



*Universidad Nacional del Nordeste*



*Facultad de Ciencias Agrarias*

**Maestría de Producción Vegetal**

**“Optimización del control químico en  
especies de *Borreria* en agro-ecosistemas  
del centro de la Provincia de Chaco”**

**Tesista: Ing. Agr. Belén Burdyn**

**Director: Dr. Ing. Agr. Eduardo Puricelli**

**Co-Director: Dr. Ing. Agr. José Tarragó**

## **Agradecimientos**

- A mi codirector, Ing. Agr. José Tarragó, por sus aportes constantes de conocimientos, sugerencias y acompañamiento durante toda esta etapa.
- A mi director, Ing. Agr. Eduardo Puricelli, por su colaboración durante el desarrollo de este trabajo.
- A la Ing. Agr. Julieta Rojas, por su constante predisposición brindándome su valiosa ayuda.
- A la Ing. Agr. Graciela Guevara, por compartir sus conocimientos, experiencias de forma permanente y desinteresada.
- A Víctor Verón, quien me ha ayudado y acompañado durante toda esta etapa brindándome su cariño y apoyo.
- A mi familia por estar siempre presentes, acompañándome incondicionalmente.
- A la Facultad de Ciencias Agrarias por abrirme nuevamente sus puertas y brindarme la formación de posgrado.
- A mis compañeros y amigos de maestría y trabajo, con los cuales compartimos durante tanto tiempo.
- A mis amigos, compañeros y a todas aquellas personas que hicieron que estos años hayan sido más fáciles de sobrellevar.

## Índice general

Agradecimientos .....	II
Índice general .....	III
Índice de figuras .....	V
Índice de tablas.....	VII
Abreviaturas y siglas.....	VIII
Resumen .....	IX
Abstract .....	XI
Introducción general: .....	1
Malezas del género <i>Borreria</i> , descripción morfológica, taxonómica y problemática para su control .....	1
Introducción .....	2
ESTRUCTURA DE LA TESIS .....	11
HIPÓTESIS DE TRABAJO .....	12
OBJETIVO GENERAL.....	13
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
Capítulo I .....	14
Identificación, abundancia y flujo de emergencia de las especies del género <i>Borreria</i> presentes, en los agro-ecosistemas del centro de la Provincia del Chaco. ....	14
Introducción .....	15
Descripción botánica del género .....	17
Caracterización del área de estudio .....	18
Materiales y métodos.....	19
Determinación de las especies de <i>Borreria</i> presentes en los agro ecosistemas de la región .....	19
Determinación de constancia, abundancia-dominancia, frecuencia y estado fenológico de <i>Borreria</i> y las demás especies con la que se encontraba .....	19
Flujo de emergencia.....	22
Resultados y discusión .....	23
Identificación de especies de <i>Borreria</i> .....	23
Determinación de constancia, abundancia-dominancia, frecuencia y estado fenológico de <i>B. spinosa</i> y las especies acompañantes .....	26
Diversidad florística .....	32
Dinámica de emergencia de <i>Borreria spinosa</i> . ....	34
Conclusiones .....	36
Capítulo II .....	38
Eficacia del control de herbicidas postemergentes en condiciones controladas.....	38

Introducción .....	39
Materiales y métodos.....	41
Ensayo a campo.....	41
Ensayo con plantas en macetas bajo condiciones semi controladas .....	42
Diseño experimental y análisis de datos.....	43
Capítulo III .....	51
Eficacia de herbicidas preemergentes sobre <i>Borreria spinosa</i> , en un barbecho previo a la siembra del cultivo de soja .....	51
Introducción .....	52
Materiales y Métodos.....	53
Resultados y Discusión.....	57
Conclusiones .....	63
Capítulo IV .....	64
Consideraciones generales y prospectivas futuras .....	64
Bibliografía.....	66

## Índice de figuras

Figura 1. Lote con alta abundancia de *Borreria spinosa*. Estación experimental INTA Sáenz Peña, Chaco, Argentina.

Figura 2. *Borreria spinosa*: A) imagen taxonómica; B) rama con inflorescencia; C) vaina estipular; D) flores pequeñas, blancas agrupadas en glomérulo globoso; E) xilopodio, tuberosidad radical con yemas; F) *Borreria spinosa* como malezas en el cultivo de soja.

Figura 3. Ubicación en la Provincia de Chaco de los sitios de estudio donde se determinó la especie presente (triángulos rojos) y la constancia, abundancia-dominancia (AD), frecuencia y estado fenológico de *Borreria spinosa* (triángulos azules).

Figura 4. Fitosociología de *Borreria spinosa* en lotes cultivados del centro de la provincia del Chaco. A) Abundancia-dominancia en porcentaje y B) Estado fenológico de *Borreria spinosa*.

Figura 5. Análisis de componentes principales para las variables frecuencia, cobertura y estado fenológico de *Borreria spinosa* en relación al cultivo en el cual se realizó el censo y el cultivo o estado anterior en los 14 lotes monitoreados. (distancia euclídea).

Figura 6. Visualización de la distribución y agrupamiento de cada punto monitoreado, en relación a las variables y al cultivo antecesor.

Figura 7. Diversidad florística y constancia en porcentaje, de las especies presentes en los lotes relevados.

Figura 8. Ciclos de vida y hábito de crecimiento de las malezas relevadas en los lotes; A. Anuales y perennes; B. Poáceas y latifoliadas anuales; C. Poáceas y latifoliadas perennes.

Figura 9. Dinámica de emergencia de *Borreria spinosa* en función de la temperatura media mensual para los meses de agosto hasta marzo de los años 2015, 2016 y 2018.

Figura 10. Flujo de emergencia de *Borreria spinosa* y las precipitaciones ocurridas desde agosto 2015 a marzo del 2018.

Figura 11. Ensayo en Pampa del Infierno (Chaco) con alta densidad de *Borreria spinosa*. Elaboración propia.

Figura 12. Vista del ensayo de dosis-respuesta de herbicidas para control de *Borreria spinosa*.

Figura 13. Respuesta evaluada a través del porcentaje de control para diferentes ingredientes activos y combinaciones.

Figura 14. Diagrama cronológico de los ensayos 1, 2, 3 y 4. Fechas de evaluación en cada año y las plantas de *Borreria spinosa*.m<sup>2</sup> al momento de la aplicación.

## Índice de tablas

Tabla 1. Escala combinada de abundancia- dominancia de Braun-Blanquet 1979.

Tabla 2. Escala del estado fenológico.

Tabla 3. Descripción de los cultivos y antecesores en el que se la encontraron las especies de malezas al momento del censo en los 14 sitios relevados.

Tabla 4. Ingredientes activos, concentración y dosis utilizados en los ensayos para el control de *Borreria spinosa* realizados a campo

Tabla 5. Ingredientes activos, concentración y dosis por hectárea utilizado en los ensayos dosis respuestas.

Tabla 6. Ensayo de Flumioxazin y Fluroxipir con y sin el agregado de Glifosato.

Tabla 7. Parámetros de regresión estimados  $DL_{50}$ ;  $DL_{90}$  estimados para distintos ingredientes activos y mezclas a los 30 días de aplicados los tratamientos.

Tabla 8. Tratamientos de herbicidas, concentración en porcentaje, ingrediente activo por hectárea en gramos o litros utilizados en ensayos 1 y 2.

Tabla 9. Tratamientos de herbicidas, concentración en porcentaje, ingrediente activo por hectárea en gramos o litros utilizados en ensayos 1 y 2.

Tabla 10. Porcentaje de control de *Borreria spinosa* en los 4 años estudiados, observados a los 15, 30 y 45 DDA.

Tabla 11. Porcentaje de control de *Borreria spinosa* en 2 años estudiados, observados a los 15, 30 y 45 DDA.

**Abreviaturas y siglas**

AD: Abundancia-dominancia

ALAM: Asociación Latinoamericana de Malezas

ALS: Acetolactato sintetasa

°C: Grados centígrados

Conc: Concentración

DDA: Días después de la aplicación

EE: Error estándar

EEA: Estación Experimental Agropecuaria

g i.a.ha<sup>-1</sup>: Gramos ingrediente activo por hectárea

ha: Hectárea

i.a: Ingrediente activo

INTA: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

kg.ha<sup>-1</sup>: Kilogramos por hectárea

l.ha<sup>-1</sup>: Litros por hectárea

NEA: Nordeste Argentino

PPO: Protoporfirina Oxidasa

SD: Siembra directa

Trat: Tratamiento



## Resumen

El género *Borreria* cobró relevancia como maleza en los últimos años por su difícil control, debido principalmente a su capacidad de tolerar los tratamientos con Glifosato y por tener una gran capacidad adaptativa y un complejo sistema de multiplicación (semillas y órganos vegetativos). En esta tesis se propone conocer aspectos de la dinámica poblacional de *B. spinosa*, así como la optimización de su control químico en los agro-ecosistemas del centro de la Provincia de Chaco (Argentina). Para la identificación de las especies de *Borreria* presentes en la zona de estudio, se relevaron 16 lotes con alta infestación de la maleza, se recolectaron ejemplares completos en estado reproductivo, que fueron herborizados para su posterior identificación. Para la determinación de la constancia, abundancia-dominancia, frecuencia y el estado fenológico de las poblaciones de *Borreria* spp. se relevaron 14 campos agrícolas. Los datos se analizaron mediante un análisis multivariado de componentes principales. Para la evaluación de flujo de emergencia se determinó quincenalmente la emergencia de *Borreria*. Además, se cultivaron plantas en macetas con xilopodio formado las cuales fueron sometidas a aplicaciones de cinco herbicidas con nueve dosis. A los 30 días de realizado el ensayo se observó el porcentaje de control visual y su relación con la dosis, las cuales se analizó mediante un modelo log-logístico. Se realizaron ensayos a campo donde se evaluaron distintos herbicidas preemergentes para el control de malezas en el cultivo de soja. Se evaluó la eficacia biológica a campo a los 15, 30 y 45 días después de las aplicaciones. Todos los ejemplares del género recolectados en el relevamiento realizado se identificaron como *B. spinosa*, con una mayor presencia frente a las demás especies que integran la comunidad. Se determinó que la emergencia de *B. spinosa* se produce desde agosto hasta abril con dos picos, el primero en noviembre y el segundo en marzo, coincidiendo con el ciclo de los cultivos estivales, lo que permite establecer los momentos de control de las plantas emergidas temprano en el ciclo evitando que la

planta se establezca. En los ensayos de dosis-respuesta realizados en macetas bajo condiciones controladas se encontró que la mezcla realizada con Flumioxazin + Fluroxipir logra el mayor control de la especie con menor i.a.ha<sup>-1</sup>, siendo su DL<sub>50</sub> 4,72 g i.a.ha<sup>-1</sup>. Similares resultados se obtuvieron de los ensayos a campo en un barbecho previo a la siembra de soja, en el cual el principio activo Flumioxazin mantiene el control de *B. spinosa* a lo largo del tiempo cuando se aplica solo o en mezcla con Fluroxipir.

**Palabras claves:** malezas, sistemas agrícolas, región chaqueña, herbicidas, control.

## Abstract

The genus *Borreria* became relevant as weeds in recent years due to its difficult control, mainly due to its ability to tolerate glyphosate treatments and to have a large adaptive capacity and a complex multiplication system (seeds and vegetative organs). In this thesis it is proposed to know aspects of the population dynamics of *B. spinosa*, as well as the optimization of its chemical control in the agro-ecosystems of the center of the Province of Chaco (Argentina). For the identification of the *Borreria* species present in the study area, 16 lots were relieved with high weed infestation, complete specimens were collected in a reproductive state, which were herbalized for later identification. For the determination of constancy, abundance-dominance, frequency and the phenological state of the populations of *Borreria* spp. 14 agricultural fields were relieved. Data were analyzed using a multivariate analysis of main components. The emergency of *Borreria* was determined biweekly for the emergency flow assessment. In addition, plants were grown in pots with xylopodium formed which were subjected to applications of five herbicides with nine doses. After 30 days of the test, the percentage of visual control and its relationship with the dose were observed, which was analyzed using a logistic logistic model. Field trials were conducted where different pre-emergent herbicides were evaluated for weed control in soybean cultivation. Biological efficacy was evaluated in the field at 15, 30 and 45 days after applications. All specimens of the genus collected in the survey were identified as *B. spinosa*, with a greater presence compared to the other species that make up the community. It was determined that the emergence of *B. spinosa* occurs from August to April with two peaks, the first in November and the second in March, coinciding with the cycle of summer crops, which allows to establish the control moments of the emerged plants early in the cycle avoiding that the plant is established. In the dose-response tests carried out in pots under controlled conditions, it was found that the mixture made with Flumioxazin + Fluroxipir achieves the greatest control of the species with lower i.a.ha<sup>-1</sup>, with its LD<sub>50</sub>

being 4.72 g i.a.ha<sup>-1</sup>. Similar results were obtained from field trials in a fallow area prior to soybean planting, in which the active substance Flumioxazin maintains control of *B. spinosa* over time when applied alone or in a mixture with Fluroxipir.

**Keywords:** weeds, agricultural systems, Chaco region, herbicides, control

**Introducción general:  
Malezas del género *Borreria*,  
descripción morfológica, taxonómica  
y problemática para su control**

## Introducción

Las definiciones de malezas son variadas, pero en general tienen en cuenta aspectos antrópicos. Para Emerson (1878) son plantas con virtudes que aún no han sido encontradas. Según Klingman (1961) son plantas que crecen fuera de lugar o que crecen donde no son deseadas. La Weed Science Society of America (WSSA, 1994) define a una maleza como cualquier planta o vegetación que interfiere con los objetivos, actividades o necesidades del hombre.

Las malezas compiten con los cultivos por los nutrientes del suelo, el agua y la luz; hospedan insectos y muchas veces patógenos dañinos a los cultivos. Sus exudados de raíces y/o de las hojas pueden ser tóxicos para las plantas cultivadas. Las malezas además interfieren con la cosecha del cultivo e incrementan los costos de tales operaciones. Además, en la cosecha, las semillas de las malezas pueden contaminar la producción. Por lo tanto, la presencia de malezas en las áreas de cultivo reduce la eficiencia de los insumos tales como el fertilizante y el agua de riego, fortalecen la densidad de otros organismos y plagas y, finalmente, reducen severamente el rendimiento y calidad del cultivo (Labrada y Parker, 1996).

Una definición más reciente del tema describe a las malezas como un término genérico, antrópico, de origen agronómico que califica o agrupa a diferentes tipos de plantas con una característica común: crecer espontánea y rápidamente en un momento y lugar dado, resultando molestas e indeseables para el hombre, principalmente en sistemas agrícolas, donde se propagan generando sombra, agotamiento de nutrientes, alelopatía, inclusión de enfermedades, además de otros factores de competencia para el cultivo (Pysek *et al.*, 2004).

La espontaneidad de crecimiento de las malezas no discrimina entre lugares cultivados o no cultivados, por lo que además de ser perturbadoras en sistemas agrícolas también lo son en aspectos sociales de salubridad cuando ocupan terrenos en zonas urbanas. Las investigaciones realizadas en otros países documentan

ampliamente estudios sobre malezas urbanas, incluyendo no solamente una lista de especies sino también diferenciando a las nativas de las exóticas (Vibrans, 1998; Chacón y Saborío, 2006).

Considerando el grado de infestación o el número de malezas, éstas en la mayoría de los casos, están presentes en elevada densidad y cobertura lo cual requiere prácticas de control para que no produzca pérdida en los cultivos. De este modo, el grado de infestación de malezas y su subsecuente control son factores determinantes de la producción final de granos que pueda obtener el agricultor (Ormeño, 1998; Rossi *et al.*, 2015).

Los perjuicios que causan las malezas a los cultivos se evidencian principalmente a través de la competencia de los recursos y de la alelopatía. Trabajos realizados en el sudeste bonaerense de Argentina, con cultivos bajo siembra convencional y sin control de malezas, mostraron reducciones promedio en los rendimientos de 76 % en soja, 65 % en maíz y hasta 38 % en girasol (Garay *et al.*, 2003). Las magnitudes de las pérdidas varían mucho según el cultivo, el sistema de labranza, las condiciones edáficas, climáticas y las especies de malezas presentes en el lote. Otra manera de inferir sobre la magnitud de las pérdidas que ocasionan las malezas a los cultivos es a través del gasto que se invierte para su control el cual para el año 2016 fue de 1.300 millones de dólares para combatir este problema (Palau *et al.*, 2015).

La diversidad de climas en nuestro país y características edáficas confieren la posibilidad de abordar producciones heterogéneas que diversifican la matriz productiva nacional. La superficie total de la Argentina es de 274 millones de hectáreas de las cuales durante la campaña 2018/19 la cosecha total alcanzaría las 147 millones de toneladas, lo que constituye un récord absoluto para la producción agrícola de la Argentina, de acuerdo con los registros históricos, correspondiendo 41 % a oleaginosas, y el resto a cereales y otros granos (MAGyP-SIIA, 2019).

Argentina es uno de los principales productores de soja a nivel mundial después de Estados Unidos y Brasil. En nuestro país esta oleaginosa es uno de los productos que provee mayores ingresos de divisas, utilizando en la actualidad el 55 % de los casi 37 millones de hectáreas que se siembran, seguida por los cultivos de maíz y trigo que en conjunto representan el 26 %, de la superficie sembrada. Fenómeno similar ocurre en Brasil, donde sobre unos 65,4 millones de hectáreas cultivables, casi el 50 % se destinan a soja, mientras que en Estados Unidos la proporción cambia y sobre unas 108 millones de hectáreas, poco más del 30 % se destina a soja, y el 55 % son sembradas con maíz y trigo (Ybran y Lacelli, 2016). La región del NEA ha sido considerada como área marginal para el desarrollo de la soja, pero en la provincia del Chaco se ha manifestado un crecimiento sostenido, coincidiendo con las sucesivas crisis que ha presentado el algodón en los últimos 25 años, y favorecido por las nuevas técnicas de cultivo que permitieron que esta especie, de acuerdo a su variedad, sea adaptable a las distintas condiciones agroecológicas de este espacio geográfico. En 1990 en esta misma provincia la diferencia del algodón sobre la soja era de 317.000 hectáreas mientras que a partir de 1998 comenzó un proceso de crecimiento de la superficie cosechada con soja que tuvo como punto de mayor distancia entre ambas producciones el año 2002, cuando la diferencia a favor de la soja fue de 666.200 ha. El crecimiento de la superficie cosechada de soja y la caída del algodón representaron un dato de importancia al momento de considerar el avance del agro negocio y la frontera agrícola (MAGyP-SIIA, 2013). Los agricultores, con dimensión de inversión suficiente, se volcaron hacia la soja; mientras que los pequeños permanecieron bajo el ala del Estado en la producción del textil (Bageneta, 2016). Este crecimiento obedece, en parte, a la incorporación de tierras a la agricultura, como así también a la sustitución de cultivos. El cambio más significativo ha sido el retroceso del cultivo de algodón y su reemplazo por la siembra de oleaginosas. En la campaña 2014/15, la soja y el girasol, aportaron el 4% del total de



la superficie cultivada de oleaginosas en el país, representando con un 11% en la producción nacional (MHyFP, 2016).

Una limitante para la producción de cereales y oleaginosas es el control de malezas, el cual fue evolucionando a través del tiempo. Al inicio de la lucha contra las malezas, en la década del 60, el control se llevaba a cabo utilizando unos pocos herbicidas hormonales y labranzas, considerando a estos compuestos como la solución del problema.

En la década del 70, el cultivo de soja se introdujo al sistema productivo, acompañado por los herbicidas selectivos y en el año 1976 comenzó a comercializarse en el país el Glifosato con la marca comercial Round Up® mientras que los tratamientos herbicidas de postemergencia se complementaban con escardas posteriores (Satorre *et al.*, 2003; Papa y Tuesca, 2013).

En los años 80, se desarrollaron herbicidas inhibidores de la acetolactato sintetasa (ALS), familia que incluía a herbicidas caracterizados por su alta eficiencia, amplio espectro, selectividad, poder residual y baja toxicidad para animales, lo que se traducía en una simplificación del control de malezas (Papa y Tuesca, 2013). El mal uso de esta tecnología generó la aparición del primer caso de resistencia en Argentina: *Amaranthus quitensis*, resistente a inhibidores de ALS, provocando numerosas pérdidas de productividad en la campaña 1995/96, difundiéndose de modo rápido por el sureste de Córdoba (López Andino, 2011).

Durante la década del 90, el mercado argentino de agroquímicos acompañó el crecimiento de la producción agrícola, que se caracterizó por el logro de cosechas récord y el incremento del área cultivada con siembra directa. Sin embargo, en los últimos años de la década del 90 se produjo una caída en el consumo de productos, lo cual se explicaría, en parte, por el incremento del área sembrada con soja transgénica resistente a herbicidas (Satorre *et al.*, 2003). En el período desde 1991 a 1997, el laboreo intensivo en rotaciones de cultivos con herbicidas tradicionales aumentó la frecuencia de malezas latifoliadas, siendo mayor su densidad en labranza

convencional con respecto a siembra directa (Puricelli *et al.*, 2005). En 1996, ingresaron al sistema productivo cultivares de soja resistentes a Glifosato, denominada soja RR, simplificando aún más el manejo de malezas debido a la facilidad de uso de este herbicida, su amplio espectro de control, bajo costo y gran selectividad, utilizado como herramienta para solucionar el problema de resistencia a inhibidores de ALS, lo que provocó una merma en la diversidad de herbicidas utilizados en soja (Papa y Tuesca, 2013). La problemática del control de malezas con herbicidas comenzó alrededor del año 2000 cuando se observaron en diferentes zonas agrícolas de nuestro país poblaciones de malezas de difícil control con las dosis de uso habitual de Glifosato (Papa *et al.*, 2002; Leguizamón, 2007 b). Ésta situación local, fue similar a lo observado en Estados Unidos donde varias malezas latifoliadas anuales de difícil control se han constituido en malezas invierno-primaverales problemáticas (Hartzler y Pringnitz, 2001). De ésta manera el Glifosato se transformó en un herbicida de uso durante todo el año sin importar el tamaño de las malezas para su control (López Andino, 2011). Ésta tecnología permitió la producción de soja en áreas donde antes no era factible. En Argentina solo en la campaña 2010/11 se emplearon 256 millones de litros del producto comercial (Papa y Tuesca, 2013).

Como se explicó anteriormente, desde la introducción de la soja RR en el mercado argentino el manejo de malezas se realizó casi exclusivamente mediante el uso de herbicidas a base de Glifosato utilizado de forma rutinaria, sin considerar aspectos de la biología de las malezas ni su integración en programas de manejo que involucren otras técnicas de control, de manera que la importancia de las malezas en la región, parece responder a la consolidación de un modelo productivo basado en escasas rotaciones y en una alta dependencia de un número reducido de herbicidas (Vitta *et al.*, 1999). Como consecuencia de este manejo se generó una alta presión de selección de Glifosato sobre las poblaciones de malezas lo que favoreció el incremento en abundancia de especies tolerantes y la generación de biotipos resistentes (Vila-Aiub *et al.*, 2008; Tuesca, 2011).

El incremento en la abundancia de malezas tolerantes y biotipos resistentes a varios de los principios activos más usados hace que actualmente la agricultura este pasando por una problemática de pérdida de eficacia en los controles de malezas mediante la aplicación de herbicidas lo que pone en riesgo la sustentabilidad económica y ambiental de estos sistemas. En este sentido la definición de *resistencia* según la Weed Science Society of America es la capacidad que adquiere la población, de una especie de soportar una dosis de herbicida que con anterioridad le afectaba intensamente. Se admite que la resistencia se genera como consecuencia de la eliminación de los biotipos susceptibles de la maleza por acción del herbicida lo que determina el aumento en la frecuencia de los biotipos resistentes preexistentes en la población aunque con muy baja frecuencia. Mientras que la *tolerancia* es la capacidad innata que tienen los individuos de una especie de soportar la dosis de uso de un herbicida debido a características morfológicas y/o fisiológicas que le son propias, por lo que las poblaciones tolerantes a un herbicida nunca antes, fueron susceptibles (WSSA, 1998.)

En la actualidad hay 512 casos únicos de malezas resistentes a herbicidas en todo el mundo, con 262 especies (152 dicotiledóneas y 110 monocotiledóneas), desarrollando resistencia a 23 de los 26 sitios de acción de herbicida conocidos y a 167 herbicidas diferentes (Heap, 2020). En Argentina, el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria, declaró a 20 especies de malezas resistentes (SENASA, 2020). Además del SENASA en nuestro país existe una “Red en conocimientos en malezas resistentes” (REM) donde se registran las alertas de resistencia a herbicidas y elabora mapas y cuadros actualizados donde se visualiza esta problemática y en la cual se han reportado la presencia de 36 biotipos resistentes en 20 especies diferentes (REM, 2018).

Los cambios en los sistemas de producción vinieron de la mano del uso de variedades resistentes al herbicida Glifosato, en el cual se reemplazaron las labranzas por el control químico, lo que implicó un nuevo cambio en el tipo de disturbio

dominante y produjo nuevas trayectorias de sucesión en las comunidades de malezas (De la Fuente *et al.*, 1999; 2006). La eliminación casi completa de las labranzas, el factor más importante de disturbio del suelo, promovió cambios importantes en el ambiente abiótico percibido por las malezas, mientras que la acumulación del rastrojo del cultivo sobre la superficie del suelo produjo cambios en los patrones de temperatura y humedad en el horizonte superficial del suelo, modificando la disponibilidad de recursos y el microambiente percibido por las semillas de malezas presente (De la Fuente *et al.*, 1999). Otros cambios se dieron en la distribución vertical de las semillas de malezas en el perfil del suelo, las que se acumulan, en mayor proporción, sobre la superficie del suelo observándose la ocurrencia de algunas formas de vida perennes dentro de los lotes agrícolas, incluyendo especies leñosas tales como la acacia negra (*Gleditsia triacanthos*), hecho inédito para las Pampas (Ghersa y Martínez, 2000; Ghersa *et al.*, 2002).

Si bien las malezas resistentes son en la actualidad una preocupación a la hora de planificar el control de las mismas, existe otro grupo que son tolerantes y que han cobrado abundancia en los últimos años en los sistemas de producción de cereales y oleaginosas. A estas especies también se las llaman de difícil control y corresponden principalmente a latifoliadas y entre las que se encuentra *Borreria* sp., maleza importante con una alta frecuencia en los barbechos de lotes agrícolas de las provincias de Chaco y Santiago del Estero (Haidar, 2012).

En un relevamiento realizado por Druetta *et al.*, (2015) en lotes agrícolas de la región este de Santiago del Estero, en el cual registraron una riqueza florística, frecuencia y abundancia de las especies malezas presentes y concluyeron que las representantes del género *Borreria* son las más abundantes, probablemente por ser de difícil control. Esta situación fue observada en el área del centro chaqueño en la zona de estudio, comunicación personal con la Ingeniera Graciela Guevara donde observó la abundante presencia de *Borreria* sp. (Figura 1).



Figura 1. Lote con alta abundancia de *Borreria spinosa* en la Estación experimental INTA Sáenz Peña, Chaco, Argentina.

El género *Borreria* pertenece a la familia *Rubiaceae*, una de las familias con más especies dentro de las angiospermas con distribución cosmopolita, las cuales se encuentran concentradas en regiones tropicales y subtropicales (Ulate y Salas, 2010).

En la optimización del control en malezas, es de gran importancia conocer la relación entre la dosis de un herbicida y la respuesta de la planta para comenzar a dilucidar su mecanismo de acción (Seefeldt *et al.*, 1995).

Antecedentes en el control de especies del género *Borreria* sobre un año de ensayos, sugieren que la combinación de Glifosato con Clorimurón y Glifosato con Fomesafen, permitió controlar un 90 % a *Borreria* sp. a los 10 días después de la aplicación y un 100 % a los 20 días después de la misma. Estos resultados fueron el producto de un año de ensayo, por lo cual no puede brindar resultados que se puedan llevar a la práctica, recomendaciones definitivas de uso para el control de la especie considerada (Ledda y Guevara, 2005). La falta de la correcta identificación de la especie con la que se realizó el trabajo produce limitaciones en la implementación en un control eficiente de la especie. En comunicación personal con técnicos asesores y productores de la zona ambos coincidían en que la especie que se encontraba en la

zona era *Borreria verticillata*. En otro estudio, se determinó que la utilización de Glifosato en mezcla con Metolacoloro y Saflufenacil, mejora el efecto desecante de este último, lográndose un control de 83 % a los 16 días después de la aplicación y disminuyendo significativamente el rebrote de *Borreria verticillata* (Remondino *et al.*, 2011).

Los estudios de la dinámica poblacional de una maleza pueden ser útiles para, identificar los cambios en los estados demográficos y también para conocer los procesos demográficos particulares, que resulten críticos para el crecimiento de la población, donde interrumpir el ciclo de vida de una maleza a través de aplicación de herbicidas u otras medidas de control (Cousens y Mortimer, 1995). Varios procesos diferentes regulan el crecimiento de la población, aunque sólo unos pocos de ellos pueden ser fuertemente afectados por las prácticas agronómicas (Scursoni *et al.*, 1999). La etapa de plántula suele ser es la más vulnerable (Fenner, 1985). Así lo demostró Martins (2008), donde realizó aplicaciones en *Borreria spinosa* en la etapa fenológica de 3 pares de hojas y obtuvo un control del 84% de las plántulas, pasando esta etapa el control disminuye. Pulverizaciones con herbicidas postemergentes en un cultivo de cebada con alta infestación, redujeron la tasa de supervivencia de las plántulas *Avena fatua* a un 30 %, en contraste con un 100 % de supervivencia en un cultivo sin tratar (Scursoni *et al.*, 1999).

Por otro lado, la abundancia de una especie anual está gobernada por la producción de semillas (fecundidad) de las plantas sobrevivientes al control. El conocimiento de la dinámica poblacional es necesario para mejorar las decisiones de manejo, ya que una correcta práctica de control a largo plazo, debe tener en cuenta la disminución del aporte de semillas de malezas al banco de las mismas en los campos agrícolas (Dyer, 1995; Buhler, 1996).

El conocimiento de los factores que determinan el flujo de emergencia de malezas en las condiciones ambientales y de manejo de cada sitio o región, abre una oportunidad para el desarrollo de sistemas de alertado, con el soporte de información

climática y la utilización de sistemas de información geográfica. Las oportunidades de supervivencia hasta la floración pueden estar relacionadas con el momento de emergencia en respuesta al clima, así como a las prácticas de manejo. (Leguizamón, 2007 a).

## **ESTRUCTURA DE LA TESIS**

El presente trabajo se organiza de la siguiente manera:

- En el Capítulo 1 se describe al género *Borreria*, se identifica las especies presentes en la zona de estudio, se determina su constancia, frecuencia, abundancia-dominancia y su flujo de emergencia en los agro-ecosistemas del centro de la Provincia del Chaco. Se relevaron 16 lotes en la zona de estudio que presentaban alta infestación de la maleza donde se recolectó ejemplares para la identificación taxonómica. Se relevaron 14 campos agrícolas donde se estimó la constancia; como el número de veces que las especies están presentes en lotes sobre el total de lotes evaluados multiplicado por 100, la frecuencia como el número de veces que las especies están presente en cada censo sobre el total sitios evaluados a lo largo de la transecta y se expresó en porcentaje. La abundancia-dominancia de cada taxón se diferenció por clases, donde para las primeras tres categorías se contaron el número de individuos, y para las 4 últimas se evaluó la cobertura como medida de abundancia. Los datos se analizaron mediante un análisis multivariado de componentes principales (ACP), se graficó un biplot con la carga de las variables en las componentes principales, considerando como factor suplementario cualitativo el cultivo antecesor. Se determinó la emergencia de *Borreria sp.*, para ello se colocaron cuadros fijos donde se registró la emergencia de plántulas quincenalmente.
- El Capítulo 2 aborda la evaluación de la eficacia del control de herbicidas postemergentes en condiciones controladas. Se cultivaron plantas en macetas con xilopodio formado que fueron recolectadas de lotes con alta presencia de *Borreria* para

luego realizar aplicaciones de herbicidas con dosis desde 16 veces más baja de lo recomendado por marbete, hasta 16 veces más. A los 30 días luego de las aplicaciones se evaluó el control en porcentaje visual en una escala del 0 % que representó ningún control al 100 % representando la muerte completa de la planta. El porcentaje y su relación con la dosis de los distintos herbicidas fue analizada mediante un modelo log-logístico.

- El Capítulo 3 comprende el estudio de la eficacia de los herbicidas preemergentes sobre *Borreria* sp. en un barbecho previo a la siembra del cultivo de soja. Se evaluaron herbicidas preemergentes utilizados para el control de malezas para el cultivo de soja a las dosis recomendadas por marbete. Se realizaron observaciones visuales del control a los 15, 30 y 45 días después de las aplicaciones y se expresó en porcentaje de plantas de *Borreria spinosa* (%) presentes, respecto a un testigo sin control. Se realizó el análisis de la varianza y la comparación de medias, mediante el test de Tukey con una probabilidad del 5 %.

- El Capítulo 4 expone los resultados logrados y analiza los posibles escenarios que se pueden tomar a partir del trabajo realizado en esta tesis.

## **HIPÓTESIS DE TRABAJO**

- I- *Borreria verticillata* es la especie del género *Borreria* más abundante en los agroecosistemas del centro de la Provincia del Chaco, siendo su flujo de emergencia mayor en verano que en los meses de invierno.
- II- Los herbicidas postemergentes más eficaces, teniendo en cuenta dosis letal media ( $DL_{50}$ ) y dosis letal 90 ( $DL_{90}$ ), son los inhibidores de ALS.
- III- La eficacia de herbicidas preemergentes varía según la época de aplicación, en un barbecho previo a la siembra del cultivo de soja.



## **OBJETIVO GENERAL**

Optimizar el control químico y conocer aspectos de la dinámica poblacional de especies del género *Borreria* en los agro-ecosistemas del centro de la Provincia de Chaco.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar las especies del género *Borreria* presentes, determinar su abundancia y los flujos de emergencia en los agro-ecosistemas del centro de la Provincia del Chaco.
- Evaluar la eficacia del control de distintos herbicidas postemergentes en condiciones controladas realizando curvas de dosis respuesta.
- Evaluar la eficacia de herbicidas preemergentes sobre *Borreria*, en un barbecho previo a la siembra del cultivo de soja.

## **Capítulo I**

**Identificación, abundancia y flujo de emergencia de las especies del género *Borreria* presentes, en los agroecosistemas del centro de la Provincia del Chaco.**

## Introducción

El conocimiento en profundidad de la composición de malezas en un lote, permite una mejor planificación de las estrategias de manejo en la rotación. Con esto surge la necesidad de tener que utilizar metodologías precisas, para la estimación de la abundancia de las poblaciones de malezas, tanto en los cultivos como en los distintos momentos del año, así como; barbecho temprano, barbecho tardío, cultivo emergido, etc., lo que resulta en una comunidad con variable número de especies (Tuesca, 2011).

La ejecución del monitoreo de malezas no es un tema sencillo y surge de la naturaleza del problema: las malezas poseen atributos y características que son diametralmente diferentes de los que exhiben insectos y patógenos (Leguizamón, 2010). Debido a esto es importante saber reconocer e identificar a las especies espontáneas, tanto en estadios juveniles como en estadios más avanzados en forma precisa, ya que, de esta forma, cuanto mejor se conozca la comunidad de malezas presente en una determinada zona y época, tanto mejor serán las prácticas de manejo a implementar (Leguizamón, 2010).

Una de las principales problemáticas del monitoreo de malezas es la distribución que normalmente es en forma de parches o "manchones", donde existen pocas áreas con elevada densidad y muchas otras con niveles poblaciones bajos o nulos (Marshall, 1988; Rew y Cousens, 2001; González-Andujar y Saavedra, 2003; Jurado-Expósito *et al.*, 2004; Heijting *et al.*, 2007). A ésta distribución propia de las malezas suele contribuir la variabilidad asociada a problemas de drenaje, topografía, tipo de suelo o microclima, además que las poblaciones de malezas que crecen en un determinado lugar son cambiantes, a través del tiempo en respuesta a las variaciones del ambiente, como ser las condiciones físicas y químicas del suelo y el grado de cobertura que brinda el propio cultivo, es dificultoso obtener estimaciones confiables (Leguizamón, 2005).

Como se dijo anteriormente en la introducción, el uso continuo de Glifosato produjo modificaciones en las comunidades de malezas, observándose reducciones de las poblaciones de especies latifoliadas anuales como *Datura ferox* y aumento de gramíneas anuales. Éstas modificaciones no afectan a todas las latifoliadas por igual quedando exceptuadas aquellas especies cuyos propágulos son dispersados por el viento como por ejemplo *Conyza* spp., y *Sonchus* spp. (Puricelli y Tuesca, 1997).

Las alteraciones en el microambiente se deben a diversos factores, como por ejemplo la radiación y temperatura a nivel del suelo, como así también el contenido de humedad presente en los primeros centímetros. En un sistema bajo cultivo, el disturbio causado a las malezas por la labranza, depende más del tipo de implemento que de la profundidad de la labranza, es así que las herramientas que no invierten el suelo (p. ej., arado de cincel) aumentan la abundancia de las malezas bianuales, perennes y anuales no estacionales, las cuales se caracterizarán por tener semillas que son dispersadas por el viento, de poca longevidad, latencia e incapacidad de emerger de las capas profundas (Zanin *et al.*, 1997). La destrucción física repetida de la parte aérea de la planta, sobre todo en operaciones habituales de corte mecánico o herbicidas de contacto, tiende a seleccionar especies perennes que poseen estructuras subterráneas regeneradoras (Leguizamón, 2007 a).

Desde el punto de la interferencia con el cultivo, las malezas perennes son más agresivas y necesitan controles más frecuentes que las especies anuales debido a que rebrotan varias veces a partir de las reservas en los órganos almacenados. De esta manera algunas malezas perennes pueden convertirse en un grave problema que requiera el uso de herbicidas sistémicos particulares con el fin de agotar sus propágulos subterráneos.

Las necesidades apremiantes de aumentar rápidamente la producción de alimentos a nivel mundial exigen la comprensión de las dinámicas de las malezas al nivel de especie y de comunidad, para así lograr la habilidad de pronosticar las infestaciones de malezas (Mortimer, 1984). En muchas ocasiones con el empleo de

herbicidas, no se consigue el control deseado, debido al desconocimiento del patrón de emergencia de las malezas por lo que los estudios de la dinámica poblacional de una maleza son útiles para identificar los estadios de vida donde es conveniente utilizar técnicas de control (Mortimer *et al.*, 1980). El conocimiento de los flujos de emergencia optimiza el control ya que permite conocer el momento adecuado para aplicar herbicidas en preemergencia y postemergencia aprovechando su residualidad evitando futuros nacimientos, reduciendo los costos, y minimizando el impacto ambiental (Castro y González-Andujar, 2008).

El objetivo de este capítulo es identificar las especies del género *Borreria* presentes, determinar su constancia, frecuencia, abundancia-dominancia y su flujo de emergencia en los agro-ecosistemas del centro de la Provincia del Chaco.

### **Descripción botánica del género**

El género *Borreria* G. Mey. de la familia Rubiaceae pertenece a la tribu Spermacoceae del Orden Gentianales, comprende especies de regiones tropicales y subtropicales, de África, Asia y Australia, presentando una gran diversidad de especies en América (Burkart, 1974). La clasificación del género está basada en caracteres morfológicos como la dehiscencia del fruto, tipos de semillas, forma de la corola, morfología polínica, posición de estambres y estigma (Cabral *et al.*, 2011; Miguel y Cabral, 2013). La distribución del género en América es pantropical, con 100 especies americanas cuyo principal centro de concentración es Brasil, donde crecen 63 especies, 31 de las cuales son endémicas (Cabral y Salas, 2010).

En Argentina se encuentran 41 géneros de la familia Rubiaceae y 123 especies, de las cuales 11 especies, 2 subespecies y 1 variedad son endémicas (Bacigalupo y Cabral, 1999).

Las especies del género *Borreria* son hierbas o sufrútices, apoyantes, erectos o decumbentes, con flores pequeñas en glomérulos axilares y/o terminales, cáliz persistente 4(2)-partido, corola 4-lobada, estambres 4 exertos y estilo de ápice bifido o

capitado bilobado. El fruto es una cápsula, septicida, mericarpos dehiscentes unidos por su base o con mericarpos indehiscentes con una línea media longitudinal de dehiscencia preformada en la cara ventral. Las semillas de superficie reticulada-foveolada, a veces surcadas transversalmente, con surco ventral cubierto por estrofiolo, rara vez con elaiosomas (Cabral *et al.*, 2011; Florentín *et al.*, 2016).

### **Caracterización del área de estudio**

La provincia del Chaco es una región del norte de la República Argentina. Se encuentra situada entre los 24° y los 28° de latitud sur y los 58° 26' y los 63° 30' de longitud oeste, se divide administrativamente en 24 departamentos. Limita al norte con la provincia de Formosa; al este, con la provincia de Corrientes y la República del Paraguay; al sur, con la provincia de Santa Fe, y al oeste, con las de Salta y Santiago del Estero. El Chaco tiene una superficie de 99.633 km<sup>2</sup>, lo que representa un 2,5 % del área total del país. Posee un gradiente de precipitaciones que la divide en tres zonas: subhúmeda-húmeda al este, subhúmeda-seca en el centro con veranos lluviosos e inviernos secos y semiárida continental en el oeste, variando de un promedio de 1300 mm anuales al este, a 800 mm anuales al oeste (Ledesma, 1996).

En la región centro del Chaco se encuentra ubicado el Departamento Comandante Fernández, posee una superficie de 150.000 hectáreas y está ubicado en el centro agropecuario de la Provincia. Su cabecera, P. R. Sáenz Peña, está localizada a 167 km O-NO de la ciudad de Resistencia, capital de la provincia (Ledesma y Zurita, 2003). El promedio anual de precipitaciones para la serie 1924-2017 registrado en la estación meteorológica de la EEA INTA Sáenz Peña es de 984 mm. La temperatura media de la región para el mes más cálido (enero) es de 27°- 28°C y la media del mes más frío (julio) es de 14°- 15°C, registrándose en verano temperaturas diarias mayores a 40°C y en invierno menores que 0°C, existiendo, por lo tanto, una gran amplitud térmica no sólo anual sino también estacional en los meses de otoño y primavera. Las medidas seriadas del observatorio agrometeorológico de la EEA INTA Sáenz Peña informan

una suma anual de 1686 mm de evapotranspiración calculada con evaporímetro tipo Piche para la serie 1968-2014, lo cual genera un déficit hídrico principalmente en los meses más cálidos.

### **Materiales y métodos**

#### Determinación de las especies de *Borreria* presentes en los agro ecosistemas de la región

Para la identificación de las especies de *Borreria* presentes en los agroecosistemas predominantes de la región centro y oeste del Chaco, principal zona agrícola de la provincia, se relevaron 16 lotes con alta infestación de la maleza. Los mismos se encontraban en producción o preparados para la siembra, cercanos a las localidades de Sáenz Peña, Quitilipi, Napenai, Avia Terai, Campo Largo, Corzuela, Las Breñas, Pinedo y Gancedo. En cada lote se recolectaron ejemplares completos en estado reproductivo, colocándolos inicialmente en una prensa de madera de 40 cm de largo por 30 de ancho provista con hojas de papel periódico. Los ejemplares fueron herborizados para su posterior identificación, la cual fue realizada junto a especialistas pertenecientes al Instituto de Botánica del Nordeste (IBONE), los cuales quedaron depositados en el herbario CTES. El ejemplar testigo es *Miguel, L.* y *Burdyn B.* 82 (CTES).

#### Determinación de constancia, abundancia-dominancia, frecuencia y estado fenológico de *Borreria* y las demás especies con la que se encontraba

Para la determinación de la constancia, abundancia-dominancia (AD), frecuencia y el estado fenológico de las poblaciones de *Borreria* spp. y de las otras especies de malezas, se relevaron 14 campos agrícolas de soja, algodón, maíz y campo natural, de  $\pm$  50 ha, con un total de 140 puntos muestreados. Además, se registró el rastreo del cultivo antecesor de cada lote. Los campos cumplían con los criterios necesarios

según Mueller-Dombois y Ellenberg, (1974) respecto al tamaño suficiente para contener todas las especies de las comunidades de malezas utilizándose 50 m<sup>2</sup> como área mínima en un hábitat uniforme y con cobertura de las plantas homogénea (fisonómicamente homogéneas). Los bordes fueron evitados ya que usualmente se encuentran fuertes infestaciones o especies invasivas. Siguiendo los criterios mencionados, en cada campo se establecieron 10 estaciones de monitoreo en forma de zigzag estableciendo en cada uno de ellos un área circundante al observador de 4 metros (50 m<sup>2</sup>) donde se estimó la constancia; como el número de veces que las especies están presentes en lotes sobre el total de lotes evaluados multiplicado por 100. La frecuencia se determinó como el número de veces que las especies están presente en cada censo sobre el total de sitios evaluados a lo largo de la transecta y se expresó en porcentaje. La abundancia-dominancia de cada taxón se diferenció por clases, donde para las primeras tres categorías se contaron el número de individuos, y para las 4 últimas se evaluó la cobertura como medida de abundancia (Braun Blanquet, 1979) (Tabla 1). Además, se relevó el estado fenológico de las mismas (Tabla 2).

Los relevamientos se efectuaron en febrero, momento de cierre del surco por medio de los cultivos. Éste intervalo fue escogido en base al criterio de la presencia de comunidades de malezas durante el período de competencia (Ampong – Nyarko y De Datta, 1991; Moody, 1996; Yaduraju y Mishra, 2008).

Los datos de frecuencia, estado fenológico y abundancia-dominancia de todas las observaciones realizadas en los monitoreos, se analizaron mediante un análisis multivariado de componentes principales (ACP), utilizándose el programa R 3.4.1, junto con el paquete FactoMineR. Se graficó un biplot con la carga de las variables en las componentes principales, considerando como factor suplementario cualitativo el cultivo antecesor. Se realizó otro gráfico en base al ACP para visualizar la dispersión de cada punto de observación en relación a las componentes principales. Siendo esto útil para visualizar la distribución y agrupamiento de los individuos en relación al valor



de las variables, dentro del espacio de datos y la proximidad de los individuos observados según cultivo antecesor.

Tabla 1. Escala combinada de abundancia- dominancia de Braun- Blanquet 1979.

<b>Escala</b>	<b>Significado</b>
1	Un solo individuo. Cobertura muy baja.
2	Pocos individuos. Cobertura baja (menor del 1% del área de la parcela).
3	Numerosos, pero con cobertura menos del 5 % del área de la parcela.
4	Cualquier número de individuos, con cobertura del 5 % al 25 % del área de la parcela.
5	Cualquier número de individuos, con cobertura del 25 % al 50 % del área de la parcela.
6	Cualquier número de individuos, con cobertura del 50 % al 75 % del área de la parcela.
7	Cualquier número de individuos, con cobertura mayor del 75 % del área de la parcela.

Tabla 2. Escala del estado fenológico

<b>Nivel</b>	<b>Estado fenológico</b>
1	Cotiledones
2	Plántula
3	Adulto/macollaje
4	Reproductivo
5	Semillado

### Flujo de emergencia

Para la evaluación de flujo de emergencia se realizó un experimento a campo en el lote experimental de la EEA INTA Sáenz Peña Chaco (26° 51´ 16" latitud sur y 60° 25´ 25" longitud oeste). Sobre un suelo Argiustol Údico con serie Golondrina que se encuentra en lomas medias tendidas, moderadamente evolucionadas de relieve normal, con horizonte superficial color gris parduzco de textura pesada. Medianamente provisto de materia orgánica, medianamente alta capacidad de retención de agua, hasta los 180 cm de profundidad estudiados, fuertemente ácido que disminuye hasta el neutro en profundidad (Ledesma y Zurita, 2003). Quincenalmente se determinó la

emergencia de *Borreria sp.*, desde agosto del 2015 a marzo del 2018, en un lote que presentaba alta infestación de la especie en cuestión, se colocaron seis cuadros fijos de 0,30 x 0,30 m donde se realizaron determinaciones de emergencia.

Luego del conteo quincenal y registro de plantas se procedió a cortar las mismas a nivel del suelo sin remover la superficie, considerando sí las plantas contabilizadas correspondían a un rebrote o a una germinación. Los datos climáticos a paso diario fueron recolectados de la estación meteorológica de la EEA Sáenz Peña la cual se encuentra a 2700 m del sitio del ensayo.

## **Resultados y discusión**

### Identificación de especies de *Borreria*

Las localizaciones de los 16 lotes donde se recolectaron ejemplares de la maleza en estudio, están representadas en triángulos rojos y se muestran en la Figura 3. Estos lotes se encuentran en el centro de la Provincia del Chaco cercanos a las localidades de: Sáenz Peña, Quitilipi, Napenai, Avia Terai, Campo Largo, Corzuela, Las Breñas, General Pinedo y Gancedo.

En cuanto a la identificación taxonómica de los 47 ejemplares de *Borreria* recolectados en estos agroecosistemas, todas resultaron ser *Borreria spinosa*, antiguamente llamada *Borreria densiflora*, *Borreria densiflora var perennis*, *Borreria densiflora var pilosa*, o *Spermacoce spinosa* (Cabral *et al.*, 2011). El comportamiento arvense de *B. spinosa* fue anteriormente descrito por Cabral *et al.*, (2011) en la cual la citan creciendo con cultivos, principalmente de soja, en la región subtropical y clasificada como ruderal en la región tropical encontrándola en Bahía (Brasil) en bordes de caminos. Según una encuesta realizada por AAPRESID, (2015) a más de 1000 productores y asesores dieron como resultado que casi el 80 % de los encuestados consideraban que la dispersión de *B. spinosa* se debe a la maquinaria agrícola.

*Borreria spinosa* posee un sistema radicular profundo formado por numerosas raíces tuberosas, el cual está unido en su parte superior a xilopodios que consisten en estructuras subterráneas que protegen las yemas, que son capaces de rebrotar para producir ramificaciones aéreas (Marzocca *et al.*, 1976). Los xilopodios en general se caracterizan por su complejidad estructural, consistencia rígida y capacidad gemífera, pueden ser de origen caulinar y/o radicular lo cual debe confirmarse con estudios anatómicos (Lindman, 1906; Rachid, 1974). Existen numerosos antecedentes que indican que los xilopodios constituyen órganos con suficientes reservas para permitir a las plantas sobrevivir a condiciones adversas, dando nuevos rebrotes cuando las partes aéreas son dañadas por clima desfavorable o por el daño aéreo sufrido por la aplicación de un herbicida (Figueiredo-Ribeiro *et al.*, 1986; Tertuliano y Figueiredo-Ribeiro, 1993; Asega y Carvalho, 2004) (Figura 2).

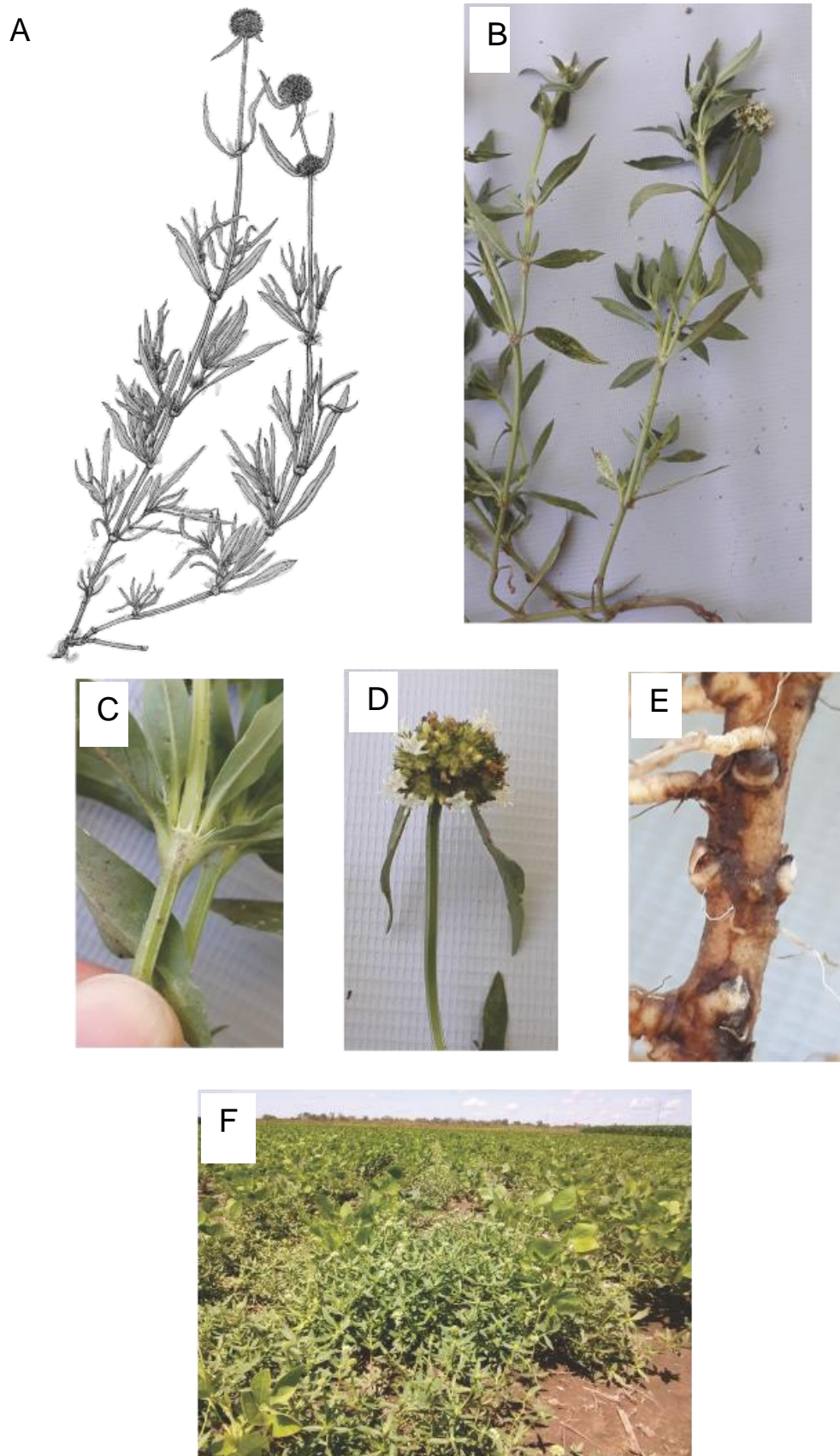


Figura 2. A) *Borreria spinosa*; B) rama con inflorescencia; C) vaina estipular; D) flores pequeñas, blancas agrupadas en glomérulo globoso; E) xilopodio, tuberosidad radical con yemas; F) *Borreria spinosa* como malezas en el cultivo de soja.

Determinación de constancia, abundancia-dominancia, frecuencia y estado fenológico de *B. spinosa* y las especies acompañantes

Los 14 sitios en los cuales se relevaron la constancia, abundancia-dominancia (AD), frecuencia y el estado fenológico de la diversidad de malezas encontradas en cada censo están representados en la Figura 3 y figuran en triángulos de color azul. En la tabla 3 se detallan los cultivos que se encontraban al momento del monitoreo, el cultivo antecesor de cada uno de ellos, y la frecuencia de *B. spinosa*, medida como el número de veces que se la encontró a lo largo de la transecta realizada en cada campo, expresada en porcentaje.

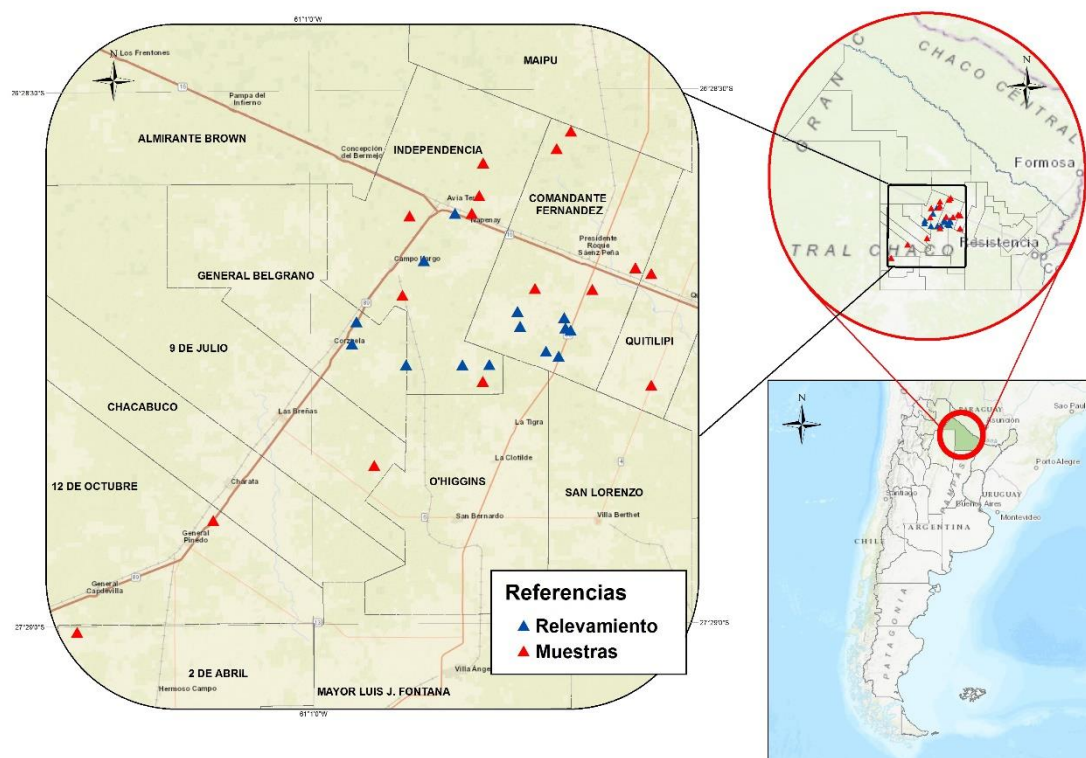


Figura 3. Ubicación en la Provincia de Chaco de los sitios de estudio donde se determinó la especie presente (triángulos rojos) y la constancia, abundancia-dominancia (AD), frecuencia y estado fenológico de *Borreria spinosa* (triángulos azules).

Analizando la frecuencia (número de sitios con presencia de *B. spinosa*) se puede observar una gran variabilidad en los distintos lotes monitoreados. En general la frecuencia es elevada en campo natural y en los cultivos de soja, los cuales tuvieron como antecesor al cultivo de girasol para el primer caso y soja o trigo (en menor medida) en el segundo caso, mientras que en maíz y algodón presentaron una menor frecuencia que en los demás cultivos (Tabla 3).

Tabla 3. Cultivos en el que se encontró *Borreria spinosa* en los censos y antecesores, en los 14 sitios relevados.

Lote	Cultivo	Antec.	Frec.
1	natural	girasol	90
2	natural	girasol	80
3	soja	soja	100
4	soja	trigo	100
5	soja	soja	60
6	maíz	girasol	0
7	algodón	girasol	0
8	soja	soja	30
9	algodón	trigo	20
10	soja	trigo	50
11	soja	natural	20
12	maíz	natural	30
13	maíz	girasol	70
14	maíz	maíz	40

Los censos realizados para estudiar la abundancia- dominancia de *B. spinosa* dieron como resultado que 22 % de los mismos tuvieron cobertura muy baja (individuos solitarios), 27 % pocos individuos (menor al 1 % del área de la parcela), 33 % individuos abundantes, pero con una cobertura menor a 5 %, 12 % entre 5 y 25 % de cobertura y 6 % entre 25 y 50 % de cobertura (Figura 4 A). La constancia de *B. spinosa* fue de 85,7 %, este porcentaje indica la presencia de la especie en los lotes muestreados. Su elevado valor señala que fue la maleza de mayor constancia en relación a las otras presentes. El estado fenológico de mayor frecuencia fue el reproductivo y representó el 53 % de los sitios censados, mientras que el 19 % estuvo representado por plantas en estado de cotiledón, 16 % por plantas adultas 6 % para los estados de semillado y plántulas (Figura 4 B).

Los valores registrados de abundancia-dominancia y constancia determinan la relevancia de *B. spinosa* en su condición de malezas en los agroecosistema del centro de la provincia del chaco y coinciden con los informados por AAPRESID, (2015) para el NEA, y en la cual se posiciona como la zona del país con mayor constancia de malezas del género *Borreria*.



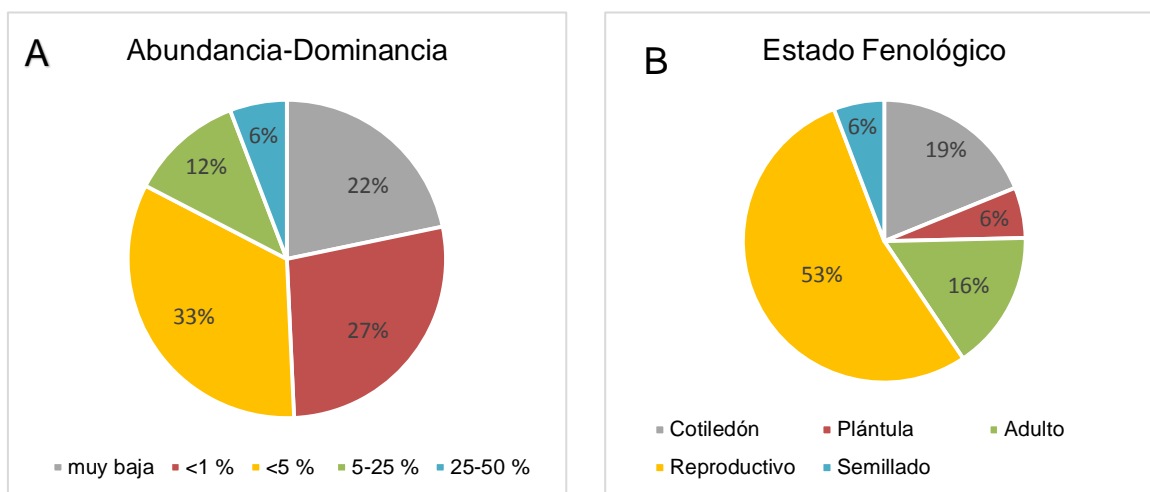


Figura 4. Fitosociología de *Borreria spinosa* en lotes cultivados del centro de la provincia del Chaco. A) Abundancia-dominancia en porcentaje y B) Estado fenológico de *Borreria spinosa*.

La elevada presencia de esta especie, observada en lotes agrícolas de siembra directa con diferentes cultivos y antecesores son coincidentes con estudios realizados por Lanfranconi *et al.*, (2012), lo que podría deberse a una multiplicidad de factores los cuales determinarían la magnitud del enmalezamiento como por ejemplo, efecto de dispersión producida por las maquinarias cosechadoras, el manejo y la elección de los herbicidas utilizados. El factor más relevante que tendría relación con la abundancia de esta maleza en los lotes, estaría relacionado al mal manejo y elección de los herbicidas utilizados en el barbecho, los cuales se deberían incluir en un plan de rotación, ser correctamente seleccionados, considerando el modo de acción, la oportunidad de aplicación y a la dosis recomendada. Estos controles químicos se deberían mantener durante todo el periodo del cultivo, evitando la producción de semillas, y complementariamente realizar de manera preventiva la limpieza de maquinarias para reducir los aportes al banco de semilla.

A través del análisis de componentes principales se visualiza, la relación entre el cultivo en el que se censó a *B. spinosa* y el cultivo previo o antecesor (soja, algodón, maíz y campo natural) en relación con la frecuencia y estado fenológico (Figura 5). La cobertura y el estado fenológico se comportaron en forma similar probablemente

porque, a mayor estado fenológico, existe mayor cobertura debido al mayor tamaño de la planta (variables correlacionadas). En cambio, la frecuencia presentó un comportamiento contrario a las otras dos variables, lo que estaría relacionado al manejo, ya sea por el efecto de dispersión de maquinarias cosechadoras o al manejo de herbicidas que dejan plantas sin controlar y que favorecen al aumento de semillas de banco y rebrote de plantas que no llegan a morir. En general, las frecuencias más altas se observaron en las rotaciones soja-trigo y en lotes que provenían de campos naturales en los que no se realiza control de ningún tipo de malezas.

En la Figura 6 se observa que las tres variables determinadas, frecuencia, estado fenológico y abundancia-dominancia, logran separar los puntos según los antecesores, explicando además un alto porcentaje de la variabilidad de los datos (95,36 % explicado por las componentes principales 1 y 2).

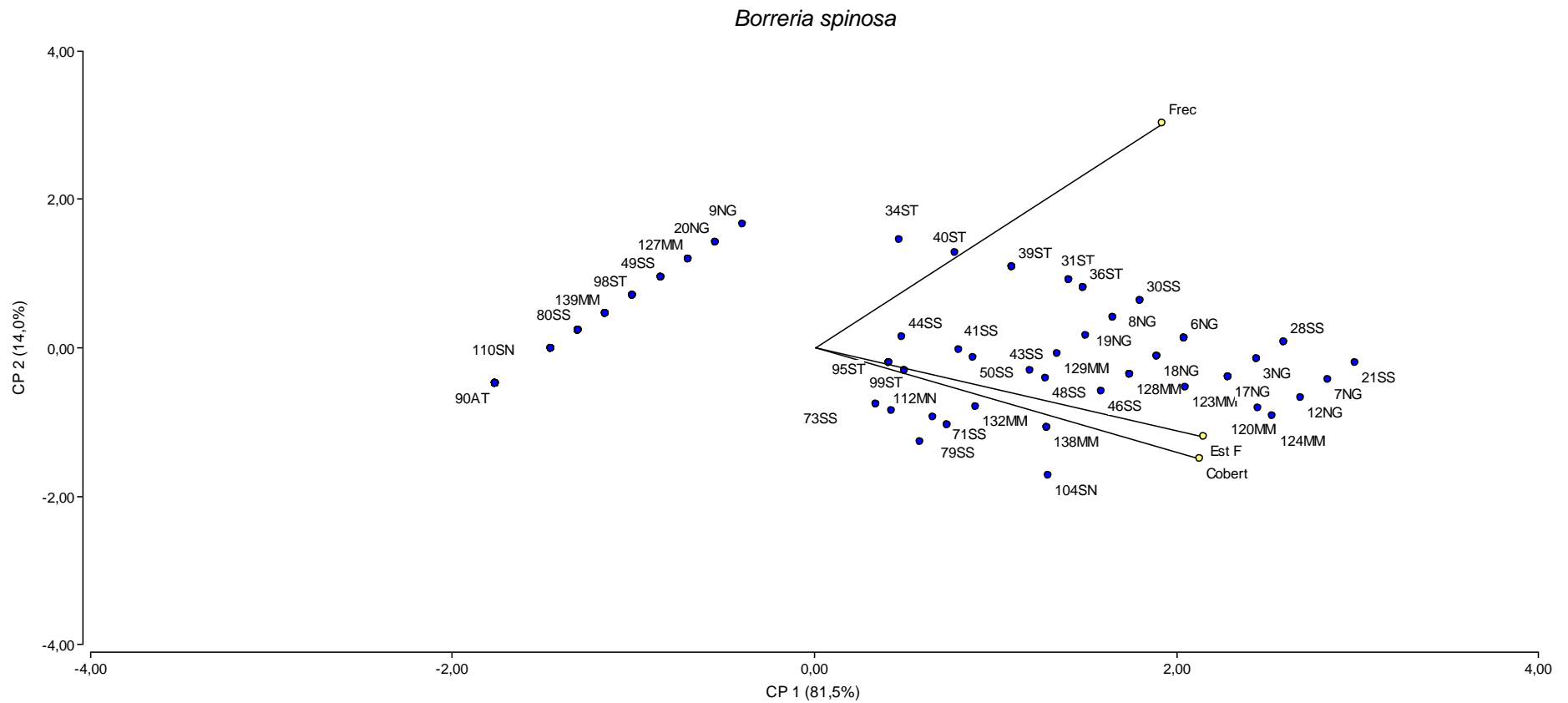


Figura 5. Análisis de componentes principales para las variables frecuencia-abundancia y estado fenológico de *Borreria spinosa* en relación al cultivo en el cual se realizó el censo y el cultivo o estado anterior en los 14 lotes monitoreados. (distancia euclídea). Referencias: SS (Soja/Soja); SN (Soja/Natural); ST (Soja/Trigo); NG (Natural/Girasol); MG (Maíz/Girasol); MN (Maíz/Natural); MM (Maíz/Maíz); AG (Algodón/Girasol); AT (Algodón/Trigo).

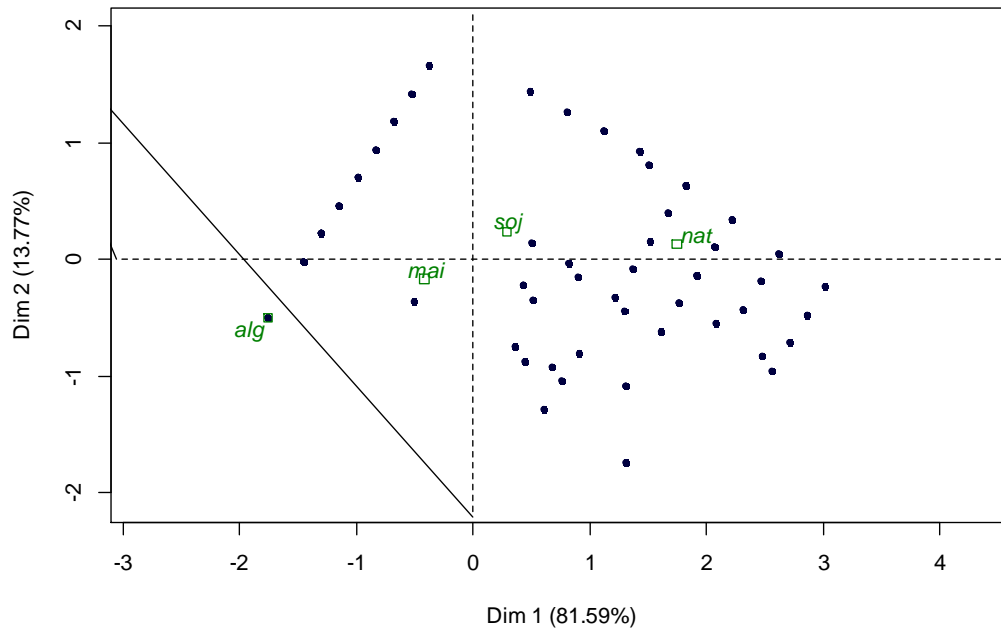


Figura 6. Visualización de la distribución y agrupamiento de cada punto monitoreado, en relación a las variables y al cultivo antecesor.

#### Diversidad florística

La diversidad florística de los censos realizados se presenta en la figura 7. Como se dijo anteriormente la especie de mayor constancia fue *B. spinosa*, presentando un 11 % de constancia la cual fue considerablemente mayor a las demás especies, confirmando la importancia en los lotes agrícolas, y seguida por *Ipomea sp.*, *Amaranthus spp.*, *Leptochloa sp.*, *Sida spinosa* y *Portulaca oleracea* las cuales arrojaron un 6 % y las demás presentaron un 5 % o menos de constancia.

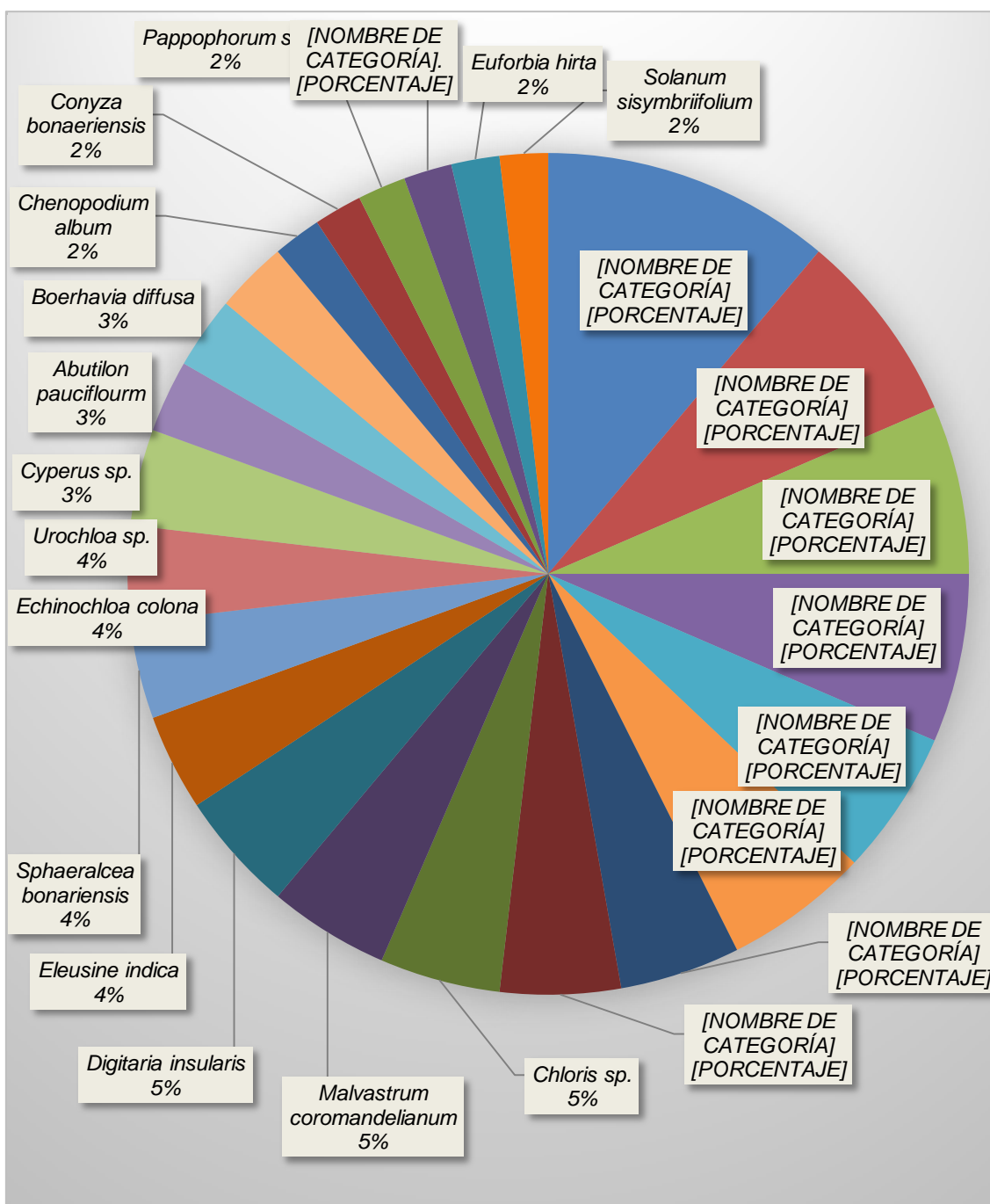


Figura 7. Diversidad florística y constancia en porcentaje de las especies presentes en los lotes relevados.

Las comunidades de malezas presentes en los lotes están en una proporción similar entre especies anuales y perennes (Figura 8 A), mientras que los resultados, para esta variable de latifoliadas anuales y perennes fueron superiores a las poáceas (Figura 8 B y C).

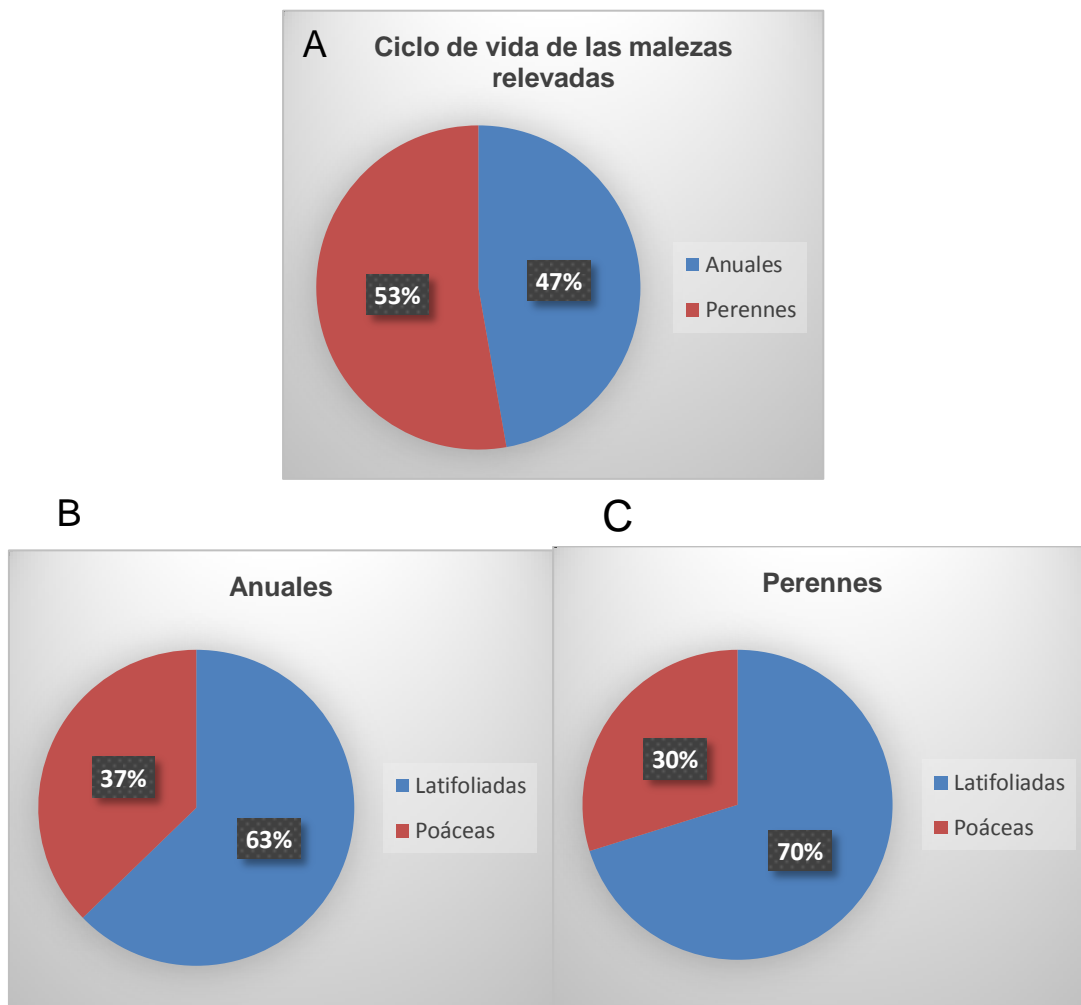


Figura 8. Ciclos de vida y hábito de crecimiento de las malezas relevadas en los lotes; A. anuales y perennes; B. poáceas y latifoliadas anuales; C. poáceas y latifoliadas perennes.

#### Dinámica de emergencia de *Borreria spinosa*.

Las precipitaciones ocurridas durante el análisis de la dinámica de emergencia de *B. spinosa* fueron muy variables para un mismo mes en los distintos años analizados, aunque queda bien delimitado que la emergencia *Borreria spinosa* presenta dos picos, uno pronunciado octubre-noviembre, y otro en marzo. Durante junio y julio no se registraron emergencias, lo que determinaría que la baja temperatura (Figura 9) y la escasa humedad en los estratos superficiales son los principales determinantes de la germinación, lo cual fue reportado para *Borreria densiflora* var. *latifolia* por Martins *et al.*, (2010) en pruebas controladas de

germinación. El segundo pico de germinación coincide con los meses en que los principales cultivos de la zona (estivales) se encuentran en etapa de madurez fisiológica o senescencia, permitiendo una mayor entrada de luz a la superficie del suelo favoreciendo la emergencia de malezas. Si bien los picos se dieron en los mismos meses en los 3 años estudiados, de octubre del 2016 a marzo del 2017 se registraron mayores emergencias, lo que estaría relacionado con las abundantes precipitaciones que se produjeron en esa época (Figura 10).

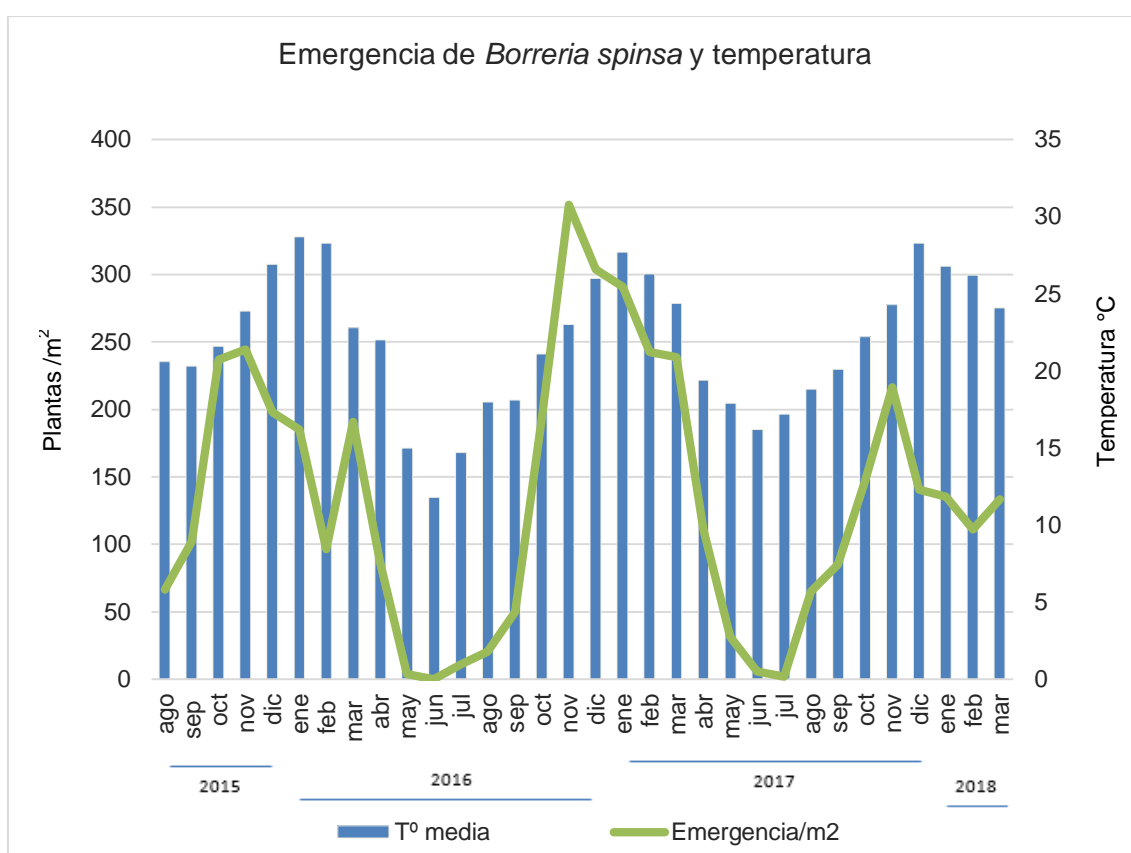


Figura 9. Dinámica de emergencia de *Borreria spinsa* en función de la temperatura media mensual para los meses de agosto hasta marzo de los años 2015, 2016 y 2018.

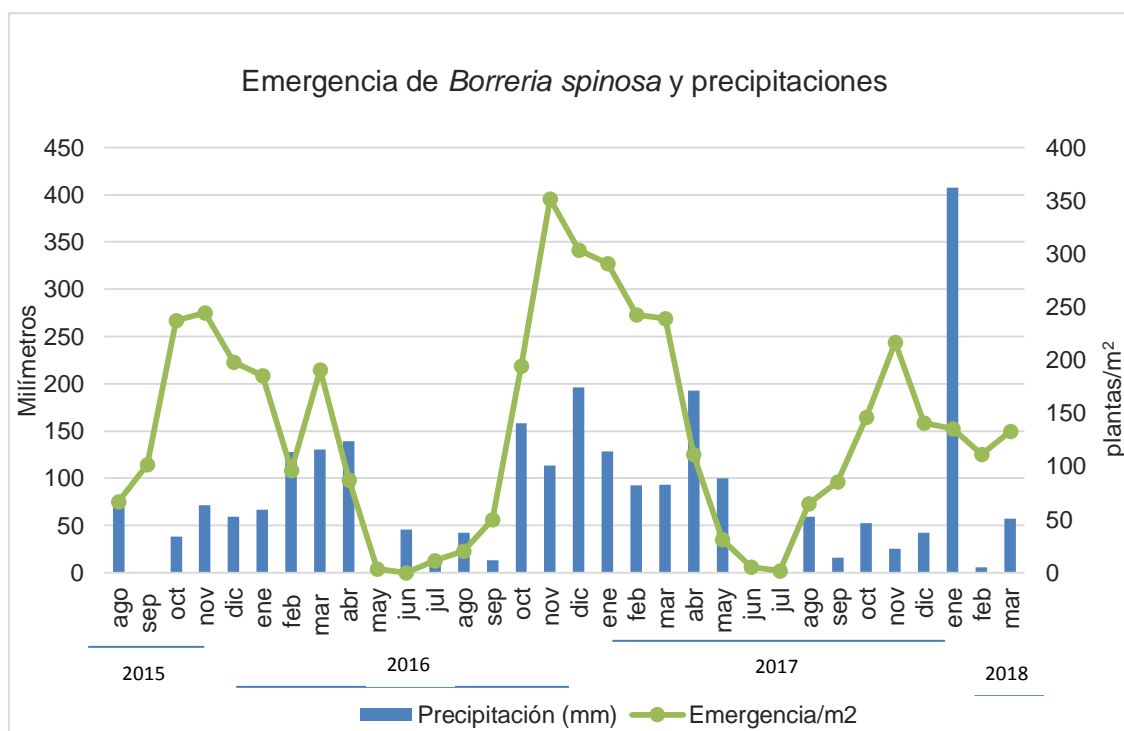


Figura 10. Flujo de emergencia de *Borreria spinosa* y las precipitaciones ocurridas desde agosto 2015 a marzo del 2018.

El período de emergencia determinado coincidió con los reportados en otros estudios realizado en Bandera, Santiago del Estero durante la campaña 2012-13 donde la emergencia de plántulas ocurrió desde principios de octubre, prolongándose hasta mediados de diciembre (Cosci y Coyos, 2015).

La importancia en dilucidar el flujo de emergencia de *B. spinosa*, radica en que el control químico en estado fenológico de 3 hojas desplegadas, puede ser realizado con una amplia gama de herbicidas; mientras que una vez que la planta genera más hojas y brotes laterales el control se vuelve dificultoso (Martins, 2008).

## Conclusiones

En la principal zona agrícola del Chaco la única especie del género *Borreria* encontrada fue *B. spinosa*. Los relevamientos realizados determinan a *B. spinosa* como una especie integrante de las comunidades de malezas presentes en los



agroecosistemas del centro de la provincia de Chaco. Los niveles bajos de abundancia la convierten en una maleza potencialmente problemática para la región.

La abundancia-cobertura de *B. spinosa* estaría influenciada por el manejo y las mejores condiciones ecológicas para la colonización de esta especie que estaría dada en las rotaciones soja-trigo y en lotes que provienen de campos naturales en los que no se realiza control de ningún tipo de malezas.

La emergencia de plántulas de *B. spinosa* se produce desde agosto hasta abril con dos picos, el primero en octubre-noviembre y el segundo en marzo, coincidiendo con el ciclo de los cultivos estivales, aunque la brotación de las yemas de los xilopodios determina el establecimiento de plantas siempre que haya humedad y temperatura.

## **Capítulo II**

### **Eficacia del control de herbicidas postemergentes en condiciones controladas**

## Introducción

La eficacia de los tratamientos con herbicidas está determinada por una multiplicidad de factores, entre los cuales estarían las condiciones ambientales, las características de la especie de maleza, de los herbicidas, formulación, el momento en el que se realiza la aplicación, la idoneidad del operario que la realiza y la maquinaria utilizada (Padín y Passalacqua, 2018).

Considerando un determinado herbicida, la eficacia lograda en una maleza particular estará condicionada por la dosis de uso y el tamaño de la maleza (Steckel *et al.*, 1997). En este sentido las dosis recomendadas, muchas veces, son una sobrestimación de la cantidad requerida del ingrediente activo para obtener un control adecuado, por lo que una posibilidad utilizada en aplicaciones de Glifosato para reducir la dosis, es ajustarla en función de las condiciones ambientales durante la aplicación (Zoschke, 1994; Vanlieshout y Loux, 2000).

La relación entre la dosis de un herbicida y el efecto que produce sobre la planta, es de fundamental importancia para la comprensión de la eficacia y el modo de acción del mismo (Seefeldt *et al.*, 1995). En su forma más simple, los ensayos dosis respuesta permiten cuantificar la sensibilidad de una planta o biotipo de maleza a un determinado herbicida, y de esta forma la selectividad y eficacia de un herbicida puede ser evaluada comparando sus respectivas curvas de dosis-respuesta (Streibig y Kudsk, 1993; Cabanne *et al.*, 1999; Brunton, *et al.*, 2018). Mediante transformaciones logarítmicas y exponenciales se logra linealizar las curvas, con el objeto de obtener ecuaciones que permitieran predecir y comparar la respuesta ante una determinada dosis de herbicida, con el mejor ajuste posible (Motulsky y Ransnas, 1987). Si bien los parámetros obtenidos de esta manera poseen estadísticas que indican la bondad de ajuste, la variancia de los parámetros permite una interpretación biológica limitada. En muchos casos resultó adecuado utilizar técnicas de comparación múltiple y separación de medias (Biediger *et al.*, 1992) y en otros casos se optó por utilizar modelos de regresión no lineal, que han sido señalados por varios autores como los más

adecuados, para el análisis de datos estructurados, tal como son las dosis de herbicidas en los ensayos dosis-respuestas (Streibig *et al.*, 1993; Seefeldt *et al.*, 1995; Knezevic *et al.*, 1998).

El modelo log-logístico propuesto por Streibig *et al.*, (1993) presenta una función de la que se puede obtener, entre otros datos, la dosis que causa una disminución del 50 % o 90 % de peso seco de la maleza, lo cual es una herramienta apropiada para optimizar el uso de herbicidas y es la que se utiliza en la actualidad para la determinación de biotipos resistentes para distintos ingredientes activos y malezas (Maxwel *et al.*, 2017; Jiapeng, *et al.*, 2020).

La respuesta de una maleza a la aplicación de distintos ingredientes activos, puede dar variados niveles de control, y en función de esto se define la tolerancia a un herbicida, como la capacidad inherente de una especie para sobrevivir después de un tratamiento con herbicida, en aplicaciones realizadas con la dosis normal de uso para la mayoría de las especies. Habitualmente, en las especies tolerantes se recomiendan dosis altas de herbicidas, y en algunos casos, una sobre dosificación de la cantidad requerida para obtener un control adecuado, o hacer los controles en estados de crecimiento inicial, ya que a medida que las malezas avanzan en su ciclo e incrementan su tamaño, se tornan menos susceptibles a los herbicidas (Devlin *et al.*, 1991; Klingaman *et al.*, 1991; Blackshaw y Harker, 1997; Orioli *et al.*, 2014). La estrategia de manejo de resistencia más adecuada sería la de utilizar las dosis de etiquetas más efectivas, evitar dosis bajas o aplicaciones foliares tardías, cuando las malezas están demasiado grandes o cuando los residuos de herbicidas aplicados al suelo se desvanecen y malezas de emergencia tardía sobreviven a su acción (Fernández *et al.*, 2014).

*Borreria spinosa* es una especie de difícil control, especialmente con aplicaciones de herbicidas en campos de labranza cero, donde se han registrado grandes infestaciones en áreas de producción de soja y caña de azúcar, en el norte de Argentina y el noreste de Brasil (Martins y Christoffoleti, 2014).

A fin de optimizar la dosis de uso de distintos herbicidas para el control de *B. spinosa*, se realizaron ensayos de dosis respuestas con diferentes herbicidas en experimentos a campo y con plantas crecidas en macetas bajo condiciones semi controladas.

### **Materiales y métodos**

Se realizaron dos tipos de ensayos: 1) Ensayo a campo en un lote con alta infestación de *B. spinosa* y 2) Ensayos en condiciones semi controladas realizados en la estación experimental INTA Sáenz Peña ubicada en Presidencia Roque Sáenz Peña provincia de Chaco, Argentina (26° 51´ 16" S;60° 25´ 25" O).

#### Ensayo a campo

Se llevó a cabo en un lote con presencia de *B. spinosa* ubicado en la localidad de Pampa del Infierno (26° 38´ 16,01"S; 61° 19´54,21"O) en el cual se ensayaron herbicidas con los ingredientes activos Flumioxazin y Fluroxipir con y sin Glifosato según se indica en la Tabla 4 (Figura 11).



Figura 11. Ensayo en Pampa del Infierno (Chaco) con alta densidad de *Borreria spinosa*. Elaboración propia.

Tabla 4. Ingredientes activos, concentración y dosis utilizados en los ensayos para el control de *Borreria spinosa* realizados a campo

Tratamiento	Ingrediente activo	Conc. g i.a %	ml i.a.ha <sup>-1</sup>
1	Flumioxazin	48	74,88
	Fluroxipir	33,3	0,39
2	Flumioxazin	48	74,88
	Fluroxipir	33,3	0,39
	Glifosato	54	1350

#### Ensayo con plantas en macetas bajo condiciones semi controladas

Plantas adultas de *B. spinosa*, con el xilopodio formado, fueron recolectadas de lotes con alta presencia de esta maleza y cultivadas en macetas de polipropileno de 3 l de capacidad con suelo proveniente del sitio de recolección y con orificios de drenaje en la parte inferior (Figura 12).



Figura 12. Vista panorámica de las plantas utilizadas en el ensayo de dosis-respuesta de herbicidas para control de *Borreria spinosa*.

Las plantas se cultivaron al aire libre para reproducir las condiciones de luz y temperaturas propias del barbecho, y fueron regadas periódicamente a fin de mantener el contenido de humedad de suelo cercano a capacidad de campo. Cuando las plantas alcanzaron una altura de 15 a 20 cm y con un promedio de tres ramas por

mata, se procedió a la aplicación de los herbicidas que fueron seleccionados, en función a su utilización en el cultivo de soja y se detallan en la tabla 5. De la amplia posibilidad de herbicidas disponibles y utilizados en barbechos cortos, previo a la siembra de un cultivo de soja, se seleccionaron cinco tratamientos en un ensayo exploratorio previo.

Las aplicaciones de los herbicidas se realizaron con un pulverizador hidráulico de espalda con presión constante a CO<sub>2</sub> provisto de una boquilla tipo abanico plano TeeJet 8002 calibrada para descargar un volumen de aplicación de 150 l/ha.

A los 30 días de la aplicación se evaluó porcentaje de control visual respecto a un testigo sin control, según escala desarrollada por la Asociación de América Latina de Malezas (ALAM, 1974) del 0 % al 100 %, donde el 0 % representó ningún control y 100 % la muerte completa de la planta.

#### Diseño experimental y análisis de datos

Para el ensayo a campo se utilizó un diseño experimental en bloques al azar con cuatro repeticiones, mientras que el ensayo en macetas se realizó en un diseño experimental en parcelas divididas con tres repeticiones, donde la parcela principal es el herbicida y el factor de la subparcela fue la dosis.

Las dosis ensayadas correspondieron a 1/16 X, 1/8 X, 1/4 X, 1/2 X, 1 X, 2 X, 4 X, 8 X, 16 X, donde X es la dosis normal de uso (según recomendación de la guía de productos fitosanitarios CASAFE). El porcentaje de control visual y su relación con la dosis de los distintos herbicidas fue analizada mediante un modelo log-logístico, según la expresión matemática:  $Y = C + (D - C) / (1 + (X / I_{50})^b)$ , donde Y es la respuesta, C: es el límite inferior (respuesta de control a una dosis muy alta de herbicida), D: es el límite superior (respuesta de control a una dosis muy baja de herbicida), b es la pendiente de la curva, y X es la dosis del herbicida e I<sub>50</sub> es la dosis que brinda una respuesta del 50 % (Seefeld *et al.*, 1995).

El análisis de las curvas de dosis respuesta y los valores de la dosis efectiva del 90 % se realizó con el software estadístico R 2.12.1 (R Statistical Software, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria <http://www.R-project.org>).

Se analizaron las respuestas de % de control visual y un análisis de la varianza mediante el uso del software Infostat (Infostat, 2008) y la comparación de medias, mediante el test de Tukey con una probabilidad del 5 % comparando los diferentes i.a y sus dosis a los 30 días de realizados los tratamientos.



Tabla 5. Ingredientes activos, concentración y dosis por hectárea utilizado en los ensayos dosis respuestas.

Trat.	Ingrediente activo	Conc. %	Dosis (g i.a.ha <sup>-1</sup> )									
			0	1/16 X	1/8 X	1/4 X	1/2 X	1 X	2 X	4 X	8 X	16 X
1	Flumioxazin	48	0	4,7	9,7	18,7	37,4	74,9	149,8	299,5	599,0	1198,1
2	Flumioxazin	48	0	4,7	9,7	18,7	37,4	74,9	149,8	299,5	599,0	1198,1
	Fomesafen	25	0	23,4	46,9	93,7	187,5	375	750	1500	3000	6000
3	Fomesafen	25	0	23,4	46,9	93,7	187,5	375	750	1500	3000	6000
4	Fluroxipir	33	0	10,4	20,8	41,7	83,3	166,7	333,3	666,6	1333,2	2666,4
5	Fluroxipir	33	0	10,4	20,8	41,7	83,3	166,7	333,3	666,6	1333,2	2666,4
	Flumioxazin	48	0	4,7	9,7	18,7	37,4	74,9	149,8	299,5	599,0	1198,9

## Resultados y discusión

### Ensayo a campo

Los tratamientos de mezclas de Flumioxazin + Fluroxipir con y sin el agregado de Glifosato, produjeron controles de *B. spinosa* superiores al 90 % tanto a los 7 como a los 15 días de aplicado, no pudiéndose encontrar diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos en esos períodos de aplicación (Tabla 6).

Tabla 6. Ensayo de Flumioxazin y Fluroxipir con y sin el agregado de Glifosato. Letras iguales indican que no hay diferencias significativas según el test de Tukey  $\alpha = 0,05$ . DDA: días después de la aplicación. E. E.: error estándar

Tratamiento	Ingrediente activo	DDA	% Control	E. E.
1	Flumioxazin + Fluroxipir	7	93,75	0,56 a
		15	97,25	0,44 a
2	Flumioxazin + Fluroxipir + Glifosato	7	94,25	0,56 a
		15	97	0,44 a

Para el control de otras malezas difíciles como ser *Spermacoce latifolia* y *Richardia brasiliensis* una técnica es utilizar herbicidas PPO, como por ejemplo Flumioxazin, en mezcla con Glifosato lo que mejora el control del herbicida PPO respecto a su uso solo (Ferreira *et al.*, 2006). Este efecto de mejora, si bien fue reportado por Ashigh y Hall (2010), para varias malezas e inclusive para biotipos resistentes, el control con Flumioxazin + Fluroxipir + Glifosato no mejoró respecto a Flumioxazin + Fluroxipir probablemente porque la respuesta estuvo más asociada al Fluroxipir que es un herbicida hormonal. Recientemente Fadin *et al.*, (2018) han reportado la limitada absorción y translocación del Glifosato en *Spermacoce verticillata* (sinónimo de *Borreria verticillata*) por lo que sustenta la posibilidad de que el control observado en este experimento sea debido principalmente al Fluroxipir.

Como se ha mencionado anteriormente el uso intensivo de Glifosato ha reducido la abundancia de muchas especies de malezas antes presentes, aunque al mismo tiempo ha provocado el incremento de otras especies con alto grado de tolerancia y biotipos resistentes, los cuales no estaban presentes en densidades elevadas en los lotes cultivados (Vitta *et al.*, 2004; Christoffoleti, 2008). La optimización de control es sumamente importante, no solo para evitar la competencia de las malezas con el cultivo, sino también por la reducción de costos económicos y ambientales por un uso más racional de los herbicidas.

### **Ensayo con plantas en macetas en condiciones semi controladas**

Las repuestas obtenidas para los tres ingredientes activos y dos mezclas ensayadas en dosis crecientes se muestran en la figura 13. Las dosis más bajas, correspondientes a 1/16 X, 1/8 X y 1/4 X, presentaron controles inferiores al 60 %, el rango de dosis medias (1/2 X; 1 X y 2 X) presentaron controles de hasta 80 % y controles superiores en las dosis 4 X, 8 X y 16 X (Figura 13).

El control producido por Flumioxazin a su dosis normal (1 X) fue del 86,6 % y los incrementos en la dosis no arroja grandes cambios en el control el cual llega en su dosis de 16 X a un 96 % (Figura 13 A).

El tratamiento con Fluroxipir, a su uso normal (1 X) produce solo un 60 % de control el cual aumenta significativamente con el incremento de la dosis siendo de 80 % cuando la dosis fue de (4 X) y del 100 % de control con la dosis 16 veces la de uso (Figura 13 B). En comportamiento del herbicida Fomesafen fue similar al del Fluroxipir que incremento su control del 66,6 % en la dosis de marbete a 98,8 % en la dosis de 16 X (Figura 13 C).

La mezcla de Flumioxazin + Fomesafen, a la dosis normal de uso, el control no superó el 70 %, mientras que el incremento de la dosis (16 X) controla el 100 % de las plantas (Figura 13 D). En cambio, en la mezcla de Flumioxazin con Fluroxipir a partir de 1/2 dosis recomendada se obtuvo el 80 % de control (Figura 13 E).

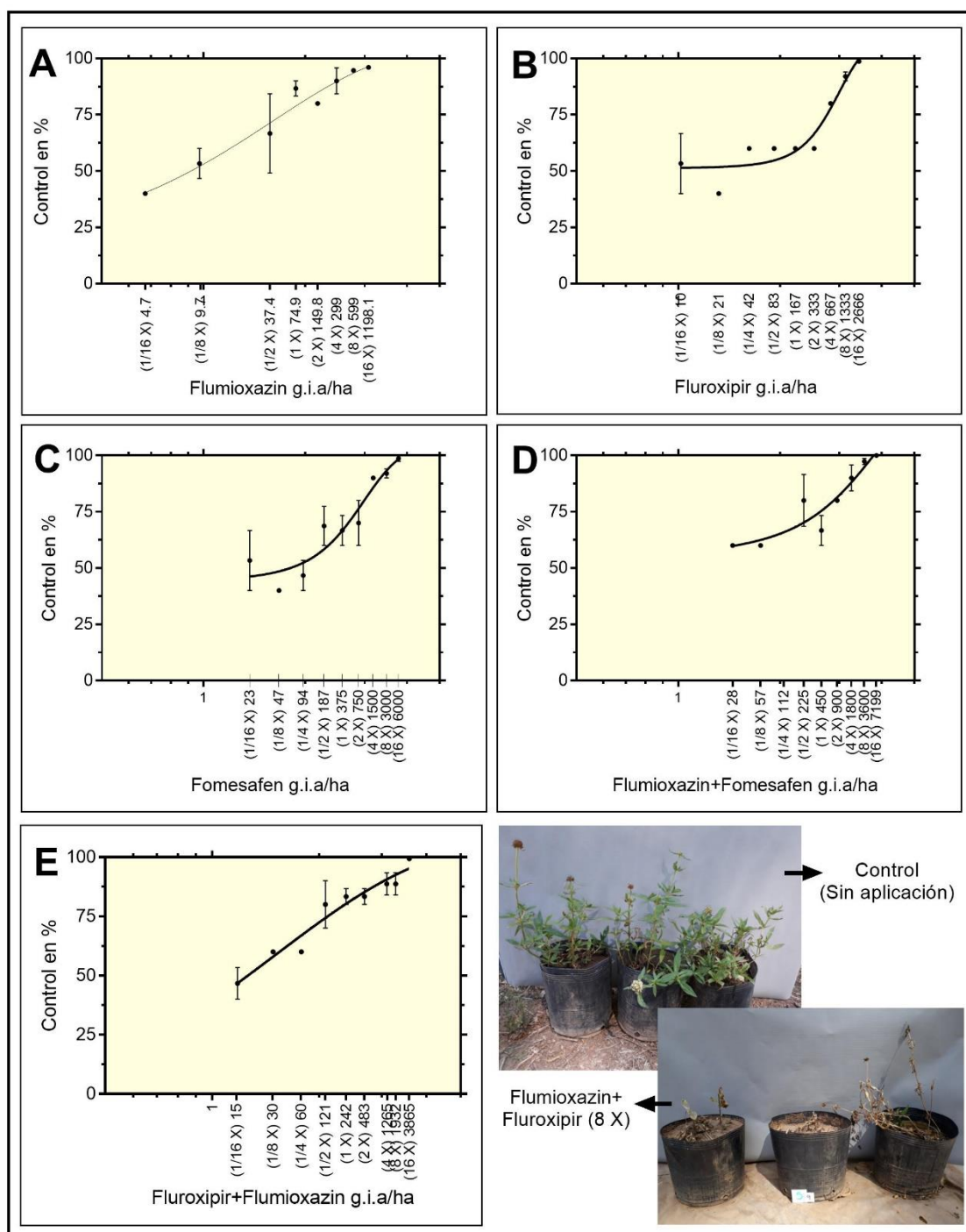


Figura 13. Curvas dosis-respuestas de diferentes tratamientos herbicidas. A) Flumioxazin; B) Fluroxipir; C) Fomesafen; D) Flumioxazin + Fomesafen y E) Fluroxipir + Flumioxazin. En todos los casos se representa la dosis en escala logarítmica en función del control expresado en porcentaje.

Las funciones de ajustes, sus parámetros y  $R^2$  para los tratamientos ensayados en el experimento de dosis-respuesta se muestran en la Tabla 7.

El tratamiento con Flumioxazin aplicado solo, presenta una  $DL_{50}$  de 1,3 g i.a.ha<sup>-1</sup> lo que significa que para lograr un 50 % de control de las plantas de *B. spinosa* se necesita apenas 0,01 de la dosis normal de usos (75 g i.a.ha<sup>-1</sup>) mientras que  $DL_{90}$  fue de 216,7 este valor indicaría que se necesita aplicar 2,9 veces la dosis de uso para obtener un 90 % de control. En relación con la dosis recomendada el tratamiento con Fomesafen arrojó una  $DL_{50}$  1,7 y una  $DL_{90}$  17,2 veces superior a la dosis de uso, mientras que el Fluroxipir  $DL_{50}$  es 4,7 y la  $DL_{90}$  28,9 veces superior a la dosis recomendada. Las mezclas de ingredientes activos, tuvieron un comportamiento diferente al uso solo, probablemente debido a un efecto de potenciación, el cual fue observado a través de una disminución de la  $DL_{90}$  respecto a la dosis de uso recomendada la cual fue de 273,7 g i.a.ha<sup>-1</sup> para Flumioxazin + Fomesafen y de 25,44 g i.a.ha<sup>-1</sup> Flumioxazin + Fluroxipir lo cual correspondería 0,6 y 0,1 veces respecto a la dosis de marbete para las mezclas respectivamente (Tabla 7).

Tabla 7. Parámetros de regresión estimados  $DL_{50}$ ;  $DL_{90}$  estimados para distintos ingredientes activos y mezclas a los 30 días de aplicados los tratamientos

Trat.	Ingredientes activos	B	C	D	$DL_{50}$	$DL_{90}$	$R^2$
1	Flumioxazin	0,43	-73,6	105,5	1,3	216,7	0,758
2	Fomesafen	0,97	44,4	104,7	663,2	6420	0,718
3	Fluroxipir	1,22	51,1	111	795,9	4813	0,803
4	Flumioxazin + Fomesafen	1,6	58,1	1168	69,8	273,7	0,717
5	Fluroxipir + Flumioxazin	1,66	27,1	70,7	4,72	25,44	0,82

Del análisis de la relación entre la dosis y la respuesta observada en las plantas de *B. spinosa* se observa en general una reducción de la  $DL_{90}$  cuando se utilizan mezclas de dos ingredientes activos (Fluroxipir o Fomesafen con Flumioxazin) lo cual indicaría la posibilidad de reducir la dosis de uso sin disminuir la eficacia del control. Este resultado se correlaciona con lo observado en el ensayo a campo en el cual el tratamiento de Flumioxazin + Fluroxipir permitió un control superior al 97 % a los 15 días coincidentes con estudios reportados por Luna y Druetta, (2018) con controles superiores al 70 % a los 21 DDA.

### **Conclusiones**

El control químico de *Borreria spinosa* es posible al mezclar los ingredientes activos Flumioxazin (herbicida PPO) más Fluroxipir (herbicida hormonal) y en la cual al agregar Glifosato no tendría acción de mejorar el control. Las curvas de dosis respuestas permitiría en los tratamientos con mezclas, utilizar dosis menores a la suma de las recomendadas en el marbete para cada ingrediente activo individual sin disminuir el porcentaje de control.

## **Capítulo III**

### **Eficacia de herbicidas preemergentes sobre *Borreria spinosa*, en un barbecho previo a la siembra del cultivo de soja**

## Introducción

La maximización del rendimiento de los cultivos se puede lograr considerando también el control de malezas antes de la siembra del mismo. El barbecho consiste en mantener el suelo sin cultivo por un tiempo y el mismo puede ser mecánico, cuando se realiza con herramientas, o químico mediante la aplicación de herbicidas (Derksen *et al.*, 1995). El control de malezas en este período es de vital importancia para evitar la utilización de nutrientes y agua los cuales no estarán disponibles para los cultivos y son un recurso limitado en los sistemas de producción agrícolas de secano en la región.

La modificación del agroecosistema ocasionada por la siembra directa, la utilización de cultivares transgénicos tolerantes a Glifosato y el uso intensivo de este herbicida, han producido cambios en la flora de malezas asociadas a cultivos (Rodríguez, 2004). En este contexto, la rotación de productos con distintos modos de acción y la combinación de herbicidas de efecto residual con herbicidas de contacto, se presenta como una alternativa para reducir la infestación de malezas, y ampliar el espectro de control especialmente previo a la implementación del cultivo, además, mejoran la acción del Glifosato sobre las malezas menos sensibles a éste (Szwarc y Berardo, 2015).

Como principio general, debe tenerse en cuenta que la eficacia del herbicida en aplicaciones postemergencias desciende rápidamente en relación al tamaño de la planta, si proviene de un sistema subterráneo (rebrote) y/o se encuentra en condiciones de estrés. La resistencia al Glifosato incrementa significativamente en *Sorghum halepense* a medida que las plantas van creciendo y acumulando biomasa (Vila-Aiub *et al.*, 2007).

Varias especies de malezas, incluidas las del género *Borreria*, poseen plasticidad ecológica en todo Brasil y figuran en la lista de especies susceptibles de desarrollar resistencia a los herbicidas utilizados en el cultivo, sea la soja genéticamente modificada o no (Vivian *et al.*, 2013). En malezas perennes es



fundamental lograr la translocación del herbicida a los órganos de reserva, realizando las aplicaciones en los momentos de mayor translocación de asimilados y máxima relación de biomasa aérea-subterránea (Duke, 1996; Papa 2007).

Como se dijo anteriormente el uso repetido del Glifosato conduce a la selección de biotipos resistentes y/o tolerantes, como el caso de *Borreria latifolia* la cual fue reportada como tolerante a Glifosato por Gazziero y Prette, (2005) y Maciel *et al.*, (2009), mientras que *B. verticillata* (syn. *Hedyotis verticillata*) se reportó como resistente a paraquat y a Glifosato en plantaciones de palma aceitera de Malasia (Chuah *et al.*, 2005).

La dosis de herbicida parece estar correlacionada con la etapa fenológica para el control de *B. densiflora*, ya que la presencia de brotes laterales a lo largo de los nudos del tallo principal hace que el contacto del herbicida con las hojas inferiores sea difícil, lo que permite sobrevivir a la planta después de la aplicación del herbicida. Por lo tanto, *B. densiflora* es una especie difícil de controlar en la desecación pre-plantación de soja, lo que provoca que los productores utilicen altas tasas de Glifosato para obtener un control satisfactorio. El control químico de *B. densiflora* en postemergencia, se debe hacer hasta los 3 pares de hojas, porque una vez que la planta produce más hojas y brotes laterales, su control se vuelve dificultoso (Martins y Cristoffoleti, 2014). Las aplicaciones para el barbecho químico, antes de la siembra del cultivo de soja en Brasil y otras regiones de Sudamérica, se realiza con diferentes herbicidas pre-emergentes en mezclas de tanque con Glifosato (Meyer y Cederberg, 2010). Debido a esto, además del control postemergente de *B. spinosa* estudiado en el capítulo anterior, es relevante conocer el comportamiento del Glifosato en mezcla con herbicidas pre-emergentes.

## **Materiales y Métodos**

Los ensayos se realizaron en la estación experimental INTA Sáenz Peña. El lote seleccionado para el ensayo presentaba gran infestación de *B. spinosa*, siendo

esta la maleza más abundante en este lote. La serie de suelo es Golondrina y se caracteriza como Argiustol Udico, que generalmente se encuentra en lomas medias cerradas o tendidas, moderadamente evolucionadas, de relieve normal. Su problema principal es el riesgo de erosión hídrica en pendientes largas y puede ser moderadamente salino. Se lo ha clasificado como un suelo con capacidad de Uso Clase III y IV, según su grado de erosión (Ledesma y Zurita, 2003).

Se realizaron cuatro ensayos independientes (Figura 14), en los que se evaluaron los herbicidas preemergentes utilizados para el control de malezas para el cultivo de soja, los cuales se detallan en la Tabla 8 y 9. En el primero y el segundo ensayo con 15 tratamientos, en el tercero y el cuarto ensayo con los mismos herbicidas probados los años anteriores y se agregaron seis más, haciendo un total de 21 tratamientos. Las aplicaciones del primer ensayo se realizaron el 13 de diciembre del 2014, el segundo el 3 de marzo del 2015, el tercero el 18 de noviembre del 2016 y el cuarto ensayo el 11 de diciembre del 2017. Las dosis utilizadas en todos los tratamientos fueron las indicadas en sus respectivos marbetes. El equipo de aplicación utilizado fue un pulverizador hidroneumático de espalda utilizándose un volumen de aplicación 180 l/ha. Las aplicaciones fueron realizadas entre las 07:00 a 10:00 am en todos los casos. La eficacia biológica de los herbicidas a campo, se evaluó a través del porcentaje de control visual de malezas, asignando un valor en una escala de 0% a 100 % donde 0% significó que la maleza no fue afectada y 100% que fue completamente controlada (Frans et al., 1986 y Tasistro, 2000). Las observaciones del control visual se realizaron a los 15, 30 y 45 DDA y los resultados se expresaron en porcentaje de plantas de *Borreria spinosa* (%) presentes, respecto a un testigo sin control.

El diseño experimental fue de bloques completos al azar con tres repeticiones. El tamaño de cada parcela fue de 2 m de ancho por 6 m de largo (12 m<sup>2</sup>). Se realizó el análisis de la varianza y la comparación de medias, mediante el test de Tukey con una probabilidad del 5 % mediante el uso del software Infostat versión 2016 (Di Rienzo et

al., 2016). Debido a que los datos del porcentaje ocasionan diferentes varianzas, si las medias son diferentes, se realizó una transformación de los datos para cumplir con los criterios de homogeneidad de dichas varianzas (Frans *et al.*, 1986). Por esta razón, los datos de control de malezas fueron transformados a su valor de arcoseno, como lo recomiendan Gómez y Gómez (1984) y Alemán (2004). Los análisis de varianza se realizaron con los datos transformados, aunque en los gráficos se presentan con los valores no transformados.

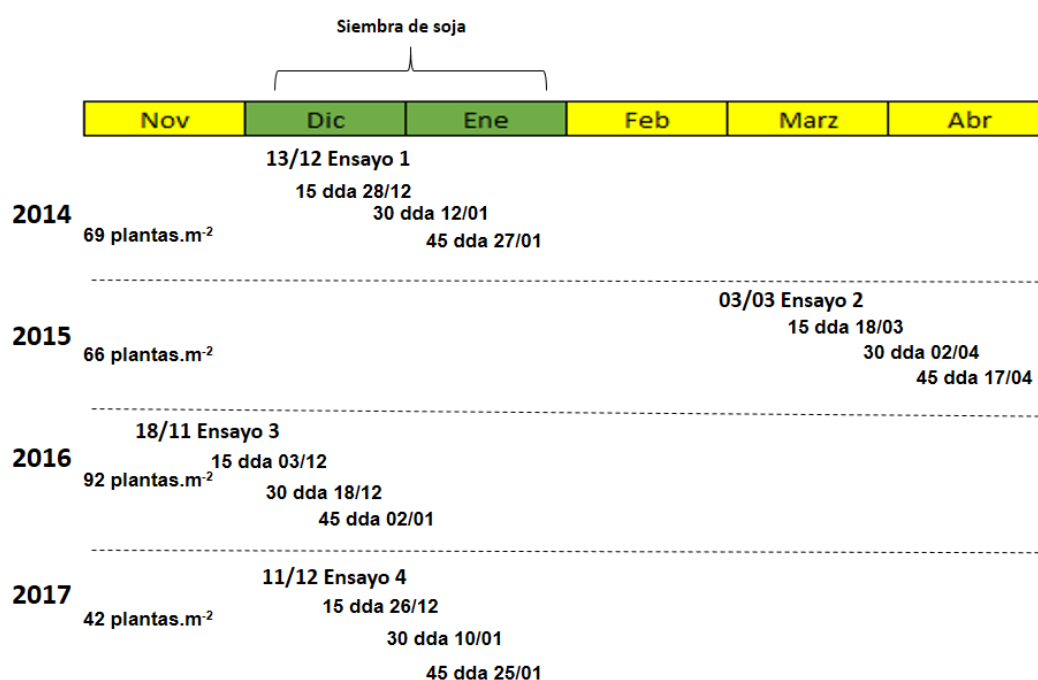


Figura 14. Diagrama cronológico de los ensayos 1, 2, 3 y 4. Las fechas de evaluación en cada año y las plantas de *Borreria spinosa*\*m<sup>-2</sup> al momento de la aplicación.

Tabla 8. Tratamientos de herbicidas, concentración en porcentaje, ingrediente activo por hectárea en gramos o litros utilizados en ensayos 1 y 2.

Trat.	Ingredientes activos	Conc. %	i.a.Ha <sup>-1</sup> (g/l)
1	Sulfometurón metil + Clorimurón etil	15 + 20	15 + 20
2	Sulfentrazone	50	500
3	Flumioxazin	48	72
4	Diclosulam	84	25,2
5	Flumetsulam	12	120
6	Imazetapir	10	100
7	S-metolacoloro	96	1296

8	Metribuzin	48	720
9	Iodosulfuron-metill-sodium + thiencazone-metill	6 + 45	2,7 + 20,25
10	Atrazina	50	1000
11	Prometrina	50	1000
12	Diurón	80	64
13	Clorimuron	25	10
14	2,4 D + Fluroxipir + Prometrina	50 + 48 + 50	600 + 480 + 750
15	Testigo		0

Tabla 9. Tratamientos de herbicidas, concentración en porcentaje, ingrediente activo por hectárea en gramos o litros utilizados en ensayos 1 y 2.

Trat.	Ingredientes activos	Conc. %	i.a.Ha <sup>-1</sup> (g/l)
1	Sulfometurón metil + Clorimurón etil	15 + 20	15 + 20
2	Sulfentrazone	50	500
3	Flumioxazin	48	72
4	Diclosulam	84	25,2
5	Flumetsulam	12	120
6	Imazetapir	10	100
7	S-metolaclo	96	1296
8	Metribuzin	48	720
9	Iodosulfuron-metill-sodium + thiencazone-metill	6 + 45	2,7 + 20,25
10	Atrazina	50	1000
11	Prometrina	50	1000
12	Diurón	80	64
13	Clorimuron	25	10
14	2,4 D + Fluroxipir + Prometrina	50 + 48 + 50	600 + 480 + 750
15	Flumioxazin + Fluoroxipir	48 + 45	72 + 480
16	Fomesafen + Clopyralid	25 + 47	375 + 94
17	Glifosato	48	1200
18	Cloransulam	84	37,8
19	Fomesafen	26	390
20	Fluoroxipir	45	540
21	Testigo		0

## Resultados y Discusión

En el relevamiento de malezas previo a la aplicación de los tratamientos se registró un promedio de 69 plantas.m<sup>-2</sup> de *B. spinosa* en el primer año, 66 para el segundo, 92 para el tercer año y 42 plantas.m<sup>-2</sup> para el cuarto año de estudio.

Las precipitaciones ocurridas durante los años de estudio 15 días antes de las aplicaciones y las acumuladas cada 15 días después de las mismas se encuentran detalladas en la tabla 10. En general se podría considerar a los años 1, 2 y 4 con humedad suficiente para la actividad del herbicida en la planta y al año 3 con excesiva humedad. Existe una presión creciente para reducir las aplicaciones de herbicidas por razones tanto de costo como ambientales. Para maximizar la eficacia de un herbicida y elegir una dosis apropiada, es importante comprender la respuesta del herbicida a los factores climáticos (Kudsk y Kristensen, 1992). Bajo condiciones controladas se demostró una menor absorción de herbicidas en plantas con estrés hídrico (Blair, 1985, Merritt, 1984, Orson *et al.*, 1998). Las condiciones ambientales que promueven la tasa de crecimiento de la maleza también aumentarán el efecto del herbicida (Lundkvist, 1997). La humedad influye también en la tasa de degradación de los herbicidas en el suelo (Pang *et al.*, 2016).

Tabla 10. Precipitaciones ocurridas durante los 4 años de estudios. 15 días antes de las aplicaciones y las precipitaciones acumuladas cada 15 días después de las aplicaciones

	<b>15 DAS</b>	<b>0-15 DDA</b>	<b>16-30 DDA</b>	<b>31-45 DDA</b>
<b>Año 1</b>	4,4 mm	42,5 mm	37,6 mm	43 mm
<b>Año 2</b>	72 mm	0 mm	45,2 mm	140 mm
<b>Año 3</b>	72,5 mm	75 mm	52,1 mm	88 mm
<b>Año 4</b>	8,5 mm	30,4 mm	9,6 mm	335 mm

A los 15 DDA de los productos se observa que en el año 1 algunos tratamientos superan el 70 % de control diferenciándose del resto. Ellos son: Sulfometuron metil + Clorimurón etil, Flumioxazin, Flumetsulam, S-metolacloro, Metribuzin, Diurón y la

mezcla de 2,4 D + Fluroxipir + Prometrina. Las plantas de *B. spinosa* que sobrevivieron a las aplicaciones se encontraban en estado avanzado de desarrollo.

En el año 2 todos los tratamientos superan este valor, aunque Flumioxazin alcanzó el 100% de control. Las precipitaciones ocurridas en ese periodo fueron suficiente para la incorporación y efectividad de los herbicidas.

En el año 3 el único tratamiento que se diferencia estadísticamente del resto es Flumioxazin con un valor de 52 % de control. La eficacia de Flumioxazin ha demostrado ser muy variable para el control de malezas de hoja ancha en diversos cultivos. En el cultivo de algodón se obtuvo mejores controles en postemergencia con Flumioxazin dirigida solo que en mezcla con Glifosato o MSMA (Shawn, *et al.*, 2012). En maní se encontró mayor control de distintas malezas de hoja ancha cuando se utilizó Metolaclor en presiembra incorporado con Flumioxazin en preemergencia que cuando se utilizó Diclosuman (Scott, *et al.*, 2001). En ensayos de campo para evaluar el control de malezas y la respuesta del cultivo de soja se encontró que Flumioxazin proporcionó un mayor control cuando se adicionó Clorimurón o Imazaquin (Niekamp *et al.*, 1999).

En el año 4 ningún tratamiento superó el 41 % de control, siendo todos los valores muy bajos. Tabla 11. El control de los tratamientos realizados 15 DDA fue en general mayor en los años 1 y 2 que en los años 3 y 4. Esta diferencia encontrada puede deberse a que en los años 1 y 2 las condiciones de aplicación fueron favorables, es decir con la humedad necesaria luego de las aplicaciones para que los herbicidas actúen favorablemente. Mientras que en los años 3 los controles fueron inferiores, considerando el elevado contenido de humedad del suelo, y siendo que el ingreso de los herbicidas es a través de la solución de suelo (Kogan y Pérez, 2003), en períodos húmedos, los plaguicidas se adsorben en los coloides y pueden ser transportados hacia abajo y llegar al agua (Gutiérrez y Arregu, 2000).

Probablemente en el año 1 que se registraron pocas precipitaciones antes de la aplicación las plantas se encontraban con reducido crecimiento. El año 4 el lote donde

se realizó el ensayo contaba con una menor densidad de *Borreria* que años anteriores, lo que probablemente se haya traducido a plantas de mayor tamaño de rebrote a partir de xilopodio y con gran contenido de reserva, lo cual interferiría la normal actividad de los herbicidas, como ya se mencionó anteriormente, la eficiencia de los herbicidas varía según el tamaño de la planta.

Tabla 11. Porcentaje de control de *Borreria spinosa* en los 4 años estudiados, observados a los 15, 30 y 45 DDA. En cada columna, letras distintas indican diferencias significativas según prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Tratamientos	Control (%)											
	15 DDA				30 DDA			45 DDA				
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 1	Año 3	Año 4	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	
1 Sulfometurón metil + Clorimurón etil	82,7 a	80,7 ab	28 bcde	27 ab	84,7 a	46,7 a	20 ab	91,7 a	92,3 a	30 bc	31,7 abc	
2 Sulfentrazone	65 a	97 a	37 abc	35 a	61,7 ab	45 ab	33,3 a	65,7 abcde	96,3 a	26,7 bc	21,7 bc	
3 Flumioxazin	77 a	100 a	52 a	33 a	77,7 ab	43,3 abc	36,7 a	86,7 abc	97,7 a	80 a	58,3 a	
4 Diclosulam	57 ab	84,7 a	27 bcde	25 ab	55,7 ab	38,3 abcd	25 ab	85,7 abc	95 a	33,3 bc	28,3 abc	
5 Flumetsulam	70 a	82,7 ab	23 cde	22 ab	70,7 ab	36,7 abcd	16 ab	84,7 abc	88,3 a	16,7 cd	11,7 bc	
6 Imazetapir	62 ab	78 ab	23 cde	17 ab	63,3 ab	26,7 d	15 ab	70,7 abcd	91,3 a	25 c	41,7 ab	
7 S-metolaclo	86 a	93,3 a	27 bcde	20 ab	88,3 a	28,3 cd	12,7 ab	90,7 ab	91,7 a	26,7 bc	9,3 bc	
8 Metribuzin	76 a	97 a	35 abc	30 a	64,3 ab	36,7 abcd	22,7 ab	61,7 bcde	96 a	15 cd	15 bc	
9 Iodosulfuron-metill-sodium + thiencarbazone-metill	60 ab	95,3 a	30 bcde	27 ab	49 ab	38,3 abcd	20,7 ab	65 abcde	96,7 a	45 b	21,7 bc	
10 Atrazina	57 ab	89 a	13 de	18 ab	68,3 ab	26,7 d	18,3 ab	84,3 abc	95 a	26,7 bc	16 bc	
11 Prometrina	33 bc	74,3 ab	22 cde	18 ab	40,3 b	31,7 abcd	12,7 ab	38,3 e	95 a	21,7 cd	10 bc	
12 Diurón	76 a	79,7 ab	32 bcd	40 a	73 ab	30 bcd	17,7 ab	69 abcd	91,7 a	23,3 c	16 bc	
13 Clorimuron	59 ab	92 a	22 cde	22 ab	50,7 ab	28,3 cd	17,7 ab	58,7 cde	94 a	30 bc	13,3 bc	
14 2,4 D + Fluroxipir+Prometrina	70 a	89 a	43 ab	32 a	71,7 ab	33,3 abcd	23,3 ab	81 abc	96,3 a	28,3 bc	20 bc	
15 Testigo	23 c	34,7 ab	12 e	0 b	40 b	5 e	0 b	41,7 de	39,3 b	3,3 d	0 c	



A los 30 días después de las aplicaciones se observa que en el año 1 todos los tratamientos obtuvieron mayores controles que los años siguientes. Los tratamientos Sulfometuron metil + Clorimurón etil y S-metolaclor superaron el 80 % de control y se diferenciaron estadísticamente del resto. Las precipitaciones ocurridas desde las últimas mediciones hasta ese momento fueron de 37,6 mm. En el año 2 no se pudo realizar las mediciones a los 30 DDA. En los años 3 y 4 de ensayos los controles fueron por debajo del 50 %. Las precipitaciones para el año 3 fue de 52,1 mm y para el año 4 de 9,6 mm. El único tratamiento que se diferenció estadísticamente de los demás en el año 3 fue Sulfometuron metil + Clorimurón etil con un valor de 46 % mientras que para el año 4 Sulfentrazon y Flumioxazin obtuvieron un 33 % y 36 % respectivamente diferenciándose del resto.

En la toma de datos realizadas a los 45 DDA para el año 1 la mayoría de los tratamientos supera el 60 % del control, a excepción de Prometrina y Clorimurón que alcanzaron un valor de 38 % y 59 % respectivamente. Los tratamientos que obtuvieron un control superior al 85 % fueron; Sulfometuron metil + Clorimurón etil, Flumioxazin, Diclosulam y S-metolacloro. Las precipitaciones desde los 30 DDA a los 45 DDA fueron de 43 mm. En el año 2 todos los tratamientos superaron el 88 % de control, sin considerar al testigo y las precipitaciones ocurridas desde los 30 días a los 45 días después de las aplicaciones fueron de 140 mm.

En los años 3 y 4 de ensayos los controles fueron muy bajos en comparación con los dos primeros. Solo el tratamiento de Flumioxazin logró diferenciarse significativamente del resto y obtuvo el mayor control en estos últimos dos años siendo de 80 % y 58 % respectivamente, mientras que los demás tratamientos en los dos años no superaron el 46 % de control. Las precipitaciones fueron abundantes en esta oportunidad, registrando 88 mm para el año 3 y de 335 mm para el año 4.

En los ensayos 3 y 4 se agregaron tratamientos para evaluar la eficiencia, ya que los mismos son utilizados para el control de la especie, los cuales están descritos en la tabla 12.

Tabla 12. Porcentaje de control de *Borreria spinosa* en 2 años estudiados, observados a los 15, 30 y 45 DDA. Letras iguales dentro de cada columna indican que no hay diferencias significativas según el test de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Tratamientos	Control (%)					
	15 DDA		30 DDA		45 DDA	
	Año 3	Año 4	Año 3	Año 4	Año 3	Año 4
Flumioxazin + Fluroxipir	73 a	55 a	71,7 a	53,3 a	76,7 a	33,3 a
Fomesafen + Clopyralid	42 bc	23 b	43,3 b	22,7 b	40 ab	20 abc
Glifosato	23 cd	16 b	35 b	8 bc	13,3 bc	7,7 cd
Cloransulam	32 bcd	17 b	36,7 b	15 bc	80 a	28,3 ab
Fomesafen	50 b	22 b	51,7 b	17,7 b	80 a	21,7 ab
Fluroxipir	37 bc	20 b	36,7 b	15 bc	50 ab	18,3 bc
Testigo	12 d	0 b	5 c	0 c	3,3 c	0 d

Los datos fueron analizados estadísticamente a los 15, 30 y 45 DDA.

A los 15 DDA en los años 3 y 4 los tratamientos que se diferenciaron del resto fue la mezcla de Flumioxazin + Fluroxipir. A los 30 DDA el mismo tratamiento fue el único que se diferenció de los demás en un 71,7 % en el año 3 y un 53,3 % en el año siguiente.

A los 45 DDA los tratamientos que se diferenciaron del resto, presentando un valor mayor al 70 % de control fueron Flumioxazin + Fluoroxipir con un 76,6 % de control, Cloransulam y Fomesafen con un 80 % de control.

En todos los años de evaluación luego de las aplicaciones la única maleza que se encontraba presente en los lotes de ensayos fue *B. spinosa*, por lo que la diferencia obtenida en el control de un año a otro no se atribuye a la competencia con otra maleza.

## **Conclusiones**

Los herbicidas que mantuvieron un control de la maleza a lo largo del tiempo ya sea 15, 30 y 45 días después de las aplicaciones en cada año de estudio fue Flumioxazin solo y en mezcla con Fluroxipir. Otros productos también demostraron buenos controles, en el primer año a los 15 DDA superando el 70 % de control, los mismos fueron; Sulfometuron metil + Clorimurón etil, Flumetsulam, S-metolaclor, Metribuzin, Diurón y 2,4 D + Fluropixir + Prometrina.

## **Capítulo IV**

### **Consideraciones generales y prospectivas futuras**

La única especie de *Borreria* encontrada en los agro-ecosistemas del centro de la Provincia del Chaco fue *B. spinosa*, si bien en Chaco están presentes otras especies de este género incluyendo *B. verticillata*. *B. spinosa* fue encontrada con mayor presencia en relación a las demás especies de malezas presentes en cada censo, aunque con niveles de abundancia bajos, convirtiéndola en una maleza potencialmente problemática para la región. El flujo de emergencia de *B. spinosa* comienza desde agosto hasta abril, marcándose dos picos el primero en noviembre y el segundo en marzo, lo que confirma la primera hipótesis, donde se manifiesta que la emergencia es mayor en los meses de verano que en invierno.

En los ensayos realizados en macetas bajo condiciones controladas de dosis respuesta el herbicida que controló mejor *B. spinosa* fue Flumioxazin siendo la eficacia mayor en mezcla con Fluroxipir, como lo indica la  $DL_{50}$  de 4,72 g i.a.ha<sup>-1</sup>. Flumioxazin es un herbicida que actúa inhibiendo la enzima protoporfirinógeno oxidasa y el Fluroxipir es de acción hormonal afectando el crecimiento de la planta, por lo tanto, no se cumplió la segunda hipótesis donde se planteaba que los herbicidas más eficaces serían los inhibidores de ALS (inhibidores de la enzima acetolactato sintetasa). La dificultad para controlar plantas con más de 6 hojas y rebrote con herbicidas de postemergencia podría estar relacionada a la falta de translocación del herbicida desde el xilopodio hacia el resto de la planta, por lo que estudios tendientes a dilucidar este aspecto contribuiría a la elección de herbicidas con un mayor control.

## Bibliografía

- Ashigh, J., Hall, J. C. 2010. Bases for Interactions between Saflufenacil and Glyphosate in Plants. *Journal Agricultural and Food Chemistry*. 58: 7335–7343.
- Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa, AAPRESID. 2015. En: <https://www.aapresid.org.ar/rem/malezas-que-sabemos-de-borreria-y-gomphrena> [Acceso 17 Octubre 2017].
- Alemán, F. 2004. Manual de Investigación Agronómica: con Énfasis en Ciencia de las Malezas. Imprimatur Artes Gráficas. Managua, Nicaragua. 248.
- Ampong - Nyarko, K. y De Datta, S.K. 1991. A handbook for weed control in rice. IRRI, International Rice Research Institute. Manila, Philippines. 113.
- Asega, A. F. y Carvalho, M. A. M. 2004. Fructan metabolising enzymes in hizophores of *Vernonia herbacea* upon excision of aerial organs. *Plant Physiol. Biochem.* 42: 313-319.
- Asociación Latinoamericana de malezas, ALAM. 1974. Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación en ensayos de control de malezas. ALAM. 1 (1): 35-38.
- Bacigalupo, N. 1993. Rubiaceae, en A. L. Cabrera, Flora de la Provincia de Jujuy. 13 (9): 375-437.
- Bacigalupo, M. N. y Cabral, E. L. 1999. Rubiaceae. En Zuloaga, F. O. et O. Morrone. Catálogo de las Plantas Vasculares de la República Argentina II. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. Missouri Botanical Garden Press, Saint Louis. 74: 993-1017.
- Bageneta, J. M. 2016. Reseña de: Dabat, Germán y Paz, Sergio (compiladores), Commodities Agrícolas: Cambio técnico y precios, Buenos Aires, Ediciones del Centro Cultural de la Cooperación Floreal Gorini; Bernal, Universidad Nacional de Quilmes, 2014. *Estudios Rurales*. 5 (9): 106-110.

- Biediger, D. L., Baumann, P. A., Weaver, D. N., Chandler, J. M. y Merkler, M. G. 1992. Interaction between primisulfuron and selected soil applied insecticides in corn (*Zea mays*). *Weed Technology*. 6: 807-812.
- Blackshaw, E. B. y Harker, N. 1997. Scentless chamomile (*Matricaria perdorata*) growth, development, and seed production. *Weed Science*. 45: 701-705.
- Blair, A. M. 1985. Influence of soil moisture on isoproturon activity against *Alopecurus myosuroides*. *Weed Research*. 25: 141-149.
- Braun Blanquet, J. 1979. *Fitosociología*. Ed. Blume. Madrid. 3º Edición. 820.
- Brunton, D. J., Boutsalis, P., Gill, G., y Preston, C. 2018. Resistance to Multiple PRE Herbicides in a Field-evolved Rigid Ryegrass (*Lolium rigidum*) Population. *Weed Science*. doi: 10.1017/wsc.2018.31.
- Buhler, D. D. 1996. Development of alternative weed management strategies. *Journal of Productive Agriculture*. 9: 501-505.
- Burkart, A. 1974. *Flora ilustrada de Entre Rios (Argentina)*. Colección Científica del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Buenos Aires. Argentina. Vol. 6. Partes 6.
- Cabanne, F., Gaudry, J. C. y Streibig, J. C. 1999. Influence of alkyl oleates on efficacy of phenmedipham applied as an acetone: water solution on *Galium aparine*. *Weed Research*. 39 (1): 57-67.
- Cabral, E. L. y Salas, R. M. 2010. *Borreria*. In: Forzza, R.C. *et al.* Catálogo de Plantas e Fungos do Brasil 2. Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 1546-1549.
- Cabral, E. L., Miguel, L. M. y Salas, R. M. 2011. Dos especies nuevas de *Borreria* (Rubiaceae), sinopsis y clave de las especies para Bahia, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*. 25: 255-276.
- Castro, P. y González-Andujar, J. L. 2008. Desarrollo de una aplicación web para la predicción de la emergencia de malas hierbas basada en datos climáticos. *Tierras de Castilla y León: Agricultura*. 147: 102-106.

- Chacón, E. y Saborío, G. 2006. Análisis taxonómico de las especies de plantas introducidas en Costa Rica. *Lankesteriana International Journal on Orchidology*. 6 (3): 139-147.
- Chuah, T. S., Noor-Zalila, M. R., Cha, T. S. y Ismail, B. S. 2005. Paraquat and glyphosate resistance in woody borerria (*Hedyotis verticillata*) growing at oil palm plantations in Trengganu, Malaysia. *Malaysian Applied Biology*. 34 (2): 43-49.
- Cosci, F. y Coyos, T. 2015. Informe de Avance de Resultados. Campañas 2013-15. Chacra Bandera. AAPRESID. 39.
- Cousens, R. y Mortimer, M. 1995. *Dynamics of Weed Populations*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. Fenner, M. 1983. Relationships between seed weight, ash content and seedling growth in twenty-four species of Compositae. *New Phytologist*, New York. 95: 697-706.
- Christoffoleti, P. J. 2008. Glyphosate sustainability in South American cropping systems. *Pest Management Science*. 64: 422-427.
- De la Fuente, E., Suarez, S., Ghera, C. y Leon, R. 1999. Soybean wheat communities: Relationships with cultural history and crop yield. *Agronomy Journal*. 91 (2): 234-241.
- De la Fuente, E., Perelman, S. y Ghera, C. 2006. Relación entre el diseño del mosaico agrícola de la pampa ondulada y la riqueza de la red trófica de la soja. 3er. Congreso de Soja del Mercosur. Rosario. Actas Mesas científico técnicas. 392-395.
- Derksen, D. A., Thomas, A. G., Lafond, G. P., Loepky, H. A. y Swanton, C. J. 1995. Impact of postemergence herbicides on weed community diversity within conservation-tillage systems. *Weed Research*. 35: 311-320.
- Devlin, D. L., Long, J. H. y Maddux, L. D. 1991. Using reduced rates of postemergence herbicides in soybeans (*Glycinemax*). *Weed Technology*. 5: 834-840.



- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., González, L., Tablada, M. y Robledo, C. W. InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Druetta, M. A., Luna Perez, I. M. y Ledda, A. R. 2015. Riqueza florística, frecuencia y abundancia de especies malezas en lotes agrícolas de la región de Santiago del Estero. Actas XXII Congreso Latinoamericano de Malezas y I Congreso Argentino de Malezas. 73.
- Duke, S. O. 1996. Herbicide-Resistant Crops: Agricultural, Environmental, Economic, Regulatory and Technical Aspects. CRC Press, Lewis Publ. Boca Raton, FL. 420.
- Dyer, W. E. 1995. Exploiting weed seed dormancy and germination requirements through agronomic practices. *Weed Science*. 43: 498-503.
- Emerson, R. W. 1878. *Fortune of the Republic*. Houghton and Osgood, Boston.
- Fadin, D. A., Tornisiello, V. L., Barroso, A. A. M., Ramos, S., Dos Reis, F. C. y Monquero, P. A. 2018. Absorption and translocation of glyphosate in *Spermacoce verticillata* and alternative herbicide control. *Weed research*. 58 (5): 389-396.
- Fernández, L., Leguizamón, E. S., Acciaresi, H. A., Troiani, H. O. y Villamil, C. B. 2014. Malezas e invasoras de la Argentina. Tomo I: Ecología y manejo. Bahía Blanca: Editorial Ediuns. 435.
- Fenner, M. 1985. *Seed ecology*. Chapman y Hail. Gran Britania. 151.
- Ferreira, E. A., Santos, J. B., Silva, A. A., Oliveira, J. A. y Vargas, L. 2006. Glyphosate translocation in Italian ryegrass biotypes (*Lolium multiflorum*). *Planta Daninha*. 24 (2): 365-370.
- Figueiredo-Ribeiro, R. C. L., Dietrich, S. M.C., Chu, E. P., Carvalho, M. A.M., Vieira, C. C. J. y Graziano, T. T. 1986. Reserve carbohydrates in underground organs of native Brazilian plants. *Revista Brasil Botânica*. 9: 159-166.

- Florentín, J. E., Salas, R. M., Miguel, L. M. y Cabral, E. L. 2016. Taxonomía de Spermacoce eryngioides (Rubiaceae) y transferencia de Borreria secc. Pseudodiodia a Spermacoce.
- Frans, R. R., Talbert, R., Marx, D. y Crowley, H. 1986. Experimental design and techniques for measuring and analyzing plant responses to weed control practices. In: Research Methods in Weed Science. 3rd. ed. Camper, N. D. (ed.). Southern Weed Science Society. Champaign Illinois, USA. 29-46.
- Garay, J., Terenti, O. A., Funes, M. O., Giulietti, J. D. y Gerardo, U. 2003. Control de malezas herbáceas y arbustivas en cultivos anuales y perennes en San Luis. San Luis. EEA San Luis INTA. Información Técnica N° 168. Reimpresión julio 2005. 27.
- Gazziero, D. y Prette, C. E. C. 2005. Resistencia es la cuestión. R. Cultivar. 4 (1): 16-18.
- Ghersa, C. M. y Martinez-Ghersa, M. A. 2000. Ecological correlates of weed seed size and persistence in the soil under different tilling systems: implications for weed management. Field Crops Research. 67 (2): 141-148.
- Ghersa, C. M., De La Fuente, E., Suárez, S. y León, R. J. C. 2002. Woody species invasion in the Rolling Pampa grasslands, Argentina. Agriculture, Ecosystems and Environment. 88: 271-278.
- Gómez, K. A. y Gómez, A. A. 1984. Statistical Procedures for Agricultural Research. 2nd. ed. J. Wiley y Sons. New York, USA. 680.
- González-Andujar, J. L. y Saavedra, M. 2003. Spatial distribution of annual grass weed populations in winter cereals. Crop Protection. 22 (4): 629-633.
- Haidar, L. 2012. Malezas de difícil control, su impacto en las empresas agrícolas. Congreso Aapresid. En: [http://www.aapresid.org.ar/rem/wp-content/uploads/sites/3/2013/02/impacto\\_en\\_las\\_empresas-haidar.pdf](http://www.aapresid.org.ar/rem/wp-content/uploads/sites/3/2013/02/impacto_en_las_empresas-haidar.pdf) / [Acceso 19 Agosto 2015].

- Hartzler, R. G. y Pringnitz, B. A. 2001. Use of the world wide web in weed science extension programming. *Weed Science*. 41: 278.
- Heap, I. 2020. International Survey of Herbicide Resistant Weeds. En: <http://weedscience.com/summary/home.aspx>. [Acceso 27 Mayo 2020].
- Heijting, S., Van der Werf, W., Stein, A. y Kropff, M.J. 2007. Are weed patches stable in location? Application of an explicitly two-dimensional methodology. *Weed Research*. 47: 381-395.
- Jiapeng, F., Zongzhe, H., Tingting, L., Jun, L., y Liyao, D. 2020. A novel mutation Asp-2078-Glu in ACCase confers resistance to ACCase herbicides in barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*). *Pesticide Biochemistry and Physiology* (Artículo en prensa). <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2020.104634>
- Jurado-Expósito, M., Lopez-Granados, F., González-Andújar, J. L. y García-Torres, L. 2004. Spatial and temporal analysis of *Convolvulus arvensis* L. populations over four growing seasons. *Agronomy Journal*. 21 (3): 287-296.
- Klingaman, T. E., King, C. A. y Oliver, R. L. 1991. Effect of application rate, weed species and wees stage of growth on imazetaphyr activity. *Weed Science*. 40: 227-232.
- Klingman, G. C. 1961. Weed control: as a science. *Weed control: as a science*.
- Knezevic, S. Z., Sikkema, P. H., Tardif, F., Hamill, A. S., Chandler, K. y Swanton, C. J. 1998. Biologically Effective Dose and Selectivity of RPA 201772 for Preemergence Weed Control in Corn (*Zeamays*). *Weed Technology*. 12: 670-676.
- Kogan, M. y Pérez, A. 2003. *Herbicidas: Fundamentos fisiológicos y bioquímicos del modo de acción*. Santiago de Chile, Universidad Pontificia de Chile. 321.
- Kudsk, P. y Kristensen, J. L. 1992. Effect of environmental factors on herbicide performance. In: *Proceedings of the First International Weed Control Congress*, Melbourne, Australia. 173-186.

- Labrada, R. y C. Parker. 1996. El control de malezas en el contexto del manejo integrado de plagas.. En: Labrada, R., J.C. Caseley y C. Parker (eds.). Manejo de malezas para países en desarrollo. FAO, Roma. 1-9.
- Lanfranconi, L. E., Bragachini, M. A., Peiretti, J. y Sánchez, F. R. 2012. El avance de las malezas resistentes a herbicidas en los sistemas agrícolas. ¿Podremos controlarlas?. Documento de trabajo INTA.
- Ledda, A. R. y Guevara, G. S. 2005. Alternativas Químicas para el control de Malezas en el Cultivo de Soja. Agronomía, Recursos Forestales y Montes. 411-414.
- Ledesma, L. L. 1996. Carta de suelos de la Estación Experimental Agropecuaria de Presidencia Roque Sáenz Peña (Chaco). EEA INTA Sáenz Peña. Chaco, Argentina.
- Ledesma, L. L. y Zurita J. J. 2003. Carta de suelos de la República Argentina. Provincia del Chaco. Los suelos del Departamento Comandante Fernández. Convenio INTA- Ministerio de la Producción. Edición Digital.
- Leguizamón, E. S. 2005. El monitoreo de malezas en el campo. Revista AgroMensajes de la Facultad. Nº 17. Facultad de Ciencias Agrarias Universidad nacional de Rosario.
- Leguizamón, E. S. 2007 a. Ecología y dinámica poblacional de malezas: Bases para su manejo racional. Programa Nacional de Capacitación en Manejo de Malezas en Sistemas de Producción – CONAPRE – SENASA - Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario. Zavalla. Santa Fé. 2-11.
- Leguizamón, E. S. 2007 b. El manejo de malezas: desafíos y oportunidades. Revista Agromensajes 23 (12): 26-29. En: <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/23/10AM23.htm>. [Acceso 11 Julio 2014].

- Leguizamón, E. S. 2010. Competencia de malezas. Procedimientos para su monitoreo en cultivos extensivos y emisión de alertas de tratamientos de control. Aapresid, Revista Técnica Especial: Malezas problema. 69-76.
- Lindman, C. A. M. 1906. A vegetacao no Rio Grande do Sul. Loefgren, Porto Alegre.
- López Andino, P. 2011. Malezas Resistentes; Alarma sobre un problema creciente. Revista Especial Maleza. Aapresid.
- Luna, I. M. y Druetta, M. 2018. Eficacia en el control Borreria spinosa (L) de herbicidas desecantes y su interacción con el momento de aplicación y la mezcla con fluroxypir. Actas del II Congreso Argentino de Malezas (ASACIM). Rosario, Santa Fe Argentina. 73-77.
- Lundkvist. A. 1997. Predicting optimal application time for herbicides from estimated growth rate of weeds, Agricultural Systems. 54 (2): 223-242. ISSN 0308-521X, [https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(96\)00086-8](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(96)00086-8).
- Maciel, C. D. G., Amstalden, S. L., Raimondi, M. A., Lima, G. R. G., Oliveira Neto, A.M. y Artuzi, J.P. 2009. Seletividade de cultivares de soja RR® submetidos a misturas em tanque de glyphosate + chlorimuron-ethyl associadas a óleo mineral e inseticidas. Planta Daninha. 27 (4): 755-768.
- Maxwel, C., Amit, J., Todd, G., Suat, I., Keenan, A., Jon, E., y Stevan Z. 2017. Confirmation and Control of HPPD-Inhibiting Herbicide-Resistant Waterhemp (*Amaranthus tuberculatus*) in Nebraska. Weed Technology 31:67-79.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGyP-SIIA). 2013. Sistema Integrado de Información Agropecuaria, 1960-2012. En: <https://datos.agroindustria.gob.ar/> [Acceso 12 Diciembre 2018].
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGyP-SIIA). 2019. Estimaciones agrícolas. Informe mensual 18 de julio del 2019. En: [https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/estimaciones/\\_archivos/estimaci](https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/estimaciones/_archivos/estimaci)

ones/190000\_2019/190700\_Julio/190718\_Informe%20Mensual%2018%2007%2019.pdf / [Acceso 23 Noviembre 2019].

Ministerio de Haciendas y Fianzas Públicas (MHyFP). Secretaría de Política Económica y Planificación del Desarrollo. 2016. En: [https://www.economia.gob.ar/peconomica/dnper/fichas\\_provinciales/SSPE-Informe\\_Productivo\\_Provincial-Chaco.pdf](https://www.economia.gob.ar/peconomica/dnper/fichas_provinciales/SSPE-Informe_Productivo_Provincial-Chaco.pdf) / [Acceso 25 Noviembre 2019].

Marshall, E. J. P. 1988. Fieldscale estimates of grass weed populations in arable land. *Weed Research*. 28 (3): 191-198.

Martins, B. A. B. 2008. Biología e manejo da planta daninha *Borreria densiflora* DC. Tesis Doctoral. Universidade de São Paulo. 169.

Martins, B. A. B., Chamma, H. M. C. P., Dias, C. T. S. y Christoffoleti, P. J. 2010. Germination of *Borreria densiflora* var. *latifolia* under Controlled Conditions of Light and Temperature. *Planta Daninha*, Viçosa-MG. 28 (2): 301-307.

Martins, B. A. B. y Christoffoleti, P. J. 2014. Herbicide efficacy on *Borreria densiflora* control in pre and postemergence conditions. *Planta daninha*. 32 (4): 817-825.

Marzocca, A., Mársico, O. y Del Puerto, O. 1976. Manual de malezas. Editorial Hemisferio Sur, Buenos Aires. 564.

Merritt, C. R. 1984. Influence of environmental factors on the activity of ioxynil salt and ester applied to *Stellaria media*. *Weed Research* 24: 173-182.

Meyer, D. y Cederberg, C. 2010. Uso de pesticidas y malezas resistentes al Glifosato: un estudio de caso de la producción de soja brasileña. *SIK-Rapport*. 809: 5-6.

Miguel, L. M. y Cabral, E. L. 2013. *Borreria krapocarmeniana*, a new cryptic species recovered through taxonomic analyses of *Borreria scabiosoides* and *Borreria linoides* (Spermacoceae, Rubiaceae). *Systematic Botany*. 38 (3): 769-781.

Moody, K. 1996. Manejo de malezas en cereales. En: Labrada R. (ed.). Manejo de malezas para países en desarrollo. Estudio FAO Producción y Protección

- Vegetal – 120. Add. 1. FAO. Roma. En:  
<http://www.fao.org/docrep/t1147s/t1147s0h.htm> / [Acceso 22 Mayo 2015].
- Mortimer, A. M., McMahon, D. J., Manlove, R. J. y Putwain, P. D. 1980. The prediction of weed infestations and cost of differing control strategies. En: Proceedings British Weed Control Conference. Weeds. 415-422.
- Mortimer A. M. 1984. Population ecology and weed science. En: R. Dirzo y J. Sarukhan (Eds.) Perspectives on Plant Population Ecology. Sinauer Mass. 363-388.
- Motulsky, H. J. y Ransnas, L. A. 1987. Curvas de ajuste a los datos mediante regresión no lineal: Un examen práctico y no matemático FASEB Journal. 1 (5): 365-374.
- Mueller-Dombois, D. y Ellenberg, H. 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Wiley Y Sons, New York. 547.
- Niekamp, J. W., Johnson, W. G. y Smeda, R. J. 1999. Broadleaf weed control with sulfentrazone and flumioxazin in no-tillage soybean (*Glycine max*). Weed Technology, 13 (2): 233-238.
- Orioli, G., Arregui, C., Leguizamón, E.S. 2014. La selectividad de los herbicidas. En Fernández, O. A., Leguizamón, E.S., Acciaresi, H.A. (eds.), Malezas e Invasoras de la Argentina. Tomo I: Ecología y Manejo. EdiUNS, Bahía Blanca, Argentina. pp. 407-422.
- Ormeño, J. 1998. Control de malezas. Cubierta y mulch de centeno en frutales. Tierra Adentro. 18-20.
- Orson, J. H, Peters, N. C. B y Blair, A. M. 1998. Defining factors which affect the cultural and chemical control of brome species in winter cereals. Home Grown Cereals Authority Project Report No. 172. HGCA, London, UK.
- Padín, S. B. y Passalacqua, S. A. 2018. Protección vegetal. Una mirada hacia el cuidado del ambiente y la salud humana. Facultad de Ciencias agrarias y

- forestales. Universidad Nacional de La Plata. Editorial de la Universidad de La Plata.
- Palau, H., Senesi, S., Mogni, L. y Ordoñez, I. 2015. Impacto económico macro y micro de malezas resistentes en el agro argentino.
- Pang, N., Cui, Y., y Hu, J. 2016. Weather dependent dynamics of the herbicides florasulam, carfentrazone-ethyl, fluroxypyr-meptyl and fluroxypyr in wheat fields through field studies and computational simulation. *Chemosphere*. 165: 320-328.
- Papa, J. C., Felizia, J. C. y Puricelli E. 2002. Malezas tolerantes en soja. *Revista IDIA XXI*. 3: 64-64.
- Papa, J. C. 2007. El modo de acción de los herbicidas. Jornadas de Actualización. Elementos fundamentales para el buen uso de fitoterápicos: Dosis, modo de acción y prevención de deriva. Tucumán. Octubre 2007.
- Papa, J. C. y Tuesca, D. 2013. Los Problemas Actuales de Malezas en la Región Sojera Núcleo Argentina: Origen y Alternativas de Manejo. Centro Regional Santa fe. EEA INTA Oliveros.
- Puricelli, E. y Tuesca, D. 1997. Análisis de los cambios en las comunidades de malezas en sistemas de siembra directa y sus factores determinantes. *Revista de la Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de la Plata*. 102 (1): 97-118.
- Puricelli, E., Faccini, D., Tenaglia, M. y Vergara, E. 2005. Control de *Oenothera indecora* y *Oenothera affinis* con distintas dosis de herbicidas postemergentes. *Agromensajes. Facultad de Ciencias Agrarias UNR*. 15: 3-4.
- Pysek, P., Richardson, D., Rejmanek, M., Webster, G., Williamson, M. y Kirschner, J. 2004. Alien plants in checklist and Foras: forwards better communications between taxonomist and ecologists. *Taxon*. 53 (1): 131-143.



- Rachid, M. 1974. Traspiracao e sistemas subterraneos da vegetacao de verao dos campos Cerrados de Emas. Boletim da Faculdade de Filosofia Ciencias e Letras da Universidade de Sao Paulo, Botánica. 80 (5): 5-140.
- Red de Conocimiento de Malezas Resistentes (REM). 2018. "Las malezas como emergentes de un sistema que pide cambios". En: <https://www.aapresid.org.ar/rem/las-malezas-como-emergentes-de-un-sistema-que-pide-cambios/> [Acceso 14 Diciembre 2018].
- Remondino, L., Oliva, J. H. y Lanfranconi, L. 2011. Sinergismo en la mezcla saflufenacil-metalocloro, incrementa el control de malezas. Basf Top Ciencia, Bs. As. Poster.
- Rew, L. J. y Cousens, R. D. 2001. Distribución espacial de malezas en cultivos herbáceos: ¿son adecuados los métodos analíticos y de muestreo actuales?. Weed Research. 41 (1): 1-18.
- Rodríguez, J. M. M. 2004. Las plantas transgénicas en el contexto social. Biotecnología Vegetal. 4 (2): 67-76.
- Rossi, A. R., Sergio Cepeda, S. y Ponsa, J. C. 2015. Malezas: su manejo y control. En Eyhérbide, G. H. Bases para el manejo del cultivo de maíz. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (Argentina). 203.
- Satorre, E., Benech, A., Slafer, G., De la Fuente, E., Miralles, D., Otegui, M. y Savin, R. 2003. Producción de Granos. Bases funcionales para su manejo. Buenos Aires. Editorial Facultad de Agronomía UBA. Primera Edición.
- Scott, G. H., Askew, S. D. y Wilcut, J. W. 2001. Economic evaluation of diclosulam and flumioxazin systems in peanut (*Arachis hypogaea*). Weed technology. 15 (2): 360-364.
- Scursoni, J. A., Benech-Arnold, R. L. y Hirchoren, H. 1999. Demography of wild oat in barley crops: effect of crop, sowing rate and herbicide treatment. Agronomy Journal. 91: 478-485.

- Seefeldt, S. S., Jensen J. E. y Fuerst, P. E. 1995. Log-Logistic Analysis of Herbicide Dose-Response Relationships. *Weed Technology*. 9: 218-227.
- Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA). 2020. Casos confirmados de malezas resistentes en Argentina. En: <https://www.argentina.gob.ar/senasa/programas-sanitarios/cadenavegetal/aromaticas/aromaticas-produccion-primaria/plagas/malezas-resistentes/casos-confirmados-de-malezas-resistentes-en-argentina/>. [Acceso 09 Marzo 2020].
- Shawn, D., Askew, J., Wilcut, W. y Cranmer, J. R. 2012. Cotton (*Gossypium hirsutum*) and Weed Response to Flumioxazin Applied Preplant and Postemergence Directed. 16: 184-190.
- Steckel, G. J., Wax, L. M., Simmons, F. W. y Phillips, W. H. 1997. Glufosinate efficacy on annual weeds influenced by rate and growth stage. *Weed Technology*. 11: 484-488.
- Streibig, J. C., Rudemo, M. y Jensen J. 1993. Dose-response curves and statistical models. En: J.C. Streibig, J. and Kudsk, P. Eds. *Herbicide Bioassays*. CRC Press, Boca Raton, F L. 30-55.
- Streibig, J. C. y Kudsk, P. 1993. *Herbicide bioassays*. Boca Raton: CRC Press. 294.
- Szwarc, D. E. y Berardo, C. 2015. Alternativas de control químico de malezas en barbecho de soja. *Voces y ecos*. a. 16 (34): 50-53.
- Tasistro, A. 2000. Métodos para evaluar efectividad en el control de malezas. *Revista Mexicana de la Ciencia de la Maleza*. Número Especial. 25-35.
- Tertuliano, M. F. y Figueiredo-Ribeiro, R. C. L. 1993. Distribution of fructose polymers in herbaceous species of Asteraceae from the cerrado. *New Phytol*. 123: 741-749.
- Tuesca, D. 2011. Resistencia de malezas a herbicidas. Guía de productos fitosanitarios para la República Argentina. Tomo 1. 152-157. Tuesca, D.

2011. Resistencia de malezas a herbicidas. 221-227. CASAFE. En: <http://www.casafe.org.ar/pdf/Resistencia.pdf>. [Acceso 11 Julio 2014].
- Ulate, M. S. H. Z. y Salas, E. G. 2010. Asterideas. Diversidad vegetal, biotaxonomía de spermatófitos. Universidad Nacional del Nordeste (UNNE). Facultad de Ciencias Exactas, Naturales y Agrimensura. 58-65.
- Vanlieshout, L. A. y Loux, M. M. 2000. Interactions of Glyphosate with residual Herbicides in No-Till Soybean (*Glycine max*) Production 1. *Weed Technology*. 14 (3): 480-487.
- Vibrans, H. 1998. Urban weeds of México City. Floristic composition and important families. *Anales del Instituto de Biología serie Botánica*: 69; 001.
- Vila-Aiub, M. M., Balbi, M. C., Gundel, P. E., Ghersa, C. M. y Powles, S. B. 2007. Evolución del pasto johnson resistente al glifosato (*Sorghum halepense*) en soja resistente al glifosato. *Weed Science* , 55 (6): 566-571.
- Vila-Aiub, M. M., Vidal, R. A., Balbi, M. C., Gundel, P. E., Trucco, F. y Ghersa, C. M. 2008. Glyphosate-resistant weeds of South American cropping systems: an overview. *Pest Management Science*. 64: 366-371.
- Vitta, J. I., Faccini, D. E., Nisensohn, L. Puricelli, E., Tuesca, D. y Leguizamón, E. 1999. Las malezas en la región sojera núcleo argentina: situación actual y perspectivas. Editada por Dow Agrosciences Argentina S.A. San Isidro, Argentina 47.
- Vitta, J., Tuesca, D. y Puricelli, E. 2004. Widespread use of glyphosate tolerant soybean and weed community richness in Argentina. *Agriculture, Ecosystems and Environments*. 103 :621-624.
- Vivian, R. Reis, A., Kálnay, P. A., Vargas, L., Camara Ferreira, A. C. y Mariani, F. 2013. Manejo de malezas en soja - problemas y prácticas, soja - Resistencia a plagas. ISBN: 978-953-51-0978-5, InTech, DOI: 10.5772 / 54595. En: <http://www.intechopen.com/books/soybean-pest-resistance/weed-management-in-soybean-issues-and-practices> / [Acceso 17 Junio 2016].

- Weed Science Society of America (WSSA). 1994. Herbicide Handbook 7th. edition. Champaign, IL. 313.
- Weed Science Society of America (WSSA). 1998. Technology Notes. Weed Technology. 12: 789-790.
- Yaduraju, N. T. y Mishra, J. S. 2008. Sedges in rice culture and their management. En: Singh, Y.; V. P. Singh, B.; B. Chauhan, A. Orr, A. M. Mortimer, D. E. Johnson y B. Hardy (eds). Direct seeding of rice and weed management in the irrigated rice-wheat cropping system of the Indo-Gangetic Plains. International Rice Research Institute and Pantnagar (India): directorate of Experiment Station, G. B. Pant University of Agriculture ad Technology. Los Baños, Philippines. 91-203.
- Ybran, R. y Lacelli, G. 2016. Informe estadístico mercado de la soja. Boletín Técnico INTA. 1-9.
- Zanin, G., Otto, S., Riello, L. y Borin, M. 1997. Interpretación ecológica de la dinámica de la flora de malezas bajo diferentes sistemas de labranza. Agricultura, ecosistemas y medio ambiente. 66 (3): 177-188.
- Zoschke, A. 1994. Toward reduced herbicide rates and adapted weed management. Weed Technology. 8: 376-386.