metiltiocarbazone + Idosulfuron)	60	5	67	235	30	100
	Glufosinato + (Metiltiocarbazone + Idosulfuron)	57		20		15	

El control químico de Borreria tiene eficacia limitada cuando se basa en aplicaciones únicas o aumentos de dosis; el doble golpe mejora el control inicial, pero las estrategias secuenciales con herbicidas residuales fueron las más estables y efectivas en el tiempo

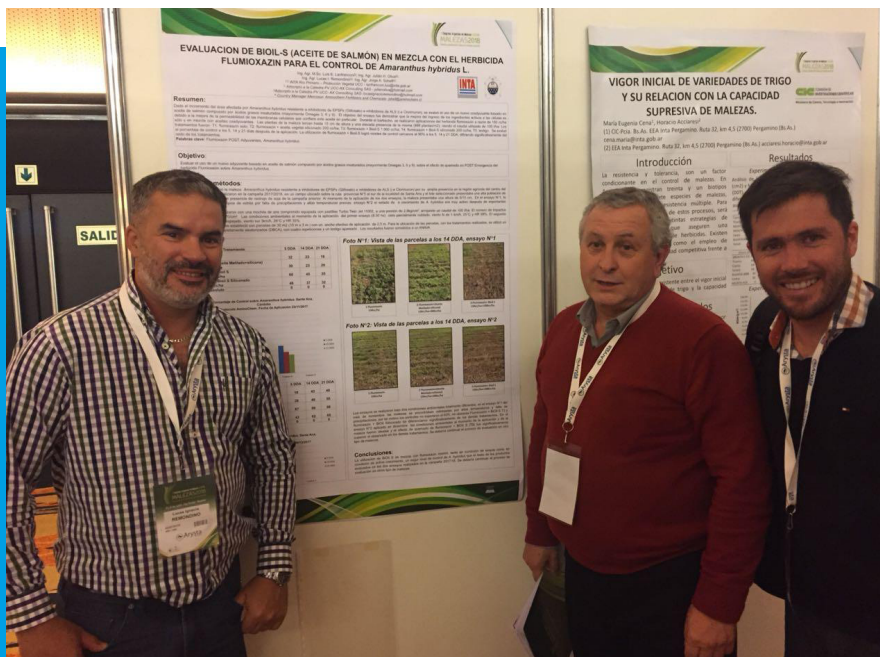
CONCLUSIONES

Las características morfoanatómicas de *B. verticillata* limitan la absorción y traslocación de herbicidas sistémicos, resultando en bajos niveles de control. El glifosato no fue eficaz, independientemente de la dosis, y los herbicidas hormonales tampoco mostraron mejoras, ni solos ni en mezcla. En contraste, el glufosinato en combinación con inhibidores del fotosistema II incrementó el control inicial y retrasó el rebrote. En estrategias de doble golpe, paraquat y glufosinato como segunda aplicación mostraron mayor eficacia que otros herbicidas de contacto. La síntesis de 28 ensayos de campo en Córdoba evidenció que el control químico presenta eficacia limitada y difícil de sostener cuando se basa en aplicaciones únicas o aumento de dosis. El doble golpe mejora el control inicial, pero no supera consistentemente el 80 % a los 30 DDA. En cambio, las estrategias secuenciales con herbicidas residuales mostraron mayor estabilidad en el tiempo.

En conjunto, el manejo efectivo requiere esquemas planificados que prioricen la persistencia del control. El control químico por sí solo no es suficiente, por lo que deben integrarse prácticas complementarias como rotación de cultivos, reducción del banco de semillas y uso de cultivos de invierno y/o cobertura.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Dra. Adriana Viglianco por la revisión crítica del manuscrito y las sugerencias realizadas. Asimismo, se agradece a los productores y a las empresas que facilitaron la realización de los ensayos.



Equipo de trabajo

BIBLIOGRAFÍA

- ASOCIACION ARGENTINA DE PRODUCTORES DE SIEMBRA DIRECTA, AAPRESID (2024) Borreria, ¿aumentó su tolerancia? <https://www.aapresid.org.ar/blog/borreria-aumento-tolerancia>
- ALBRECHT AJP, LORENZETTI JB, ALBRECHT LP, DANILUSSI MTY, BARROSO AAM & SILVA AFM (2022) Herbicide efficacy on *Spermacoce verticillata* control and selectivity for maize plants. *Weed Control Journal*, **21**, e202200769. <https://doi.org/10.7824/wcj.2022;21:00769>
- BURDYN B (2020) Optimización del control químico en especies de *Borreria* en agro-ecosistemas del centro de la Provincia de Chaco. Tesis de maestría, Universidad Nacional del Nordeste. <https://repositorio.inta.gov.ar/handle/20.500.12123/13367?locale-attribute=en>
- CORTÉS E, REMONDINO L, PANIGO E, DELLAFERRERA I & BALBI J (2023) Caracterización de poblaciones de *Spermacoce verticillata* con sensibilidad diferencial a glifosato. En Actas IV Congreso Argentino de Malezas (ASACIM).
- DAVIS S, MANGOLD J, MENALLED F, ORLOFF N, MILLER Z & LEHNHOFF E (2018) A meta-analysis of field bindweed (*Convolvulus arvensis*) management in annual and perennial systems. *Weed Science*, **66**, 4, 540–547. <https://doi.org/10.1017/wsc.2018.25>
- DIESEL F, TREZZÍ MM, GALLON M, BALBINOT JR., A. A., & PAGNONCELLI, F. B. (2018). Tolerance to glyphosate in broadleaf buttonweed (*Borreria latifolia*) and white-eye (*Richardia brasiliensis*) biotypes. *Planta Daninha*, **36**:e018175310. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582018360100137>
- DI RIENZO J, CASANOVES F, BALZARINI M, GONZALEZ L, TABLADA M & ROBLEDO C (2022) InfoStat versión 2020. Centro de Transferencia InfoStat. FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Recuperado de <http://www.infostat.com.ar>
- FADIN DA (2017) Aspectos da biologia e do controle químico de *Spermacoce verticillata* L. Tesis de maestría, Universidade Federal de São Carlos. <https://repositorio.ufscar.br/items/d7542b6a-cde2-4cdb-915f-5cee3ab68518>
- FADIN DA & MONQUERO PA (2019) Leaf characterization of *Spermacoce verticillata* at three stages of development. *Aust. J. Crop Sci.* **13**, 792–797, doi:10.21475/ajcs.19.13.05.p1663
- FADIN DA, TORNISIELO VL, BARROSO A.A.M, RAMOS S, REIS FC & MONQUERO PA. (2018). Absorption and translocation of glyphosate in *Spermacoce verticillata* and alternative herbicide control. *Weed Res.*, **58**, 5, 389-96. <https://doi.org/10.1111/wre.12329>
- FLORA ARGENTINA. (2018). *Borreria verticillata*. Instituto de Botánica Darwinion. ConoSur <https://buscador.floraargentina.edu.ar/especies/details/5380>
- GARGANTINI AC (2018) Manejo integrado para el control de *Borreria verticillata* en la región sojera del centro del país (Tesis). Universidad Católica de Córdoba, Argentina.
- GLOBAL INVASIVE SPECIES DATABASE (2026) Species profile: *Spermacoce verticillata*. Recuperado de <http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=1417>, 03-01-2026.
- GOUBEIA SE DE O, SANTOS ND, DALLANORA FL, SILVAAC DA & PETTER FA (2025) Tolerância de espécies dos gêneros *Spermacoce* e *Borreria* ao herbicida glifosato. *Nativa – Scientific Journal of Biology and Health Sciences*, **13**, 2, 202-215. DOI: <https://doi.org/10.31413/nat.v13i2.19055>
- HERBICIDE RESISTANCE ACTION COMMITTEE, HRAC (2024) Global Herbicide MoA Classification. <https://hracglobal.com/tools/2024-hrac-global-herbicide-moa-classification>
- JORDAN DL, YORK AC, GRIFFIN JL, CLAY PA, VIDRINE PR & REYNOLDS DB. (1997) Influence of Application Variables on Efficacy of Glyphosate. *Weed Technology*, **11**, 2, 354-362. doi:10.1017/S0890037X00043062
- KALSING A, ROSSI CVS, LUCIO FR, MINOZZI GB, GONÇALVES FP & VALERIANO R. (2020). Efficacy of control of glyphosate-tolerant species of the Rubiaceae family through double knockdown applications. *Planta Daninha*, **38**, e020190700. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582020380100070>
- KASASIAN L (1964) The Chemical Control of *Borreria verticillata*. *Weeds*, **12**, 2, 146-146. doi:10.2307/4040618.
- LANFRANCONI L, OLIVA J, REMONDINO L, ANDREY C, SOFANELLI P & VALENTE NP (2017) *Malezas problema en el centro norte de Córdoba. Estudio de patrones de germinación para su manejo*. Recuperado de: <http://gruporioseco.com.ar/informes/flujo-de-emergencias-grs-inta-ucc.pdf>
- LEGUIZAMÓN M (2015) *Malezas problema en el centro-norte de la provincia de Córdoba*. Red de Manejo de Malezas (REM), Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa (AAPRESID).
- OLIVA J, DE LA VEGA M, CORTES E, LANFRANCONI L & REMONDINO L (2021) Métodos de evaluación de fitotoxicidad y eficacia. *Malezas (ASACIM)*, **6**, 36–49. <https://asacim.org.ar/wp-content/uploads/2024/09/Malezas6-OLIVA-ETAL-dic2021.pdf>
- RED AGROPECUARIA DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA, RAVIT (2020) *Crece el problema de las malezas en Córdoba: Relevamiento de RAVIT en el norte provincial* (Informe técnico). El Popular Hoy. https://www.elpopularhoy.com/crece-el-problema-de-las-malezas-en-cordoba_a64ea5a9fe365e7fb13981b23
- SANCHES AKS, WITTER APW & ACCETTI JMS (2025) Controle químico em pré-emergência e pós-emergência de *Spermacoce verticillata*. *AREV*, **7**(2), <https://doi.org/10.56238/arev7n2-230>
- TEIXEIRAAGT, FERREIRA JCC, DIAS FF, NUNES DM & GONÇALVES GS (2022) Eficiência de glyphosate no controle de *Spermacoce verticillata* L. em diferentes estágios de desenvolvimento. *ForScience*, **10**, 2, e01144. <https://doi.org/10.29069/forscience.2022v10n2.e1144>
- WERTH J, THORNBY D, KEENAN M, HERWARD J & CHAUHAN BS (2021) Effectiveness of glufosinate, dicamba, and clethodim on glyphosate-resistant and -susceptible populations of five key weeds in Australian cotton systems. *Weed Technology*, **35**, 6, 967–973. <https://doi.org/10.1017/wet.2021.59>
- WORLD FLORA ONLINE, WFO (2026) *Borreria verticillata* (L.) G.Mey. Recuperado de <http://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0000362385>, 02 Jan 2026.