



“Efecto de la calidad de aplicación, sobre el control de *Conyza sumatrensis* en dos estados de desarrollo”

*Tesis presentada para optar al título de Magister Scientiae en
Protección Vegetal
Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales
Universidad Nacional de La Plata*



Mirta Beatriz Kahl

Año 2016

**“Efecto de la calidad de aplicación, sobre el control
de *Conyza sumatrensis* en dos estados de desarrollo”**

Director: Dr. Ing. Agr. Eduardo Puricelli

Co-directora: Dra. Alicia Ronco

Jurado de tesis

M. Sc. Ing. Agr. María Inés Leaden

Dr. Ing. Agr. Fransisco Bedmar

Dr. Ing. Agr. Julio Scursoni

Defensa de tesis

12 de julio de 2016

Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires

Mirta Beatriz Kahl

Ingeniera Agrónoma
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Universidad Nacional de Entre Ríos

A mis padres Esther y Enrique por las enseñanzas y apoyo incondicional.

A Guillermo por la fuerza, la comprensión, la alegría y el amor.

AGRADECIMIENTOS

- A nuestro Dios.
- Al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, por haberme brindado la posibilidad de realizar esta maestría y crecer profesionalmente.
- A la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata, por permitirme realizar mi formación de posgrado.
- A los docentes de la maestría, por el esfuerzo que han realizado para compartir sus conocimientos y experiencias.
- A mis directores de tesis por la confianza que han depositado en mí, por generar un ambiente que me ha permitido trabajar y discutir libremente. Al Ing. Agr. Dr. Eduardo Puricelli y la Dra. Alicia Ronco, quienes han guiado constantemente mi trabajo.
- A los Ings. Agrs. Delma Faccini, Federico Balassone y María Cecilia Lescano, de la Cátedra de Malezas de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario y al Sr. Juan Escalada, por el manejo del equipo pulverizador. Gracias por brindarme acceso a sus instalaciones para efectuar parte de los ensayos y por su invaluable colaboración en la realización de los tratamientos.
- A todos mis amigos y colegas por su cariño, comprensión y consejos.
- A mi familia, por estar siempre presente, brindándome su cariño, entendiendo mis ausencias.
- A Guillermo, por todo su amor, su respeto y constante compañía, sosteniéndome en las caídas, perdonando mis ausencias y compartiendo mi felicidad.
- A todas las personas que de una u otra manera colaboraron desinteresadamente en la obtención de éste título.

A partir de los resultados obtenidos en el presente trabajo de tesis se han realizado las siguientes publicaciones:

Puricelli, E., Faccini, D., Kahl, M., Balassone, F., Sartor, M. y J. Escalada. 2014.

Presentación de resumen: Efecto de la dureza de agua sobre el control de *Conyza sumatrensis* (Retz.) E.H. Walker con glifosato y 2,4-D sal amina. Sociedad de Biología de Rosario. XVI Congreso y XXXIV Reunión Anual Rosario, 4 y 5 de diciembre de 2014 Centro Universitario de Eventos y Espacio Cultural Universitario, ISSN 2314-1484, p. 85.

Kahl, M., Behr, E., De Carli, R. y G. Kleisinger 2015. Desempeño de coadyuvantes en mezcla con glifosato más 2,4-D sal amina para el control de *Conyza sumatrensis*. INTA AER Crespo. Póster presentado en Congreso de Malezas I ASASIM y XXI ALAM, 9 y 10 de septiembre 2015, Bs. As.

<http://www.asacim.com.ar/congreso/pdf/CQ.EP.35KahlEXP.pdf>

Kahl, M., Puricelli, E., Kleisinger, G. y Behr, E. 2016. Influencia del pH del agua de aplicación en la actividad de distintas formulaciones de glifosato. Para Mejorar la Producción Cultivos Estivales, N° 54. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - EEA Oliveros, 189-193.

<http://inta.gob.ar/documentos/revista-para-mejorar-la-produccion-cultivos-estivales-2015>

Kahl, M., Puricelli, E., Niccia, E., San Román, L., Alanis, J. y W. Hass 2016. Relevamiento de la calidad de agua para uso en las aplicaciones agrícolas en la región centro-oeste de Entre Ríos. Serie de Extensión, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Paraná - EEA Paraná - AER Crespo. 15 p.

http://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_calidad_agua_kahl_1.pdf

Kahl, M., Puricelli, E., Kleisinger, G., Behr, E. y R. De Carli 2016. Encuesta sobre factores relacionados al control de malezas en el centro-oeste de Entre Ríos. Serie de Extensión Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - EEA Paraná - AER Crespo, 78:33-42.

http://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_parana_serie_extension_78_kahl_33-41.pdf

ÍNDICE GENERAL

Abreviaturas.....	vii
INTRODUCCIÓN GENERAL	
Introducción.....	1
Dinámica de las malezas anuales en los barbechos químicos.....	2
Malezas tolerantes y resistentes.....	3
Resistencia en <i>Conyza</i> spp.....	5
Descripción botánica de <i>C. sumatrensis</i>	6
Control químico de las malezas.....	12
Control químico de <i>C. sumatrensis</i>	13
Factores que afectan el control químico en <i>C. sumatrensis</i>	15
HIPÓTESIS	
Hipótesis general y de particulares.....	17
OBJETIVOS	
Objetivo general y específicos.....	18
Sitios de experimentación.....	18
CAPÍTULO 1: EFECTO DE LA CALIDAD DEL AGUA SOBRE LOS HERBICIDAS	
Introducción.....	22
Materiales y Métodos.....	34
Resultados y Discusión.....	38
Conclusiones.....	56
CAPÍTULO 2: EFECTO DE LA DUREZA Y VOLUMEN DEL AGUA SOBRE EL CONTROL DE <i>Conyza sumatrensis</i>	
Introducción.....	58
Materiales y Métodos.....	70
Resultados y Discusión.....	76
Conclusiones.....	97

CAPÍTULO 3: EFECTO DE SECUESTRANTES DE CATIONES EN EL CONTROL DE *Conyza sumatrensis* CON GLIFOSATO Y GLIFOSATO + 2,4-D SAL AMINA

Introducción.....	99
Materiales y Métodos.....	105
Resultados y Discusión.....	110
Conclusiones.....	121

CAPÍTULO 4: EFECTO DEL USO DE COADYUVANTES EN EL CONTROL DE *Conyza sumatrensis* CON GLIFOSATO + 2,4-D SAL AMINA

Introducción.....	123
Materiales y Métodos.....	127
Resultados y Discusión.....	132
Conclusiones.....	138

CAPÍTULO 5: EFECTO DE LA DOSIS HERBICIDA Y DE LA DUREZA DEL AGUA SOBRE EL CONTROL DE *C. sumatrensis* EN DISTINTOS ESTADOS DE ESTADOS DE DESARROLLO

Introducción.....	140
Materiales y Métodos.....	143
Resultados y Discusión.....	148
Conclusiones.....	174

CAPITULO 6: CONCLUSIONES GENERALES

Introducción.....	176
Conclusiones capítulos.....	176
Hipótesis planteadas.....	179
Investigaciones futuras.....	180

ANEXOS.....	182
--------------------	------------

BIBLIOGRAFÍA.....	184
--------------------------	------------

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Control de malezas, según el pH del agua de aplicación, dosis de uso recomendadas, marcas comerciales y lugar geográfico de la experiencia.....	25
Tabla 1.2. Clasificación de la dureza del agua, expresada como $\text{mg l}^{-1} \text{CaCO}_3$	29
Tabla 1.3. Clasificación de dureza del agua, según CaCO_3	29
Tabla 1.4. Inactivación (%) de glifosato según dureza de agua y volumen de aplicación.....	32
Tabla 1.5. Efecto de los cationes sobre la eficacia de glifosato, en distintas especies de malezas y lugar geográfico de la experiencia	33
Tabla 1.6. Métodos empleados en la determinación de los parámetros.....	35
Tabla 1.7. Tipo de sal, marca comercial, equivalente ácido y formulación.....	36
Tabla 1.8. Variación de la concentración de glifosato según dosis y volumen de aplicación en 1 litro de caldo.....	37
Tabla 1.9. Localidades y ejidos donde se realizaron los muestreos.....	39
Tabla 1.10. Fuentes de agua y descripción de las mismas.....	39
Tabla 1.11. Variación del pH del caldo de aplicación según dosis de glifosato y volumen de aplicación.....	45
Tabla 1.12. Especies de difícil control con glifosato, según latifoliadas y gramíneas (en % de mayo a menor proporción del total de encuestas), época de crecimiento y clasificación en resistentes o tolerantes.....	47
Tabla 1.13. Mecanismo y modo de acción, grupo químico, principio activo, residualidad y marca comercial.....	53
Tabla 2.1. Trabajos que muestran la no interferencia de la dureza del agua en la eficacia de las malezas según herbicidas y lugar geográfico de la experiencia.....	58
Tabla 2.2. Trabajos que muestran interferencia de la dureza del agua en el control de las malezas según herbicidas.....	59
Tabla 2.3. Modo de acción de los herbicidas y número de impactos mínimos.....	63
Tabla 2.4. Clasificación de las gotas, símbolos y colores.....	64
Tabla 2.5. Coeficientes de homogeneidad para distintas boquillas.....	65
Tabla 2.6. Herbicidas, volumen de aplicación y malezas controladas y lugar geográfico de la experiencia.....	67

Tabla 2.7. Tratamientos herbicidas.....	71
Tabla 2.8. Herbicidas evaluados con su sitio de acción, concentración y marca comercial.....	75
Tabla 2.9. Tratamientos de herbicidas, dosis y volúmenes de aplicación.....	75
Tabla 2.10. Cantidad de hojas expandidas, diámetro, altura, cobertura y densidad de la maleza al momento de la aplicación.....	77
Tabla 2.11. Horario de realización de los tratamientos.....	78
Tabla 2.12. Parámetros resultantes de la aplicación.....	78
Tabla 2.13. Condiciones meteorológicas al momento de la aplicación.....	80
Tabla 2.14. Porcentaje de control con glifosato + 2,4-D sal amina a los 30 DDA.....	82
Tabla 2.15. Biomasa aérea en los tratamientos con glifosato y glifosato + 2,4-D sal amina a los 30 DDA.....	83
Tabla 2.16. Porcentaje de cobertura verde en los tratamientos con glifosato y glifosato + 2,4-D sal amina a los 30 DDA.....	84
Tabla 2.17. Cantidad de hojas, diámetro, altura, densidad y cobertura de la maleza al momento de la aplicación.....	84
Tabla 2.18. Fechas de realización de los tratamientos.....	85
Tabla 2.19. Condiciones meteorológicas durante la aplicación.....	85
Tabla 2.20. Porcentaje de control con glifosato + 2,4-D sal amina a los 30 DDA.....	87
Tabla 2.21. Biomasa aérea en los tratamientos con glifosato y glifosato + 2,4-D sal amina a los 30 DDA.....	88
Tabla 2.22. Porcentaje de cobertura verde en los tratamiento glifosato y glifosato + 2,4-D sal amina a los 30 DDA.....	89
Tabla 2.23. Porcentaje de cobertura verde en los tratamientos glifosato + 2,4-D amina a los 30 DDA (2013 y 2014).....	89
Tabla 2.24. Calidad del agua de aplicación.....	90
Tabla 2.25. pH de los caldos de herbicidas.....	90
Tabla 2.26. Condiciones meteorológicas durante la aplicación.....	91
Tabla 2.27. Parámetros resultantes de la aplicación.....	92
Tabla 2.28. Precipitaciones registradas durante la experiencia.....	96
Tabla 2.29. Número de emergencias de <i>C. sumatrensis</i> a los 45 DDA.....	96
Tabla 3.1. Aumento de la eficacia de control por agregado de AMS, malezas	

controladas, herbicidas utilizados y lugar geográfico de la experiencia.....	100
Tabla 3.2. Dureza del agua, malezas controladas, herbicida utilizados y lugar geográfico de la experiencia.....	103
Tabla 3.3. Coadyuvantes conocidos como secuestrantes de cationes y que en general cumplen con la función de corregir el pH.....	105
Tabla 3.4. Tratamientos herbicidas con AMS, como secuestrante de cationes.....	106
Tabla 3.5. Secuestrante de cationes y herbicidas.....	108
Tabla 3.6. Tratamientos de glifosato con distintas dosis de 2,4-D sal amina, con y sin AMS y dureza de 480 mg l ⁻¹	108
Tabla 3.7. Cantidad de hojas expandidas, diámetro, altura, número y cobertura de la maleza en las parcelas.....	110
Tabla 3.8. Fechas de realización de los tratamientos.....	110
Tabla 3.9. Condiciones meteorológicas durante la aplicación.....	110
Tabla 3.10. Parámetros de la aplicación.....	111
Tabla 3.11. Control con glifosato + 2,4-D sal amina a los 30 DDA.....	113
Tabla 3.12. Biomasa aérea en los tratamientos con glifosato y glifosato + 2,4-D sal amina a los 30 DDA.....	114
Tabla 3.13. Porcentaje de cobertura verde en los tratamientos con glifosato y glifosato + 2,4-D sal amina a los 30 DDA.....	114
Tabla 3.14. Condiciones meteorológicas durante la aplicación.....	115
Tabla 3.15. Parámetros químicos del agua.....	115
Tabla 3.16. Control y cobertura verde de <i>C. sumatrensis</i> a los 35 DDA.....	117
Tabla 3.17. Condiciones meteorológicas durante la aplicación.....	118
Tabla 3.18. Control de <i>C. sumatrensis</i> a los 30 DDA.....	119
Tabla 3.19. Biomasa aérea a los 35 DDA.....	119
Tabla 3.20. Cobertura verde de <i>C. sumatrensis</i> a los 35 DDA.....	120
Tabla 4.1. Herbicidas y dosis, coadyuvantes, marcas comerciales y principales funciones (2014).....	127
Tabla 4.2. Herbicidas y dosis, coadyuvantes, marcas comerciales y principales funciones (2015).....	128
Tabla 4.3. Cantidad de hojas expandidas, diámetro, altura, número y cobertura de la maleza	131

Tabla 4.4. Fechas de realización de los tratamientos, con <i>C. sumatrensis</i> en roseta a tallo elongado.....	131
Tabla 4.5. Condiciones meteorológicas durante la aplicación.....	131
Tabla 4.6. Calidad del agua de aplicación.....	132
Tabla 4.7. Parámetros resultantes de la aplicación (2014).....	132
Tabla 4.8. Parámetros resultantes de la aplicación (2015).....	134
Tabla 4.9. Velocidad de control de <i>C. sumatrensis</i> a los 10, 20 y 30 DDA.....	135
Tabla 4.10. Control y remanente verde a los 30 DDA (2014).....	135
Tabla 4.11. Control y remanente verde a los 30 DDA (2015).....	137
Tabla 5.1. Fechas de siembra y trasplante de <i>C. sumatrensis</i>	144
Tabla 5.2. Tratamientos aplicados.....	144
Tabla 5.3. Cantidad de hojas expandidas, diámetro y altura de la maleza al momento de la aplicación.....	148
Tabla 5.4. Fechas de realización de los tratamientos.....	149
Tabla 5.5. Dureza de agua y dosis letal para lograr un 50% de control (ciclo 2014)...	149
Tabla 5.6. Dureza de agua y dosis letal para lograr un 50% de control (ciclo 2015)...	151
Tabla 5.7. Dureza de agua y dosis letal para lograr un 50% de control (ciclo 2014)...	152
Tabla 5.8. Dureza de agua y dosis letal para lograr un 50% de control (ciclo 2015)...	154
Tabla 5.9. Dosis letal media en estado de roseta para los ciclos 2014 y 2015.....	155
Tabla 5.10. Biomasa aérea de <i>C. sumatrensis</i> en cada tratamiento a los 30 DDA.....	156
Tabla 5.11. Cantidad de hojas expandidas, diámetro y altura de la maleza al momento de la aplicación.....	158
Tabla 5.12. Fechas de realización de los tratamientos.....	158
Tabla 5.13. Dureza de agua y dosis letal para lograr un 50% de control (ciclo 2014).159	
Tabla 5.14. Dureza de agua y dosis letal para lograr un 50% de control (ciclo 2015).160	
Tabla 5.15. Dureza de agua y dosis letal para lograr un 50% de control (ciclo 2014).162	
Tabla 5.16. Dureza de agua y dosis letal para lograr un 50% de control (ciclo 2015).164	
Tabla 5.17. Dosis letal media en estado de tallo elongado para los ciclos 2014 y 2015.....	165
Tabla 5.18. Biomasa aérea de <i>C. sumatrensis</i> de cada tratamiento a los 30 DDA.....	166
Tabla 5.19. Inicio de fructificación de <i>C. sumatrensis</i> y semillas por plantas testigo y plantas tratadas con glifosato.....	169

Tabla 5.20. Inicio de fructificación de <i>C. sumatrensis</i> y semillas por planta de testigo y plantas tratadas con glifosato y glifosato + 2,4-D sal amina.....	170
Tabla 5.21. Control de <i>C. sumatrensis</i> con 2,4-D sal amina a los 30 DDA.....	172
Tabla 5.22. Control de <i>C. sumatrensis</i> con 2,4-D sal amina a los 30 DDA.....	173

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Malezas resistentes a glifosato en el mundo.....	4
Figura 2. Períodos de emergencias de <i>C. sumatrensis</i> en Entre Ríos.....	7
Figura 3. Ubicación geográfica de los sitios de experimentación.....	20
Figura 1.1. Valor de facturación de productos fitosanitarios año 2012.....	22
Figura 1.2. Escala de pH del agua.....	24
Figura 1.3. Localización del área de estudio.....	38
Figura 1.4. Clasificación de las fuentes de agua.....	41
Figura 1.5. Clasificación del pH por fuentes de agua más utilizada.....	42
Figura 1.6. Frecuencia (%) de dureza del agua.....	42
Figura 1.7. Clasificación de las durezas por fuentes de agua.....	43
Figura 1.8. Contenido de Ca^{+2} y Mg^{+2}	44
Figura 1.9. Causas de los problemas de control de las malezas.....	49
Figura 1.10. Variables problema durante la aplicación.....	50
Figura 1.11. Calidad del agua.....	51
Figura 1.12. Análisis de agua.....	51
Figura 1.13. Calidad de agua utilizada en la zona de influencia.....	52
Figura 1.14. Formulaciones de glifosato más utilizadas.....	55
Figura 2.1. Interacciones en el sistema tecnología de aplicación de plaguicidas.....	61
Figura 2.2. Temperaturas medias en los años 2013 y 2014.....	77
Figura 2.3. Precipitaciones (mm) recibidas durante los años 2013 y 2014.....	78
Figura 4.1. Esquema simplificado de clasificación de los coadyuvantes.....	123
Figura 5.1. Control con glifosato a los 30 DDA (2014).....	150
Figura 5.2. Control con glifosato a los 30 DDA (2015).....	151
Figura 5.3. Control con glifosato + 2,4-D sal mina a los 30 DDA (2014).....	153
Figura 5.4. Control con glifosato + 2,4-D sal amina a los 30 DDA (2015).....	154
Figura 5.5. Control con glifosato a los 30 DDA (2014).....	159
Figura 5.6. Control con glifosato a los 30 DDA (2015).....	161
Figura 5.7. Control con glifosato + 2,4-D sal amina a los 30 DDA (2014).....	163
Figura 5.8. Control con glifosato + 2,4-D sal amina a los 30 DDA (2015).....	164

ABREVIATURAS

l ha ⁻¹	Litros por hectárea
g e.a.ha ⁻¹	Gramos equivalente ácido por hectárea
g i.a.ha ⁻¹	Gramos ingrediente activo por hectárea
p.c.	Producto comercial
p.a.	Principio activo
l p.c.ha ⁻¹	Litros de producto comercial por hectárea
kg ha ⁻¹	Kilogramos por hectárea
g ha ⁻¹	Gramos por hectárea
DDA	Días después de la aplicación

RESUMEN

Conyza sumatrensis es una maleza muy difundida en Entre Ríos, (Argentina) y de difícil control. Todos los individuos de la especie son tolerantes a herbicidas en estados de desarrollo avanzados y a su vez existen biotipos resistentes a glifosato aun en estado de roseta. La calidad de aplicación, las condiciones meteorológicas y la calidad del agua pueden afectar su control. A fin de maximizar el control de la maleza en distintos estados de desarrollo, se estudió el efecto de la calidad y el volumen del agua para la aplicación de herbicidas, la calidad de aplicación y el uso de coadyuvantes sobre el control con glifosato y 2,4-D sal amina solos y en mezcla, en distintas dosis. Los experimentos se realizaron en 2013, 2014 y 2015, la mayoría de ellos a campo y uno en condiciones controladas en macetas. En ambos casos a los 30 días de la aplicación se evaluó la eficacia en forma visual, la biomasa aérea, la supervivencia y la fructificación de la maleza. En la zona de estudio (Crespo, Entre Ríos) la calidad de agua se clasificó como moderadamente dura, pero la dureza del agua de aplicación no afectó el control. El volumen de aplicación y el uso de coadyuvantes, entre ellos secuestrantes de cationes tampoco influyeron en la eficacia. Glifosato aún a dosis muy altas no mostró un control satisfactorio. La eficacia se incrementa con las mezclas de glifosato + 2,4-D sal amina, según estado de desarrollo y glifosato + saflufenacil + herbicidas residuales. El tamaño de la maleza es un factor clave a tener en cuenta, siendo el estado de roseta el más sensible a glifosato y 2,4-D sal amina solos y en mezclas de ambos y algunas mezclas con herbicidas residuales.

ABSTRACT

Conyza sumatrensis is a widespread weed species in Entre Ríos (Argentina) difficult to control. The species is tolerant to herbicides when plants are in advanced stages of development and some biotypes have shown resistance to glyphosate even at the rosette stage. The quality of the application, the weather conditions and water quality may affect weed control. In order to optimize the control of the weed in different plant stages was studied: the effect of water quality, water volume used, application quality and type of glyphosate and 2,4-D coadjuvant, single application or mixtures in different doses. The experiments were done in 2013, 2014 and 2015, mostly in the field and one in pots at the open air. In experiments, visual control, aerial biomass and plant survival and fructification were determined 30 days after application. In the region of the study (Crespo, Entre Ríos), water quality was classified as moderately hard, though water hardness did not affect control. The application volume and coadjuvant used did not affect efficacy. Glyphosate performance showed yielding an unsatisfactory control even at very high rates. Efficacy increased with glyphosate in combination with 2,4-D amine salt or with saflufenacil plus residual herbicides. Plant size is a clue factor, the rosette stage being the most sensitive to herbicides.

INTRODUCCIÓN

Introducción

En términos generales, una especie es considerada maleza cuando su presencia no es deseable para el hombre (Harlan y De Wet, 1965) por razones productivas, paisajísticas o estéticas (Zimdahl, 1993; Cousens y Mortimer, 1995). Las malezas interfieren con la actividad humana en áreas cultivables y no cultivables (Labrada y Parker, 1996). En agricultura, el rendimiento de los cultivos en forma cuantitativa y cualitativa, dificultando las operaciones (menor eficiencia de la cosecha, clasificación y limpieza), incrementando los costos de producción, ya sea por la necesidad de labores adicionales. Pueden también actuar como hospedantes de patógenos e insectos. En la actualidad, la presencia de algunas malezas resistentes produce desvalorización de los campos.

Las prácticas de control de malezas existen desde el origen de la agricultura, inicialmente a través de métodos de control manual y mecánicos. En cuanto al control químico en sus comienzos se basó en uso de sales y ácidos inorgánicos, mientras que actualmente se cuenta con numerosos compuestos orgánicos de síntesis (Radosevich *et al.*, 1997). A pesar del uso intenso de todos dichos métodos de control, las malezas siguen presentes en los agroecosistemas causando importantes inconvenientes (Dekker, 1997).

Si bien este no es objeto de la presente tesis, algunas especies que en ciertas situaciones son consideradas malezas pueden proveer servicios ecológicos dentro del agroecosistema. Algunas de las especies consideradas malezas constituyen el eslabón inicial de la cadena alimentaria, como una importante fuente de alimentación de distintas especies de insectos y aves (Marshall *et al.*, 2003). Pueden a su vez contribuir a controlar la erosión del suelo, modifican procesos micro-climáticos, impactan en la dinámica hidrológica, constituyen una reserva de germoplasma y modifican el ciclo de nutrientes (Jordan y Vatovec 2004; Nicholls, 2006). Algunas de ellas presentan características medicinales, ornamentales, son huéspedes de insectos benéficos, aportan materia orgánica y son fuente de energía (Rodríguez, 1995).

Los sistemas agropecuarios dependen del uso de herbicidas como estrategia casi exclusiva para resolver el problema que representa la presencia de las malezas. Recientemente, los cultivos transgénicos resistentes a herbicidas han sido promocionados

como un paso más hacia la simplificación agrícola ya que promueven el uso masivo de herbicidas de amplio espectro y alta eficiencia (Mortensen *et al.*, 2000). En el corto plazo las políticas de manejo de malezas centradas en el uso herbicidas han sido exitosas en términos de producción, eficiencia, y simplicidad (Menalled, 2010), sin embargo, el aumento en el uso de herbicidas preocupa por su alto costo o impacto ambiental, social y económico (Fernández, 1982; Robinson y Sutherland, 2002; Robertson y Swinton, 2005), así como en la generación de resistencia (Ryan, 1970; Moreira *et al.*, 2007).

Dinámica de las malezas anuales en los barbechos químicos

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).

Los cambios productivos a través de la evolución agrícola alteraron la dinámica poblacional de las malezas. Es conocido que las especies de malezas reaccionan de diferentes formas a los disturbios (Radosevich *et al.*, 1997). Así un disturbio como la labranza altera la composición y densidad de una comunidad de malezas. En particular, la adopción masiva del sistema de labranza cero modificó la comunidad de malezas del cultivo de soja en la región pampeana (De la Fuente *et al.*, 1999). Al comparar los censos florísticos de 1995 respecto a 2003, en la pampa ondulada (Buenos Aires, Argentina) se encontró que unas pocas especies que dominaban la comunidad de malezas en el pasado, mantenían su constancia resultando bien adaptadas al nuevo ambiente. Otras especies que fueron dominantes en el pasado, disminuyeron su constancia. También, nuevos componentes de la comunidad fueron detectados, entre ellos varias especies perennes e incluso leñosas que en el pasado eran características de zonas no cultivadas (De la Fuente *et al.*, 2006).

En el caso de malezas de establecimiento otoño-inverno-primaveral presentes en barbechos entre cultivos de verano se ha observado un aumento en su abundancia relativa en los últimos años en la región sojera núcleo argentina (Tuesca *et al.*, 2001). Estas malezas poseen semilla pequeña y están adaptadas a emerger desde la superficie del suelo por lo que al uso extendido de la siembra directa ha favorecido su uso.

Malezas tolerantes y resistentes

La Sociedad Americana de Ciencias de las Malezas denominó “tolerancia” a la capacidad natural y heredable de una especie de sobrevivir y reproducirse luego de aplicar un herbicida; aún con dosis altas (WSSA, 1998).

Las malezas tolerantes no son un problema nuevo ya que en los comienzos del control químico selectivo el uso intensivo de 2,4-D en cultivos de cereales estuvo estrechamente relacionado con el aumento de especies difíciles de controlar. Así cuando se utiliza un herbicida, algunas especies son bien controladas mientras que otras no lo son. Las no controladas prosperan frente a las especies más susceptibles y eventualmente, si se continúa empleando el mismo principio activo con elevada frecuencia, podrían llegar a dominar dentro de la comunidad. Muchas de las malezas tolerantes a herbicidas provienen inicialmente de los bordes de los lotes debajo de los alambrados y paulatinamente van dispersándose en el interior del predio (Papa, 2014).

Actualmente en Argentina, la Red de conocimiento en malezas resistentes (REM, 2015) menciona como especies tolerantes a: *Gomphrena* spp. (siempre viva), *Borreria* spp. (botoncito blanco), *Chloris* y *Trichloris* spp. (gramas), *Papophorum* spp. y *Commelina erecta* (flor de Santa Lucía), para las provincias de Salta, Tucumán, Chaco, Santiago del Estero, Santa Fe, Córdoba, Entre Ríos, Buenos Aires, La Pampa y San Luis.

El término “resistencia” se asigna a la capacidad de una planta de sobrevivir y reproducirse luego de la aplicación de un herbicida a una dosis normalmente letal para el tipo (WSSA, 1998).

Las especies se adaptan a diferentes ambientes favoreciendo en ellos el desarrollo de individuos con caracteres externos, morfológicos y estructurales particulares, Un biotipo es grupo de individuos de una especie que se diferencia del resto de los individuos de la misma población por un rasgo. En los biotipos resistentes a herbicidas existe un genoma que les permite sobrevivir a la presión de selección impuesta por la continua aplicación (De la Vega, 2013).

La resistencia de malezas se presenta inicialmente con individuos aislados y con la aplicación repetida del mismo herbicida aumentan su tamaño, dominando finalmente toda el área. Una vez establecido el biotipo resistente, el problema permanecerá por largo tiempo y a veces indefinidamente

El primer caso de resistencia de malezas a herbicidas fue publicado por Ryan (1970) para *Senecio vulgaris* en huertos frutales a herbicidas del grupo de las triazinas (simazina) (De la Vega, 2013).

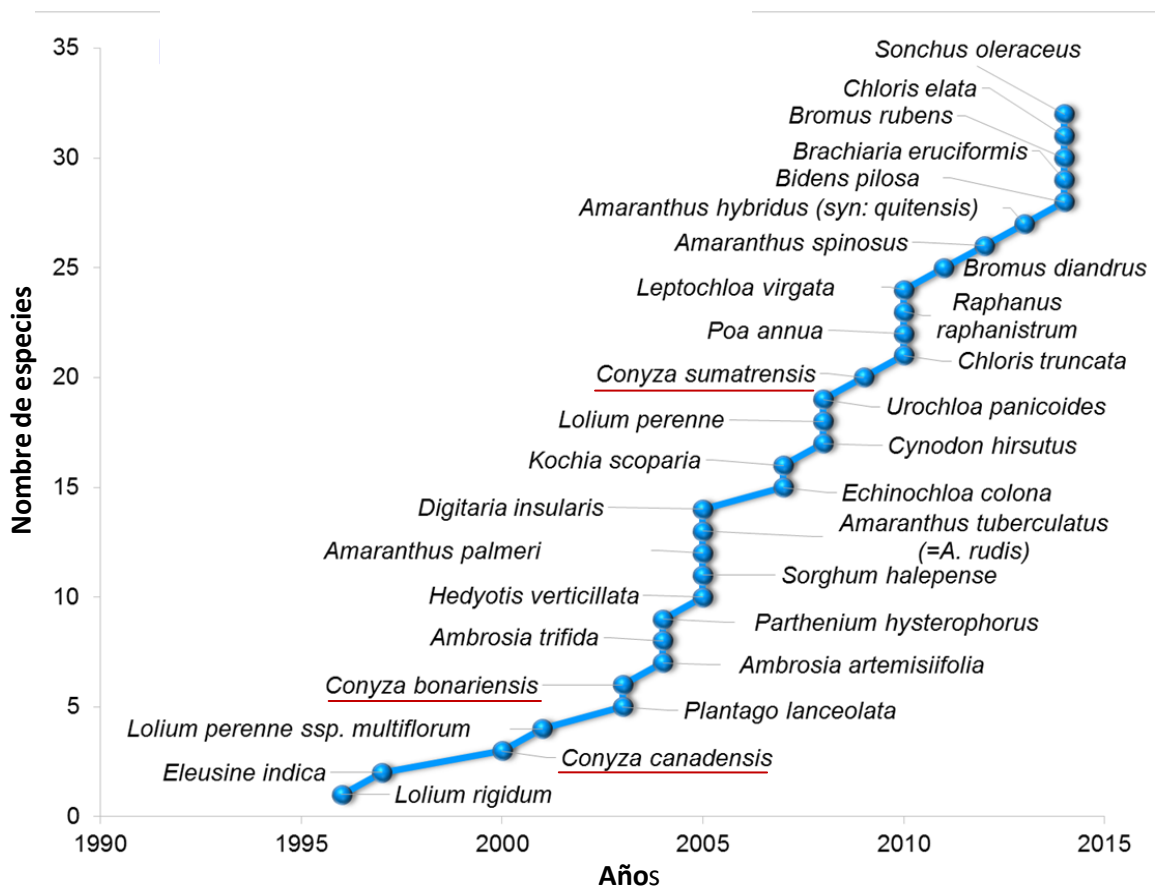


Figura 1. Malezas resistentes a glifosato en el mundo. Dr Ian Heap (WeedScience, 2015).

A nivel mundial hay 461 casos de malezas resistentes a herbicidas, con 247 especies (144 dicotiledóneas y monocotiledóneas 103).

Los primeros casos de resistencia a glifosato (Figura 1) para el género *Conyza* son:

C. canadiensis (2000) en Estados Unidos, Brasil, China, España, República Checa, Canadá, Polonia, Italia, Grecia (Moreira *et al.*, 2007; Villalba, 2009; González-Torralva, 2013).

C. bonariensis (2003) en Sudáfrica, España, Brasil, Colombia, Estados Unidos, Israel, Italia, Grecia, Portugal (Moreira *et al.*, 2007; Villalba, 2009; González-Torralva, 2013).

C. sumatrensis (2009) en España, Brasil, Grecia (González-Torralva, 2013). En Brasil, año 2011 se encontró resistencia múltiple de esta maleza a glifosato y clorimurón metil (Santos *et al.*, 2014 b).

Los biotipos de malezas resistentes a glifosato en Argentina hasta el momento, según la Red de conocimiento en malezas resistentes (REM, 2015) son ocho: *Sorghum halepense* (sorgo de Alepo), *Echinochloa colona* (capín o gramilla mora), *Eleusine indica* (pata de ganso), *Cynodon hirsutus* (gramilla dulce), *Amaranthus quitensis* (yuyo colorado), *Amaranthus palmeri* (yuyo colorado), *Lolium multiflorum* (raigrás anual), *Lolium perenne* (raigrás perenne), *Avena fatua* (avena negra) y *Raphanus sativus* (nabón).

Resistencia en *Conyza* spp.

El género *Conyza* pertenece a la familia de las Asteráceas. Incluye aproximadamente 100 especies (Cabrera y Zardini, 1978) las cuales se distribuyen en casi todo el mundo, dispersos en zonas templadas y subtropicales (Thebaud y Abbott, 1995; Kissmann y Groth, 1999; Santos *et al.*, 2014 a).

Conyza sumatrensis se origina en América del Sur, pero ahora en la actualidad se encuentra dispersa por todo el mundo, en particular en el centro de África, Oceanía, América Central, y Japón. En Europa se ha informado en España, Francia y el Reino Unido (Holm *et al.*, 1997; Facility, 2010). Tiene gran capacidad de adaptación a diferentes condiciones de suelo y climáticas (Lazaroto *et al.*, 2008; Circunvis *et al.*, 2014). Por todo esto es considerada cosmopolita (Green, 2010).

En Argentina el género *Conyza* spp. es conocido vulgarmente como “rama negra”, “mata negra” o “carnicera” entre otros nombres comunes (Burkart, 1973). Existen 22 especies de este género, siendo la principal *C. bonariensis* (L. Cronquist), encontrándose además *C. sumatrensis* (Retz), *C. chilensis* (Spreng) y *C. angustifolia* (Steud).

Conyza bonariensis y *C. sumatrensis* se han transformado en un problema importante en los barbechos de los cultivos estivales de la pampa húmeda. *Conyza bonariensis* ocupaba en 1987 el puesto 52 en importancia, dentro de un grupo de 67 especies relevadas en el centro-oeste de la provincia de Entre Ríos mientras que actualmente *Conyza* spp. se ha constituido en una maleza importante y de difícil control en los barbechos de lotes agrícolas de la región (Peltzer y Faya de Falcón, 1987). En los relevamientos realizados en campos de diferentes zonas en la provincia de Entre Ríos se detectaron siempre dos especies: *C. bonariensis* y *C. sumatrensis* (Metzler *et al.*, 2011 a y b; Papa *et al.*, 2010 a y b). Predominando *C. sumatrensis* en aproximadamente un 75% de los lotes, mientras que *C. bonariensis* en un 25% de los mismos (Metzler, 2013 comunicación personal).

Ambas especies de *Conyza* fueron consideradas en Argentina inicialmente como tolerantes a glifosato (REM, 2015). Sin embargo, en un estudio realizado en la Facultad de Ciencias Agrarias (UNR) con semillas de *Conyza* spp. cosechadas en el departamento Paraná (Entre Ríos) y sembradas en macetas, se determinó su resistencia a glifosato. En estado de roseta se pulverizaron con dosis crecientes de glifosato, obteniendo Índices de Resistencia para *C. sumatrensis* y *C. bonariensis* de 6,4 y 4 respectivamente (Puricelli *et al.*, 2015).

Descripción botánica de *C. sumatrensis*

Son plantas anuales de porte erecto con tallo cilíndrico de hasta 15 mm de diámetro, ramificados con una constitución subleñosa y raíz pivotante. Posee hojas simples alternas, sésiles, oblongas a lanceoladas (Lazaroto *et al.*, 2008), más anchas que *C. bonariensis* y el tallo principal supera la altura de las ramificaciones (Urdampilleta *et al.*, 2005; Wu, *et al.*, 2007; Hao *et al.*, 2009).

Las plantas en floración producen capítulos agrupados en amplias y alargadas panojas o en corimbos muy laxos, terminales. Las flores son blancas y muy numerosas. Se multiplican por semillas que se dispersan por el viento. Las “semillas” son en realidad pequeños frutos (cipselas) comprimidos, engrosados en el margen, pilosos, de más o menos 1,5 - 2 mm de longitud, provistos de papus de pelos o cerdas finas más o menos flexuosos,

sencillos, suaves, diminutamente barbelados, de 3 - 4 mm de largo, blancos o tenuemente amarillentos (Marzocca *et al.*, 1984; Troiani y Steibel, 2008) lo que facilita la dispersión por el viento (Green, 2010).

a) *Emergencia de plántulas*

Conyza spp. germina en mayor porcentaje con luz pero también puede germinar en la oscuridad total (Nandula *et al.*, 2006; Vidal *et al.*, 2007). En base a estas características, las condiciones ideales para la emergencia de *C. sumatrensis* en Entre Ríos son a mediados o finales del otoño (después de las primeras lluvias) y al final del invierno y principios de primavera (Figura 2 y Foto 1) y finaliza con la floración hacia fines de enero, principios de febrero (Metzler *et al.*, 2013).

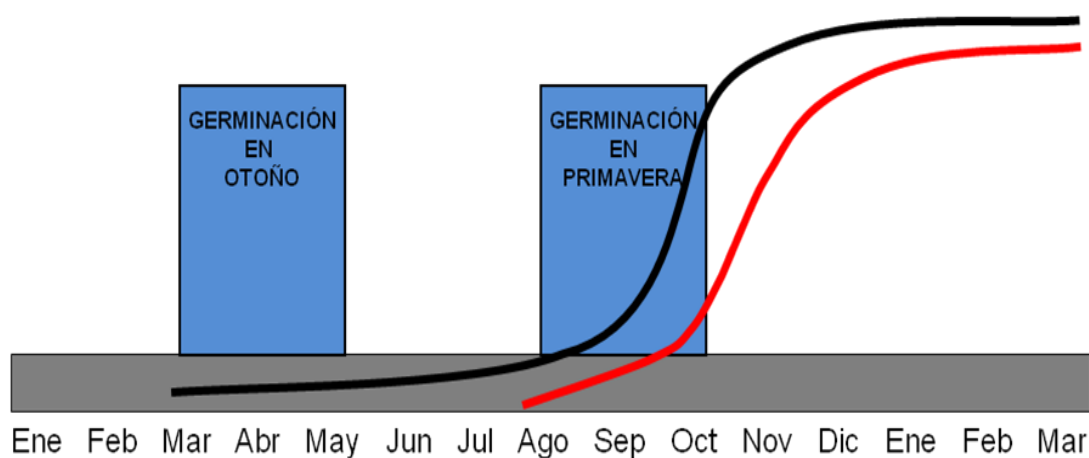


Figura 2. Períodos de emergencias de *C. sumatrensis* en Entre Ríos (Metzler *et al.*, 2013).

No obstante se observó que bajo ciertas condiciones (lluvias y períodos de rocío) las semillas de ambas malezas pueden germinar durante todo el año (Buhler y Owen, 1997).



Foto 1. Plántulas de *C. sumatrensis*.

b) Estado vegetativo

Las plantas que emergen en otoño transcurren gran parte del invierno como roseta con los bordes de la hoja entera y ancha (Foto 2). En este estado están adaptadas a tolerar bajas temperaturas, para luego elongar el tallo en la primavera con el aumento de la temperatura. En cambio, las plantas que emergen en la primavera permanecen menos días en estado de roseta y como consecuencia del rápido incremento en la temperatura comienzan rápidamente a elongar el tallo. En octubre puede incrementar su altura a razón de 0,5 cm por día y puede alcanzar hasta 2 m de altura. Por otro lado la planta presenta ramificaciones en este mes (Metzler *et al.*, 2013).

Muchos estudios indican que el estado vegetativo (roseta) es el momento ideal para un control satisfactorio (Ustarroz *et al.*, 2010; Montoya, 2011; Gianelli *et al.*, 2015 a). A medida que se incrementa el estado de desarrollo de *Conyza* spp. (próximos a estados reproductivos) disminuye la eficacia, cualquiera sea el modo de acción empleado. El punto de inflexión para esta caída se estima en los 15 cm de altura. Una de las posibles causas sería la mayor acumulación de biomasa en raíces a medida que se incrementa el tamaño de la planta, lo que le otorga a la misma mayor energía de reserva para el rebrote y más capacidad de sobreponerse a los distintos controles químicos que se realicen. En consecuencia se destaca que uno de los factores más importante para tener en cuenta en el control químico es la altura, en este contexto cobran especial relevancia todas aquellas medidas de control químico tempranas (Metzler *et al.*, 2013).



Foto 2. Estado de roseta de *C. sumatrensis*.

El tallo principal finalmente supera la altura de las ramificaciones. En estado elongado la planta posee hojas anchas, las inferiores estrechamente obovadas, enteras o lobadas, ápice agudo o subagudo y atenuadas en la base; las superiores lineares y de margen entero (Foto 3).



Foto 3. Estado de tallo elongado de *C. sumatrensis*.

c) Floración, fructificación y dispersión

Las inflorescencias son piramidales (Olivella *et al.*, 2015) y consisten en panojas terminales y alargadas que tienen numerosos capítulos agrupados, donde se disponen flores blancas dimorfas provistos de papus de pelos blancos a tenuemente amarillentos (Marzocca *et al.*, 1984; Troiani y Steibel, 2008) (Foto 4 y 5).

Metzler (2014) determinó que *C. sumatrensis* inicia su floración hacia finales de enero. El tamaño de los capítulos depende de la cantidad de semillas que forman y de las diferencias entre especies existentes (Thebaud y Abbott, 1995; Urdampilleta *et al.*, 2005).



Foto 4. A. Capítulos agrupados en panojas, B. Detalle de una inflorescencia.

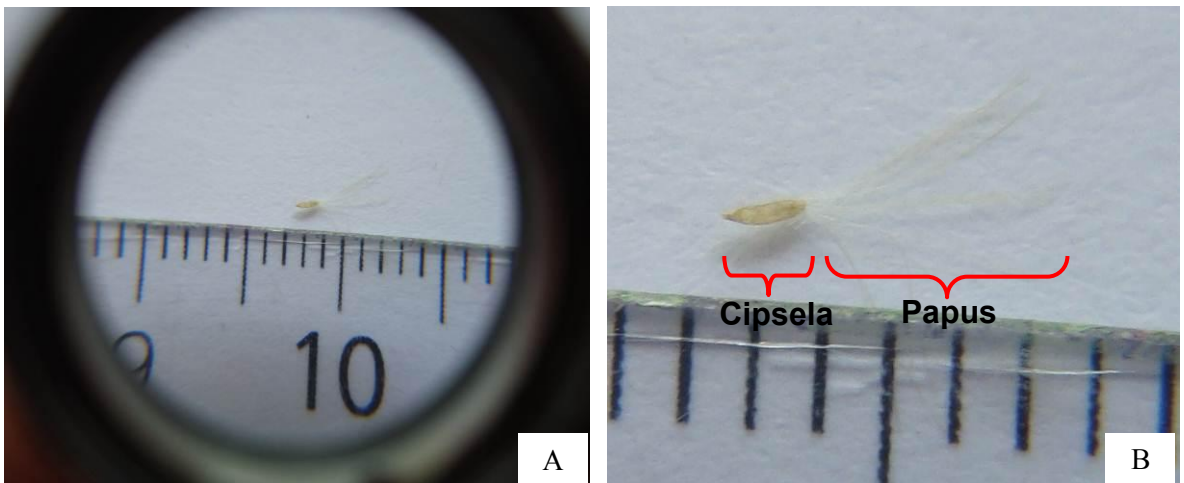


Foto 5. A. Semilla de *C. sumatrensis*, B. Detalle de una semilla.

La capacidad reproductiva es alta en relación al total de biomasa que genera la planta. La especie produce numerosas semillas, muy livianas y con un pappus relativamente grande. Estudios recientes han determinado que en alta densidad cada planta puede producir 2.540 capítulos, con 54 semillas cada uno, lo cual se traduce en una fecundidad promedio de unas

137.000 semillas por planta (Davis *et al.*, 2008). Otros autores encontraron entre 189 y 385 semillas por capítulo (Shrestha *et al.*, 2008).

Hao *et al.* (2009) determinó 60.000 semillas por planta en *C. sumatrensis* lo que implica un número menor que las otras especies del género *C. bonariensis* puede producir 375.000 y *C. canadensis* 200.000 semillas por planta. Sin embargo en Entre Ríos (Metzler, 2014) observó hasta 368.000 en *C. sumatrensis*, mientras que en *C. bonariensis* el máximo fue de 250.000 semillas por planta, con una densidad menor a las 5 plantas m⁻² determinado además que la producción de semillas por planta disminuye de manera lineal con el incremento de la densidad.

La dispersión es principalmente anemócora y depende del vilano presente en sus frutos (Hao *et al.*, 2009). Estudios de dispersión horizontal indican que el número de semillas dispersadas luego de su separación de la planta madre, decrece según una función exponencial negativa, no encontrándose semillas más allá de los 400 m de la fuente (Dauer, 2007). De todos modos el viento dispersa mucho más la semilla que llega a recorrer 500 km desde su lugar de origen, a través del viento. Sin embargo, las semillas pueden ascender con las corrientes térmicas y dispersarse centenares de kilómetros (Dauer *et al.*, 2009). Otros medios de dispersión señalados en la bibliografía son el agua, los animales, las maquinarias y el hombre (Borger, 2009; Marzzeti *et al.*, 2014). La especie se considera anual, aunque algunas plantas pueden tener comportamiento bienal y una de las causas del comportamiento bienal es la interrupción del ciclo por la cosechadora que corta plantas que todavía no han logrado florecer (Metzler *et al.*, 2013).

La alta probabilidad de generar biotipos de *C. sumatrensis* resistentes a herbicidas -se explica por las propiedades ecológicas descriptas, como la formación prolífica de semillas, amplia gama de insectos polinizadores o autofecundación, capacidad de cruzarse, corto período entre floración y producción de semillas viables, requisitos no muy específicos de hábitat, facilidad y la distancia de dispersión de las semillas, de largo período de germinación, baja latencia y alta viabilidad en el suelo durante varios años (Hao *et al.*, 2009).

Control químico de las malezas

Un disturbio frecuente en los sistemas productivos es el uso continuo de herbicidas. Cuando los herbicidas comparten el mismo modo de acción, su uso lleva fácilmente a la selección de malezas de difícil control (Cousens y Mortimer, 1995; Hakansson, 2003). En particular glifosato el herbicida más utilizado debido al incremento de cultivos transgénicos resistentes a este herbicida y a la escasa rotación de cultivos por el monocultivo de soja (Puricelli y Tunesca, 2005; Rainero, 2008; Belluccini, 2012).

Glifosato en su forma ácida (N-fosfometil glicina) fue sintetizado por primera vez en 1950. Sin embargo su utilidad como herbicida fue descubierta y patentada en 1970 por el Dr. John E. Franz, investigador de Monsanto (Baird *et al.*, 1971) que lo introdujo en el mercado para ser comercializado como herbicida y en 1974 lo lanzó bajo el nombre de Roundup® (Franz *et al.*, 1997).

El glifosato se formula como sal, es no selectivo y de aplicación en pos-emergencia de las malezas (Duke y Powles, 2008). Su movimiento en la planta es sistémico, siendo absorbido por las plantas a través del follaje (Kirkwood, 1993), se traslada a través de tallos y raíces por vía floemática (Sprankle *et al.*, 1975; Amrhein *et al.*, 1980). No posee acción residual, por lo que no controla malezas que emergen luego de la aplicación y por este motivo se suele combinar con herbicidas residuales para el control de malezas en barbechos y así evitar nuevos nacimientos y reducir el incremento del banco de semillas del suelo (Puricelli y Tunesca, 2005).

Es el único herbicida con mecanismo de acción consistente en inhibir la síntesis de aminoácidos aromáticos, fenilalanina, tirosina y triptófano. Es un potente inhibidor de la enzima 5-enolpiruvilshikimato-3-fosfato sintasa (EPSP sintasa) (Arregui y Puricelli, 2013).

Desde el momento de la aplicación de glifosato, los primeros síntomas visibles de fitotoxicidad, clorosis y marchitamiento, ocurre a los 4 - 7 días posteriores a la aplicación en plantas altamente susceptibles, mientras que en las menos sensibles los síntomas se evidencian entre los 10 - 20 días de realizado el tratamiento. Finalmente, la clorosis progresa hasta alcanzar una coloración pardo-rojiza que evidencian la muerte de la planta (Senseman, 2007).

Inicialmente, el alto costo relativo de glifosato, comparado a otros principios activos, y al hecho de ser un herbicida no selectivo, hicieron que su uso se limitara a áreas no cultivadas o a aplicaciones dirigidas. Con la expiración de su patente se inició la comercialización de productos genéricos, se expandió la oferta del herbicida y el precio experimentó una abrupta caída (Woodburn, 2000). Sumado a esto, la introducción de los cultivos transgénicos con tolerancia exclusiva en soja, algodón, colza y maíz resistentes a glifosato (Roundup Ready®) o combinada con resistencia a insectos (maíz, algodón y soja) ocuparon unos 147 millones de hectáreas a nivel mundial en 2013 (Altieri, 2014), esto redujo el mercado de otros herbicidas, comúnmente empleados hasta el momento, y permitió que el glifosato alcanzara el volumen relativo de venta previamente citado. Desde entonces se ha incrementado el consumo de este herbicida, empleado exitosamente en pre-siembra y en post-emergencia para el control de un amplio espectro de malezas (Dill *et al.*, 2010; Kleffmann y Partner, 2012). El principio activo (p.a.) ha sido aprobado para su uso en más de 130 países y actualmente alcanza un consumo mundial de 600 mil toneladas por año (Dill *et al.*, 2010). Durante el año 2012, la comercialización de herbicidas representó el 64% del mercado total de productos fitosanitarios en Argentina, donde el principal principio activo vendido fue glifosato (Kleffmann y Partner, 2012).

Control químico de *C. sumatrensis*

Debido al período amplio con condiciones propicias para el crecimiento y el desarrollo de esta maleza comentado en la sección anterior, en distintas estaciones del año se encuentran individuos en diferentes estados fenológicos con sensibilidad variable a los herbicidas.

a) Control en barbecho químico temprano

Las aplicaciones de herbicidas deben efectuarse durante barbecho otoñal, cuando la maleza presenta escaso desarrollo utilizando distintos herbicidas. El bajo control con glifosato hace necesario que se lo combine con herbicidas hormonales o reguladores de crecimiento como 2,4-D sal amina, fluroxipir, dicamba, picloram (Metzler *et al.*, 2013). En otro estudio, la mezcla con herbicidas hormonales (2,4-D o fluroxipir) mejoró la eficacia en

el corto plazo. Otro trabajo también indica que 2,4-D, MCPA, fluroxipir, glufosinato mezclados preferentemente con glifosato permitió el control de biotipos resistentes a glifosato (Sansom *et al.*, 2013).

Además, debido a que el glifosato no posee acción residual y a la capacidad adaptativa de la maleza, se produce un aumento en la frecuencia y la densidad de biotipos con menor susceptibilidad a glifosato (Papa *et al.*, 2010 b). Por este motivo, resultan de mucha utilidad las mezclas herbicidas, incluyendo los que proveen efecto residual ya que evitan nuevos nacimientos controlando los distintos flujos de emergencia durante el barbecho, reducen el incremento del banco de semillas del suelo y el número de aplicaciones (Puricelli y Tuesca, 2005; Montoya, 2014). Algunos herbicidas con efecto residual pertenecen al grupo de las Triazinas, como la atrazina, a los inhibidores de la Acetolactato Sintasa (ALS) como metsulfurón, clorimurón, diclosulam, imazetapir, a los inhibidores de la síntesis de clorofila (PPO) como sulfentrazone, carfentrazone y saflufenacil (Metzler *et al.*, 2011 b; Gigón y Istilart, 2013 a).

b) *Control en barbecho químico tardío*

La aplicación tardía en el barbecho se realiza sobre plantas en estado de desarrollo avanzado lo que implica un control inadecuado, independientemente del herbicida que se emplee (Devlin *et al.*, 1991; Faccini y Puricelli, 2007; Metzler *et al.*, 2011 b). Además, en aplicaciones cercanas a la siembra del cultivo de verano, se deben considerar la selectividad y residualidad del herbicida hacia el cultivo. Los herbicidas de contacto poseen escasa o nula residualidad por lo que se pueden utilizar sin problemas próximos a la siembra del cultivo de soja (Metzler *et al.*, 2011 b).

c) *Aplicación de “doble golpe” o knock down (DKD)*

Si bien este punto no se estudió en la presente tesis, se describe brevemente la implementación de esta estrategia, que sirve para mejorar el comportamiento de las aplicaciones de *C. sumatrensis* con glifosato en estado avanzado de desarrollo. La técnica consiste en tratamientos secuenciales, previo a la siembra, de dos tácticas de control, comúnmente dos herbicidas con diferentes modos de acción o control mecánico, manual-mecánico o físico sobre plantas de un mismo flujo de emergencia o una misma cohorte. El

objetivo del segundo tratamiento es eliminar los sobrevivientes del primer tratamiento. El doble golpe comenzó a utilizarse en la década de 1960, cuando la siembra directa aún estaba en desarrollo y en Argentina se difundió ampliamente en los últimos años como consecuencia de la importancia que adquirió *Conyza* spp. (Papa y Tuesca, 2014 a).

La forma de doble golpe más utilizada es la aplicación primero un herbicida o combinación de herbicidas sistémicos (glifosato, herbicida hormonal o graminicida selectivo post-emergente si se trata de malezas gramíneas) cuando las condiciones ambientales y de la maleza favorecen la máxima absorción y traslocación. Luego de un lapso determinado, pero siempre antes que la planta de la maleza tratada sea muy afectada, se aplica un herbicida de contacto como paraquat, paraquat + diuron, saflufenacil, flumioxazin (Metzler *et al.*, 2013; Papa y Tuesca, 2014 a).

El doble golpe permite lograr un excelente control de malezas en estado avanzado, reduciendo el banco de propágulos (semillas y yemas) en un barbecho corto o en pre-siembra anticipada lo cual es fundamental en siembra directa. Asimismo, reduce el rebrote y la evolución de la resistencia a herbicidas (Papa y Tuesca, 2014 a).

Factores que afectan el control químico en *C. sumatrensis*

Considerando la importancia de los herbicidas para el control de *C. sumatrensis* a nivel mundial, se han conducido muchos estudios con el objetivo de conocer las variables que afectan al control químico en Entre Ríos a través de los siguientes estudios:

1) *Calidad de agua*: se conoce que el agua de aplicación depende del pH, dureza y turbidez factores que pueden afectar la eficacia de los herbicidas (Thelen *et al.*, 1995; Ramos y Durigan, 1998; Rodríguez, 2000; Gauvrit, 2003).

El pH del agua indica el nivel de acidez o alcalinidad. Comprende una escala con valores de 0 a 14 y el valor 7 es la neutralidad, que se interpreta como la misma cantidad de hidrógeno y oxhidrilo (Arrospide, 2004).

La dureza es una medida de la concentración total, en peso, de los cationes en el agua, siendo los más importantes el Ca^{2+} y el Mg^{2+} . Se expresa como equivalente de carbonato de

calcio (CaCO_3). Es usualmente medida en partes por millón (ppm) o miligramos por litro (mg l^{-1}) (Williamson, 2003; Tharp, 2003; Leiva, 2010; Tharp y Sigler, 2013).

La turbidez está relacionada con la cantidad de coloides (arcilla y materia orgánica) (Leiva, 2010) en suspensión en un volumen de agua determinado.

Son escasos los estudios sobre calidad de agua en Entre Ríos (Vivot *et al.*, 1999 y 2010), es por ello que se realizó un relevamiento de la calidad del agua para las aplicaciones agrícolas en una región de Entre Ríos.

2) *Tecnología de aplicación*: comprende desde la selección de la boquilla, presión, y velocidad de trabajo, las características del producto y del objetivo a aplicar y las condiciones meteorológicas externas. La calidad de aplicación es el resultado final de este sistema tecnológico, tales como número de impactos, diámetro de gotas, uniformidad y eficiencia de la aplicación, sobre la eficacia de los herbicidas es variable entre estudios (Bogliani *et al.*, 1999; Ramsdale *et al.*, 2003; Kogan y Alister, 2008; Hazler *et al.*, 2011; Massaro *et al.*, 2014 a y b) y ha sido estudiado parcialmente en Entre Ríos (Metzler *et al.*, 2015; Kahl *et al.*, 2015 a).

3) *Uso de coadyuvantes*: secuestrantes de cationes, entre ellos sulfato de amonio (AMS) que impide la formación de las sales de cationes con el glifosato (Thelen *et al.*, 1995) y de tensioactivos (O'Sullivan *et al.*, 1981; Pratt *et al.*, 2003; Nurse *et al.*, 2008) pueden ser necesarios para mejorar la eficacia de los herbicidas.

4) *Dosis de herbicidas*: muchos estudios de herbicidas se centran en la eficacia de éstos según las distintas malezas y uso de distintas dosis (Jordan *et al.*, 1997; Metzler *et al.*, 2011 b; Gigón y Istilart, 2013 a). La eficacia de herbicidas en las malezas está influenciada por la dosis (Steckel *et al.*, 1997). Generalmente, se recomiendan dosis de herbicida altas pero estas dosis pueden ser una sobreestimación de la cantidad necesaria para obtener un control adecuado (Zoschke, 1994). Sin embargo, si se emplean dosis bajas y si hay malezas sobrevivientes, éstas serán capaces de producir semillas e incorporarse al banco de semillas, aumentando en los años siguientes, por tanto, la dosis del herbicida eficaz debe ser precisamente conocido.

Varios autores han utilizado y recomendado la curva dosis-respuesta para determinar la susceptibilidad, sensibilidad o resistencia de las malezas a los herbicidas y dosis aplicadas (Streibig *et al.*, 1993; Friensen *et al.*, 1993; Madsen y Jensen, 1995; Ponchio, 1997). Existen varios métodos para la curva dosis-respuesta, pero el más utilizado en Europa por los investigadores en malezas, según Christoffoleti (1999) es el modelo matemático logístico propuesto por Seefeldt *et al.*, 1995. La principal ventaja del modelo es que determina la cantidad (dosis) del herbicida requerido para inhibir el 50% del crecimiento y/o desarrollo del total de la especie en estudio (Chism *et al.*, 1992; Green y Streibig, 1993; Blackshaw *et al.*, 1996; Johnson y Young, 2002), conocida como dosis letal media (DL₅₀).

5) *Momento de aplicación*: según el estado fenológico de desarrollo (Durigan, 1992; Jordan *et al.*, 1997; Metzler *et al.*, 2011 b; Gigón y Istilart, 2013 a), dosis, curvas de dosis-respuesta (Jordan *et al.*, 1997; Ustarroz *et al.*, 2010; Montoya, 2011; Metzler *et al.*, 2013; Gianelli *et al.*, 2015).

No hay suficiente información sobre estos aspectos en Entre Ríos en malezas de barbecho como *C. sumatrensis*.

Hipótesis

Hipótesis general

La eficacia de glifosato solo o en mezcla con 2,4-D sal amina sobre *C. sumatrensis* depende de la interacción de varios factores: volumen y calidad del agua de aplicación, coadyuvantes, dosis de herbicidas y tamaño de la planta al momento de la aplicación.

Hipótesis particulares

La eficacia de glifosato solo y en mezcla con 2,4-D sal amina para controlar *C. sumatrensis* aumenta con:

- i) bajos niveles de dureza del agua.
- ii) mayor volumen de aplicación.

- iii) agregado de coadyuvantes.
- iv) el aumento de las dosis de cada herbicida.
- v) plantas al estado de roseta.

Objetivos

Objetivo general

Estudiar la incidencia del volumen y calidad de agua, dosis de herbicida, utilización de coadyuvantes y estado de crecimiento de la maleza en la eficacia de control de *C. sumatrensis*.

Objetivos específicos

Determinar cómo es afectada la eficacia de *C. sumatrensis* por:

- i) calidad del agua.
- ii) volumen de aplicación.
- iii) agregado de coadyuvantes.
- iv) tipo de herbicidas (glifosato solo y en mezcla con 2,4-D sal amina o herbicidas residuales: atrazina, clorimurón-etil, metsulfurón-metil en mezcla con saflufenacil).
- v) dosis del herbicida.
- vi) estado de desarrollo de la maleza.

Sitios de experimentación

Los sitios de experimentación en Entre Ríos (Figura 8) fueron campos de producción agrícola de productores de los departamentos Paraná, Nogoya y Diamante con presencia de la maleza *C. sumatrensis* en 2013, 2014 y 2015. Los experimentos en invernáculo se realizaron en la Facultad de Ciencias Agrarias de Zavalla (Santa Fe) durante 2014 y 2015, con semillas de *C. sumatrensis* extraídas de la zona de Crespo.

A continuación se realiza una breve descripción de su paisaje, suelo y clima (Paparotti y Gvozdenovich, 2014):

El paisaje en su mayor parte es ondulado y muy dinámico y donde los procesos de degradación de suelos, especialmente por erosión hídrica, son potencialmente importantes. Posee ambientes agro ecológicos similares a la región pampeana con suelos predominantes pertenecientes al orden Molisol (Argiudoles y Hapludoles) y en menor medida a Vertisoles (Peludertes) (Paparotti y Gvozdenovich, 2010).

El clima de la zona es templado húmedo de llanura. La temperatura media anual es de 18,4°C. Las estaciones se presentan mal definidas del punto de vista térmico, presentando una transición imprecisa. Las heladas meteorológicas son un fenómeno con expresión altamente microclimática, influido por los cursos de agua. Las precipitaciones presentan una media anual de alrededor de 900 - 1.200 milímetros, con variabilidad interanual.

El uso actual de las tierras es predominantemente agrícola incluyendo cultivos extensivos de invierno (trigo, cebada, colza, lino), cultivos estivales (maíz, sorgo y soja), forrajeras anuales (avena, moha, sorgo forrajero) y pasturas puras o consociadas. Le siguen en importancia las actividades ganaderas como producción de leche, bovinos de carne intensivo (“feed-lot”), granjas avícolas (pollos y ponedoras) y granjas porcinas.

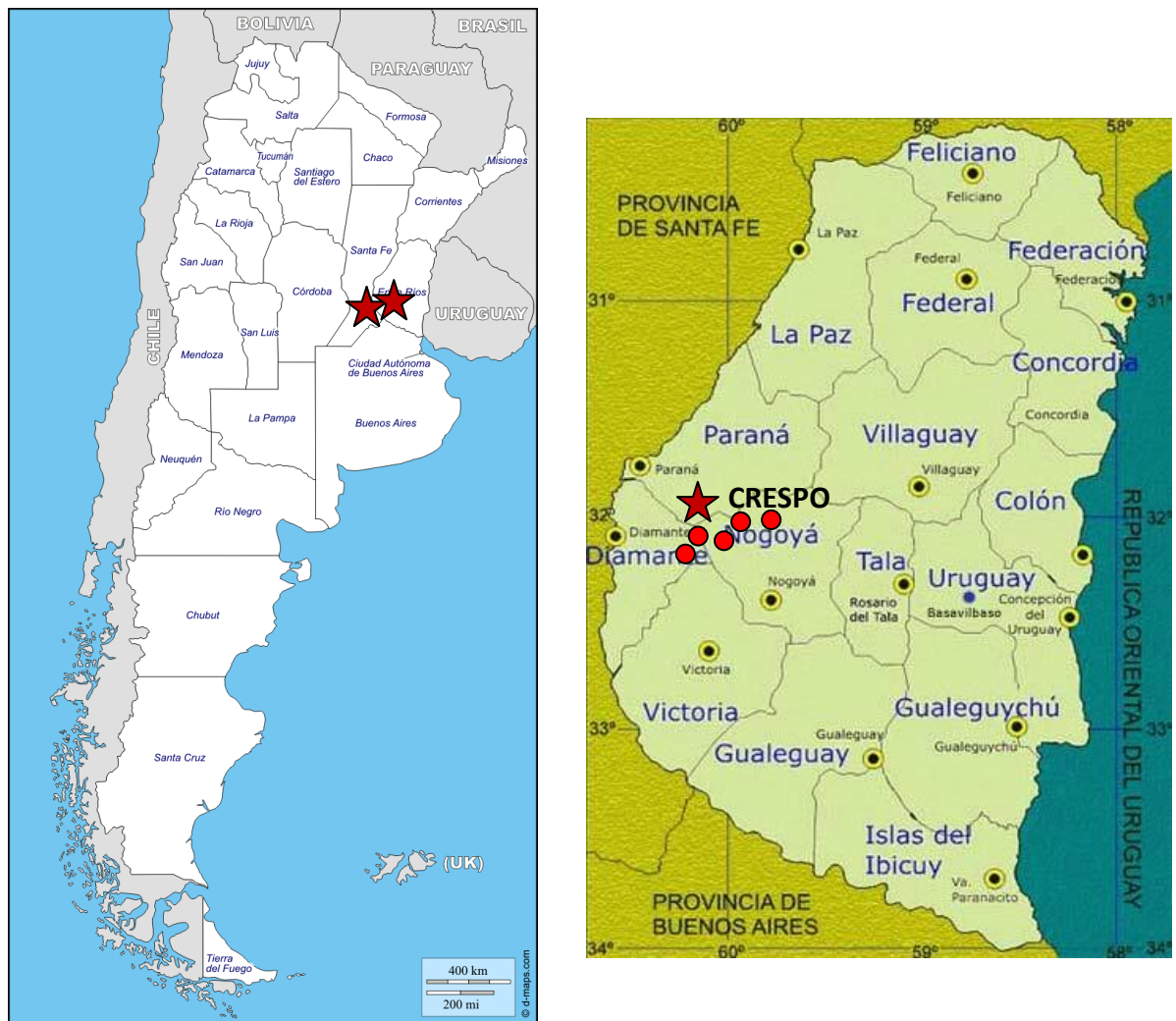


Figura 8. Ubicación geográfica de los sitios de experimentación.

- ★ Ensayos realizados en el ejido Crespo (Entre Ríos) y en Zavalla (Santa Fe).
- Ensayos a campo realizados en el ejido Crespo.

CAPÍTULO 1

RELEVAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA SOBRE LOS HERBICIDAS

Introducción

Las malezas causan crecientes daños en los sistemas productivos agrícolas de la provincia de Entre Ríos ya que en los últimos años se ha incrementado la cantidad y densidad de especies de difícil control con glifosato. Debido a que el principal método de control continúa siendo el químico es necesario tener un adecuado conocimiento del manejo de malezas a nivel zonal a fin de poder recomendar las medidas correctas.

En Argentina, los productos fitosanitarios más empleados (Figura 1.1.) corresponden a los herbicidas (CASAFA, 2013).

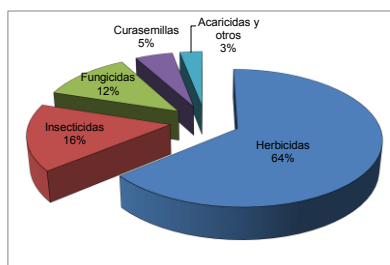


Figura 1.1. Valor de facturación de productos fitosanitarios año 2012.

Las aplicaciones de herbicidas ya sean en barbecho químico o en los cultivos, se realizan con agua como vehículo de transporte que constituye entre el 95 al 99% del caldo de aplicación (Curtis, 2007; Roskamp, 2012), por lo tanto su calidad es un factor fundamental (Williamson, 2003).

Bajo el modelo productivo actual, el glifosato es uno de los herbicidas más utilizados por su amplio espectro de control de malezas (Papa, 2005). La eficacia de este herbicida es afectada por la calidad del agua. La mala calidad del agua puede disminuir la eficacia de los agroquímicos, lo que puede conducir a incrementar las frecuencias de aplicación o las dosis (Carrasco-Letelier *et al.*, 2015). Los factores que influyen negativamente sobre la calidad del agua para herbicidas son: la alcalinidad y la dureza (Bogliani *et al.*, 1999; Kogan y Alister, 2008; Chahal *et al.*, 2012 a).

A través del análisis del agua se puede conocer cuál es su aptitud para ser empleada como vehículos en tratamientos herbicidas y a partir de allí tomar alguna medida para su corrección (Papa, 2005).

El efecto de la calidad del agua sobre la eficacia de un herbicida es muy variable entre herbicidas y regiones. Existen muchos trabajos en los que la eficacia disminuye con la menor calidad del agua (Buhler y Burnside, 1983 b; Papa, 2005; Allieri y Papa, 2009), mientras que en otros no se modifica la eficacia con la disminución de la calidad (Hensley *et al.*, 1978; Wills y McWhorter, 1985; Faccini y Puricelli, 2010).

Se han realizado relevamientos y encuestas en otros países sobre la calidad del agua para la aplicación de fitosanitarios y se encuentran resultados contradictorios. En una encuesta para identificar los factores que afectan la calidad del agua en agroquímicos en Illinois (Estados Unidos), se identificó a la erosión del suelo como la mayor amenaza para la calidad del agua de su área (Czapar *et al.*, 2002).

En un relevamiento de las características químicas del agua utilizada para la preparación de los fitosanitarios en Pompeia (San Pablo, Brasil) se observó que el 31% el agua se clasifica como moderadamente dura (50 - 150 mg l⁻¹), en un 12% agua dura (150 - 300 mg l⁻¹) y en un 3% a agua muy dura (mayor a 300 mg l⁻¹, según clasificación del Ministerio de Saúde, 2006). Considerando el pH del agua, un 41% de las muestras están dentro de los parámetros recomendados para la aplicación de la mayoría de los fitosanitarios. En algunas situaciones se podría recomendar el uso de secuestrantes de cationes y acidificantes para corregir la dureza y el pH del agua respectivamente, y así evitar la pérdida de la actividad del ingrediente activo. La mayoría de los sitios muestreados tuvieron la calidad de agua adecuada, tanto dureza y pH, para su uso en la preparación del caldo (Leite *et al.*, 2014).

En otro trabajo en Río Grande do Sul (Brasil), el pH de la mayoría de las muestras estuvo entre 6 y 7,5, mientras que la dureza total fue muy blanda (menor a 71,2 mg l⁻¹), según escala de Conceição (2003) (Fariás de Silveira *et al.*, 2014).

En Uruguay, en un estudio para determinar la aptitud de la calidad del agua para uso agropecuario y preparación de fitosanitarios en las cuencas hidrográficas, el pH determinado estuvo mayormente entre 7 - 8 y en menor cantidad entre 8 - 9. La dureza del agua se clasificó como blanda (menor a 50 mg l⁻¹), moderadamente dura (50 y 100 mg l⁻¹) donde se concentraron la mayoría de las muestras analizadas, siguiendo con la menor frecuencia el agua dura (100 y 2000 mg l⁻¹) (Carrasco-Letelier *et al.*, 2015).

En Argentina, en Jovita-Del Campillo (Córdoba) se encontraron muestras con agua muy dura (mayor a 180 mg l^{-1} , según clasificación de la Asociación de Ingenieros Agrónomos) y en Santa Rosa, Toay y Reallicó (La Pampa) los contenidos de CaCO_3 estuvieron mayormente entre $0 - 100 \text{ mg l}^{-1}$, seguido en menor cantidad entre $100 - 800 \text{ mg l}^{-1}$, observándose pocas muestras entre $800 - 1200 \text{ mg l}^{-1}$ de dureza (Rodríguez, 2000). En localidades del Norte de Argentina se encontraron muestras de agua con pH mayoritariamente entre 7 y 8. La dureza del agua en Loro Blanco (Chaco), presentó hasta 1000 mg l^{-1} de CaCO_3 mientras que las muestras de otras localidades dieron menores durezas (Davalos, 2008).

En el departamento Villaguay (Entre Ríos) en un análisis de la calidad del agua para uso agropecuario, los valores de pH estuvieron arriba de 6. Solo en los distritos Mojones Sur y Raíces se detectó agua dura ($324 - 540 \text{ mg l}^{-1}$), ya que en el resto del departamento la dureza fue clasificada como suave y media ($72 - 324 \text{ mg l}^{-1}$, según la escala de Merk) (Vivot *et al.*, 2010).

Se analizan a continuación, por separado, los principales factores estudiados en esta tesis que afectan a la calidad del agua para aplicación de herbicidas.

pH del agua

El pH del agua indica el nivel de acidez o alcalinidad (Figura 1.2.), que se interpreta como la misma cantidad de hidrógeno y oxhidrilo (Arrospide, 2004).

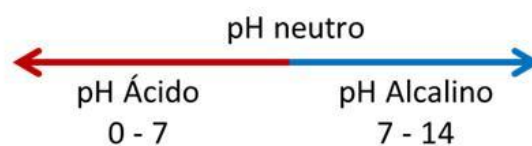


Figura 1.2. Escala de pH del agua.

Está demostrado que el agua alcalina no es compatible para aplicar herbicidas, ya que el pH adecuado para los mismos es de 4 a 6 (Arrospide, 2004; Jalil Maluf, 2006). El pH alto de la solución tiene efectos negativos sobre los herbicidas (Rodríguez, 2000) en cuanto a la estabilidad y la penetración en la planta. A pH mayores de 7 muchos herbicidas sufren hidrólisis alcalina.

La estabilidad se refiere a la conservación en el tiempo de la molécula del principio activo (p.a.) en el tanque (Rodríguez, 2005 b). La disminución en la concentración de la molécula con el tiempo se puede medir a través de la reducción en la vida media (tiempo en el cual un producto reduce en un 50% de su concentración de p.a.).

Por otro lado el ingreso del herbicida en la planta se realiza principalmente en las hojas. El herbicida debe atravesar la cutícula de la hoja que es una barrera a la penetración. Los herbicidas ácidos débiles como el glifosato penetran mejor la superficie foliar con un pH entre 4 a 7. En cambio aumentan la solubilidad e incrementan su actividad en pH neutro a ligeramente alcalino (Rodríguez, 2000; Carrow *et al.*, 2009; Whitford *et al.*, 2009; Puricelli y March, 2014).

En la Tabla 1.1., se mencionan numerosos trabajos donde indican el efecto del pH del agua de aplicación en el control de las malezas.

Tabla 1.1. Control de malezas, según el pH del agua de aplicación, dosis de uso recomendadas, marcas comerciales y lugar geográfico de la experiencia.

pH del agua	Malezas (nombre científico)	Malezas (nombre común)	Marca comercial	Dosis Herbicida	Referencias	Lugar geográfico	Afectó el pH en el control
4,3	<i>Cynodon nlemfuensis</i>	Alicia	Cletodim (Select 24 EC)	---	Pitty y Solval (2015)	Honduras	No
8,5 - 6,5 y 4,5	<i>Cynodon nlemfuensis</i>	Alicia	Glifosato (Roundup Max 68 SG)	1,87 y 2,5 kg ha ⁻¹	Gómez Vargas <i>et al.</i> (2006)	Honduras	No
8,5 - 6,5 y 4,5	<i>Cynodon nlemfuensis</i>	Alicia	Fluazifop-p-butil (Fusilade 12.5EC®)	210 g ha ⁻¹	Gómez Vargas <i>et al.</i> (2006)		No
3-5-7-9 y 11	<i>Digitaria insularis</i> y <i>Chloris polydactyla</i>	Pasto amargo, pasto borla	Glifosato	1.440 y 2.440 g i.a.ha ⁻¹	Valensuela <i>et al.</i> (2009)	Brasil	No

5,6 - 3 y 2	<i>Cyperus rotundus</i> y <i>Echinochloa colona</i>	Cebollín, capín	Glifosato Roundup Max 68 SG	672 g ha ⁻¹	Bustamante Espinoza (2007)	Honduras	No
5,6 - 3 y 2			Paraquat Gramoxone Super 20 EC	500 y 375 g ha ⁻¹	Bustamante Espinoza (2007)		No
3,3 y 8,5	<i>Sporobolus poiretti</i>	Pitilla	Nicosulfuron (Accent® 75 WG)	50 y 70 g ha ⁻¹	Sánchez Medina (2011)		No
8	<i>Sorghum halepense</i>	Sorgo de alepo	Glifosato	1,5 l ha ⁻¹	Mitidieri, citado por	Argentina	Sí, control del 20%
5			Glifosato	1,5 l ha ⁻¹	Leiva (2010)		Control del 90%
4, 5 y 6	<i>Brachiaria extensa</i>	Pasto brachiaria	Glifosato CS 36	3 l ha ⁻¹	García y Sánchez (2005)	Cuba	Mayor Control
7-8 ó 9				3 l ha ⁻¹			Menor control
pH altos	<i>Euphorbia heterophylla</i>		Glifosato CS 36	3 l ha ⁻¹			Mejor control
7	<i>Brachiaria extensa</i>	Pasto brachiaria	Paraquat LS 20 + Diuron pH 80	2 l ha ⁻¹ + 0,75 kg ha ⁻¹			Mejor control
8 - 9				2 l ha ⁻¹ + 0,75 kg ha ⁻¹			Menor control
8	Dicotiledóneas		2,4-D salamina CS 72	2 l ha ⁻¹			Mayor control que con pH 7
9	Dicotiledóneas		2,4-D salamina CS	2 l ha ⁻¹			Menor control

			72				que con pH 8
7, 8 y 9	Dicotiledó- neas		2,4-D sal amina CS 72	3 l ha ⁻¹			Resulta- dos inconsiste ntes
Rango de 2 a 10	<i>Xanthium strumarium Chenopodi um album, Digitaria sanguinalis Cyperus rotundus, Abutilon theophrasti y otras</i>	Abrojo, quinoa, pata de gallina, cebollín, abutilon	Nicosulfu -ron	20 g ha ⁻¹	Green y Hale (2005)	Estados Unidos	Alto pH y bajo pH logran eficacia, depende de especie
4, 7,7	<i>Chenopodi- um álbum, Ambrosia trifida</i>	Quínoa, Ambrosía	Saflufena- cil	--	Roskamp <i>et al.</i> (2013 b)		Mayor control a pH 7,7
5, 7, 9	<i>Conyza canadiensis</i>	Rama negra	Saflufena- cil	0,08 g ha ⁻¹	Mellen- dorf <i>et al.</i> (2015)	Estados Unidos	Mayor control a pH 5
			Saflufena- cil + gli- fosato	0,08 g ha ⁻¹			Mayor control a pH 9
5,6,7 y 8	<i>Ixophorus unisetus</i>	---	Glifosato	267 g ha ⁻¹	Esqueda Esquivel y Tosquy Valle (2015)	México	Menor control a pH 8
5,6,7 y 8		---	Glifosato	712 g ha ⁻¹	Esqueda Esquivel y Tosquy		Mayor control a pH 5 y 7

					Valle (2015)		
--	--	--	--	--	-----------------	--	--

Corrección del pH del agua de aplicación

i) Productos de efecto buffer actúan como correctores de pH y permiten llevarlo hasta 5 - 6. Ejemplos son los ácidos: fosfórico, ortofosfórico y cítrico. Las sales derivadas de ácidos o bases débiles poseen capacidad “buffer o tampón” permitiendo mantener el caldo dentro de un intervalo de pH óptimo aún agregando herbicidas ácidos o alcalinos (ASTM, 1995).

El uso de correctores de pH del agua se ha convertido en una recomendación bastante habitual si bien no está siempre justificada. En el marbete de los herbicidas, no se menciona la necesidad de modificar el pH del agua. Los acidificantes son soluciones de ácidos que bajarán rápidamente el pH del agua de aplicación, sin embargo, el pH de la solución aumentará si se agregan herbicidas alcalinos (McMullan, 2000).

Dureza del agua

El agua extraída del medio rural con frecuencia presenta sales en solución (Papa, 2005; Arrospide, 2004; Rodríguez, 2005 a) con cationes principalmente divalentes (Sandberg *et al.*, 1978; Stahlman y Phillips, 1979 a; Wills y McWhorter, 1985) como: calcio (Ca^{2+}) y magnesio (Mg^{2+}).

Al disminuir el pH, los protones compiten con los cationes de las aguas duras (Leguizamón, 2007). En consecuencia, la adición de un ácido puede reducir el antagonismo de los cationes con glifosato (Kogan y Alister, 2008).

De acuerdo al grado de dureza, como se ha mostrado ya en la Introducción de la tesis, existen diferentes criterios para las clasificaciones. Una de las más utilizadas se muestra en Tabla 1.2.

Tabla 1.2. Clasificación de la dureza del agua, expresada como $\text{mg l}^{-1} \text{CaCO}_3$.

Clasificación dureza del agua	$\text{mg l}^{-1} (\text{CaCO}_3)$
Muy blanda	8 – 50
Blanda	50 – 120
Moderadamente dura	120 – 600
Dura	600 – 1200
Muy dura	1200 – 3000

Fuente: Andersen, 2012.

Existen otras clasificaciones como la de Environmental Protection Agency (EPA, 1986) citada por Wilson (2011), la Escala de Merck (Vivot *et al.*, 2010) y Asociación Americana de Ingenieros (citada por Rodríguez, 2000), con sus respectivas clasificaciones (Tabla 1.3.).

Tabla 1.3. Clasificación de dureza del agua, según CaCO_3 (ppm o mg l^{-1}).

Clasificación dureza del agua	EPA	Escala de Merck	Asociación Americana de Ingenieros
Blanda	< 75	< 150	< 60
Moderadamente dura o semidura	75 - 150	150 - 324	61 - 120
Dura	150 - 300	324 - 540	121 - 180
Muy dura	> 300	> 540	> 180

La eficacia se reduce por la formación de sales con los herbicidas (Nalewaja y Matysiak, 1992 a; Hall *et al.*, 2000; Pratt *et al.*, 2003; Nurse *et al.*, 2008). Estas sales son compuestos poco solubles (Stahlman y Phillips, 1979 a) y por lo tanto poseen baja aptitud para ser absorbidos y traslocados a través de la planta (Papa, 2005; Arregui y Puricelli, 2008; Roskamp, 2012; Fischel, 2013).

La eficacia de glifosato puede disminuir por la presencia de cationes divalentes (Glass, 1984; Nalewaja y Matysiak, 1991; Thelen *et al.*, 1995; Gauvrit, 2003; Arrospide, 2004; Bernards, 2005 b; Hazler *et al.*, 2011). La formación de un complejo con los cationes se traduce en menor aptitud para absorber al herbicida en la hoja y traslocarlo a través de la planta (Glass, 1984; Nalewaja y Matysiak, 1991; Hazler *et al.*, 2011).

Según Williamson (2003) el agua no debe contener más de 700 mg l⁻¹ de dureza con un volumen de 20 l ha⁻¹, o 350 mg l⁻¹ con un volumen de aplicación de 40 l ha⁻¹. Sin embargo en ciertos casos la presencia de Ca²⁺ no afecta la eficacia del glifosato (Sandberg *et al.*, 1978; Stahlman y Phillips, 1979 a; Wills y McWhorter, 1985).

El 2,4-D sal amina también es afectado por el uso de aguas duras (Nalewaja y Matysiak, 1992 b; Rodríguez, 2000; Arrospide, 2004; Papa, 2005; Alieri y Papa, 2009; Farías *et al.*, 2013) al formarse compuestos de menor solubilidad (Holm *et al.*, 2004). En este caso, dado que las sales del herbicida se disocian en agua formándose el anión de 2,4-D, los cationes se unen al anión de 2,4-D, formando precipitados que pueden obstruir los filtros y boquillas (Griffin, 2009). La eficacia de este herbicida es reducida en ocasiones con concentraciones de cationes superiores a 400 mg l⁻¹ de equivalente CaCO₃ (Rodríguez, 2000; Arrospide, 2004). Con más de 500 - 600 mg l⁻¹ se desactiva completamente el herbicida (Campbel, 2011). Con altas concentraciones de sales, aun aplicando dosis tan altas como 280 g e.a.ha⁻¹ de 2,4-D existe antagonismo con el Ca²⁺ (Rodríguez, 2000; Tharp, 2003).

Las formulaciones de 2,4-D sal amina son más sensibles a las aguas duras que las formulaciones éster (Rodríguez, 2005 a; Tharp, 2003; Griffin, 2009).

La eficacia de combinaciones de formulaciones de glifosato y 2,4-D sal amina también se ven afectadas por la calidad del agua (Nalewaja y Matysiak, 1992 b).

Otros herbicidas que también pueden ser afectados por el agua dura o pH alcalinos son el grupo de las imidazolinonas: imazetapyr (Rodríguez, 2000; Farías *et al.*, 2013), los graminicidas: setoxidym, cletodim (Rodríguez, 2000; Farías *et al.*, 2013) y algunos desecantes como paraquat (Farías *et al.*, 2013).

Corrección de la dureza del agua de aplicación

A través de un análisis químico de agua se conoce el contenido de sales, dureza y pH, lo que provee una guía para la determinación de posibles efectos sobre la eficacia herbicida (Griffin, 2009). En presencia de aguas de baja calidad es necesario tomar medidas para su corrección como las que se describen a continuación:

i) Reducción del volumen de aplicación

Un menor volumen de agua permite una concentración mayor de moléculas de glifosato con respecto a los cationes presentes, lo que mejora la eficacia del glifosato (Sandberg *et al.*, 1978; Stahlman y Phillips, 1979 a; Ramsdale *et al.*, 2003; Leguizamón, 2007; Leiva, 2010; Hazler *et al.*, 2011). Así, la reducción del volumen es un medio práctico y económico para aumentar la eficacia de glifosato en presencia de agua dura, siempre que se logre una buena cobertura (O'Sullivan, 1981; Buhler y Burnside, 1983 a y b; Tharp, 2003; Curtis, 2007; Kogan y Alister, 2008). La eficacia de glifosato aumentó con la disminución del volumen de aplicación de 374 a 47 l ha⁻¹ (Jordan, 1981) y de 190 a 24 l ha⁻¹ (Buhler y Burside, 1983 a).

La dureza máxima que permitió buen control de gramíneas anuales fue de 350 mg l⁻¹ de CaCO₃ con volúmenes y dosis de glifosato bajas, mientras que para volúmenes y dosis más altos en malezas perennes, la dureza máxima fue de 700 mg l⁻¹ de CaCO₃ (Williamson, 2003; Curtis, 2007). En 2,4-D sal amina, MCPA amina, dicamba, cletodim, setoxidim una reducción de 100 a 50 l ha⁻¹ también aumentó la eficacia (Peterson, 1999).

ii) Incremento de la dosis del herbicida

En presencia de agua dura también es posible mejorar la eficacia de glifosato (Tharp, 2003; Williamson, 2003; Holm y Henry, 2005; Rodríguez, 2005 a) y de 2,4-D sal amina a través del aumento de la dosis (Williamson, 2003; Tharp, 2003).

Efecto combinado de volumen de aplicación y dosis de glifosato

Para el caso del glifosato, una forma de estimar el porcentaje real de inactivación (independientemente de la clasificación de la dureza del agua que se utilice), es empleando la siguiente fórmula (Villaseca, 1988 citado por Arrospide, 2004), es decir que estima la pérdida de glifosato activo en agua.

$$\frac{\text{Volumen pulverizado (l ha}^{-1}\text{)} \times \text{Dureza CaCO}_3 \text{ (ppm)} \times 0,00047}{\text{Dosis de p.a. (kg ha}^{-1}\text{)}} = \% \text{ inactivación}$$

En la Tabla 1.4. en base a la fórmula de Villaseca se muestran los porcentajes de inactivación de glifosato, tomando como ejemplo 1 l ha⁻¹ de Roundup.

Tabla 1.4. Inactivación (%) del glifosato según la dureza de agua y el volumen de aplicación.

Dureza de agua (mg l ⁻¹ de CaCO ₃)	Volumen de agua (l ha ⁻¹)	
	50	100
	Porcentaje de inactivación de glifosato (%)	
50	1,2	2,4
100	2,4	4,7
200	4,7	9,4
300	7,1	14,1
400	9,4	18,8
500	11,8	23,5

(Villaseca, 1988, citado por Arrospide, 2004)

Puede observarse aquí nuevamente que a mayor volumen de aplicación y contenidos de CaCO₃, hay una mayor inactivación de glifosato, que podría ser corregida por el incremento de la dosis del herbicida. Esto confirma que la inactivación del glifosato se ve afectada por la dureza del agua, el volumen de aplicación (menor volumen, menor concentración de cationes) y la dosis del herbicida.

Existen resultados variables en relación al efecto de calcio y magnesio y la eficacia de glifosato. Así, en presencia de calcio se observó reducción severa de la actividad del herbicida en 7 estudios, reducción moderada en 1 y ausencia de efecto en 4. En presencia de magnesio se determinó reducción severa de la actividad en 3 estudios, reducción moderada en 5, mientras que no hubo efecto en 2 (Tabla 1.5.).

Tabla 1.5. Efecto de los cationes sobre la eficacia de glifosato, en distintas especies de malezas y lugar geográfico de la experiencia.

Nombre científico	Nombre común	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Referencias	Lugar Geográfico
<i>Chenopodium álbum</i> , <i>Ipomoea purpurea</i>	Quínoa, campanilla morada	S	S	Allieri y Papa (2009)	Argentina
<i>Echinochloa crus-galli</i> , <i>Panicum dichotomiflorum</i>	Capín	S	M	Buhler y Burnside (1983 b)	Estados Unidos
Varias malezas	----	S	M	De Villiers <i>et al.</i> (1996)	
<i>Carduus acanthoide,s</i> <i>Conyza bonariensis</i>	Cardo negro, rama negra	N	N	Faccini y Puricelli (2010)	Argentina
Varias malezas	-----	N	-	Hensley <i>et al.</i> (1978)	Estados Unidos
<i>Portulaca oleracea</i> , <i>Eleusine indica</i>	Verdolaga, pasto ruso	M	M	Papa (2004)	Argentina
<i>Amaranthus quitensis</i> <i>Chenopodium álbum</i>	Yuyo colorado, quinoa	N	N	Papa (2004)	
<i>Sorghum halepense</i>	Sorgo de Alepo	S	S	Papa (2005)	
Varias malezas	-----	S	S	Nalewaja y Matysiak (1991)	Estados Unidos
<i>Sorghum bicolor</i>	Sorgo	S	M	Stahlman y Phillips (1979 a)	
<i>Cyperus rotundus</i>	Cebollín	N	-	Wills y McWhorter (1985)	

Reducción de la actividad del glifosato S: Severa (>50%); M: Moderada reducción (<50%); N: No hay influencia. Adaptado y modificado de Ruiter *et al.* (2002).

En Entre Ríos no se conoce la existencia de hierro y aluminio en el agua. Rodríguez (2000) indica que hierro es un catión que puede antagonizar, pero tampoco no se

encuentra en las aguas en la región pampeana en forma abundante. La presencia de potasio y sodio no influye en la dureza del agua (Stahlman y Phillips, 1979 a).

Objetivos

Los objetivos de este capítulo son:

- A) Determinar mediante un relevamiento, la calidad de agua utilizada como vehículo en las aplicaciones agrícolas en la zona de influencia de INTA - Agencia de Extensión Rural Crespo (A.E.R. Crespo, Entre Ríos) midiendo:
 - i) características físico-químicas
 - ii) variaciones del pH por la adición de distintas formulaciones de glifosato al caldo en diferentes dosis y volúmenes de agua.
- B) Conocer por medio de encuestas las técnicas de manejo habitualmente utilizadas para el control en la zona de centro - oeste de Entre Ríos.

Materiales y Métodos

El relevamiento de sitios donde el agua, al igual que las encuestas a productores y técnicos se realizó principalmente en el departamento Paraná en un radio de entre 50 - 150 km de la zona donde se encuentra la A.E.R. Crespo y en menor proporción en los departamentos Nogoya, Diamante y Villaguay.

A) Relevamiento de la calidad de agua para las aplicaciones agrícolas

Para determinar la calidad de agua (pH, dureza y turbidez) se extrajeron entre una a diez muestras por localidad de diferentes fuentes de agua geo-referenciadas, en una botella de plástico limpia e identificada. Se recogieron en total 64 muestras de fuentes de agua de cooperativas, productores-aplicadores y aplicadores para terceros. Se considera que la época del año más adecuada para el muestreo es el verano (Leiva, 2010) y que previamente no hayan ocurrido lluvias abundantes; esta época asegura la mayor concentración salina y los mayores valores de pH. La calidad del agua varía mucho en cortas distancias, por ende se recomienda analizar todas las fuentes disponibles de un campo.

Para mayor seguridad, se recolectaron las muestras en dos momentos del año ya que la concentración de sales puede variar dentro de un mismo año aumentando o disminuyendo según las precipitaciones.

Los momentos de muestreo en 2015 fueron:

- Verano (enero a marzo) durante la aplicación de herbicidas en soja y maíces de segunda.
- Otoño/Invierno (mayo a agosto) durante la aplicación de herbicidas en barbecho químico para la implantación de cultivos invernales y estivales.

Una vez recogidas las muestras se almacenaron en el refrigerador y posteriormente se llevaron al laboratorio de agua de las empresas AgroSpray en Rosario (Santa Fe) y Rizobacter en Pergamino (Buenos Aires).

Los parámetros determinados y los métodos se muestran en la Tabla 1.6.

Tabla 1.6. Métodos empleados en la determinación de los parámetros.

Parámetros analizados	Métodos
pH	Potenciometría
Ca ²⁺	Volumetría
Mg ²⁺	Volumetría
Dureza (Ca ²⁺ + Mg ²⁺)	Volumetría

Laboratorio de AgroSpray y Rizobacter.

El análisis de la turbidez de las muestras de agua se realizó en forma visual en comparación con un testigo (agua clara).

B) Variaciones de pH del agua de aplicación por la adición de distintas formulaciones de glifosato

En el laboratorio de la A.E.R Crespo, se utilizó un diseño factorial con 3 repeticiones. El primer factor fue la concentración de p.a. de glifosato con dos niveles (43,8% y 66,2%) (Tabla 1.7.).

Tabla 1.7. Tipo de sal, marca comercial, equivalente ácido y formulación.

Tipo de sal y su concentración (%)	Marca comercial	Equivalente ácido (g e.a.l ⁻¹)	Formulación	Conocidos como
Glifosato sal monopotásica de la N-(fosfonometil) glicina (43,8)	AFA II	356	Concentrado soluble	“Común”
Glifosato sal de potasio de N-(fosfonometil) glicina (66,2)	Roundup Full II	540	Concentrado soluble	“Premium”

Se considera que 3 l p.c.ha⁻¹ de 360 g e.a.l⁻¹ de glifosato equivalen en p.a. a: 2 l p.c.ha⁻¹ de un glifosato de 540 g e.a.l⁻¹ y a 1,6 kg p.c. ha⁻¹ de 792 g e.a.l⁻¹. Se determinó el pH de cada sal con tiras de papel (Universal Test Paper) que viran a colores y tonalidades diferentes según el pH de la solución.

El segundo factor fue la dosis con 4 niveles (0, 1, 2, 3 y 4 l p.c.ha⁻¹) y el tercer factor la concentración en el agua equivalente a volúmenes de agua con 3 niveles (30, 50 y 75 l ha⁻¹). Las concentraciones del caldo de aplicación se expresaron en (% v/v) = volumen soluto/volumen solución * 100% (Tabla 1.8.). Al trabajar con un menor volumen, el caldo fue más concentrado.

Tabla 1.8. Variación de la concentración de glifosato según dosis y volumen de aplicación en 1 litro de caldo.

Dosis de p.c. de glifosato (l ha ⁻¹)	Volumen de aplicación (l ha ⁻¹)		
	30	50	75
	Concentración (% v/v)		
1	0,033	0,020	0,013
2	0,066	0,040	0,026
3	0,100	0,060	0,040
4	0,130	0,080	0,053

El pH del agua de aplicación se ajustó a 8, empleando bicarbonato de sodio. En recipientes de 1 litro se realizó la adición de cada formulación (sal) y dosis de glifosato al agua, respetando las equivalencias de volúmenes para cada tratamiento. En cada tratamiento, el pH se midió inmediatamente luego de realizar la mezcla del modo descrito anteriormente.

Se realizó un ANOVA para determinar las interacciones. Las medias se separaron con un test de Tukey (P= 0,05).

C) Encuesta sobre factores relacionados al control de malezas

Se utilizó una encuesta de preguntas cerradas en forma anónima a 67 productores y profesionales de la agronomía sobre las malezas de difícil control en la zona y el manejo que realizan de las mismas. Las encuestas se realizaron tomando como punto central a Crespo y abarcando un radio de 80 km hacia el este, sur y norte de esa localidad. La encuesta consistió en siete preguntas principales e ítems dentro de cada una, marzo a agosto de 2015 en forma personal, por llamado telefónico o a través de correo electrónico.

Resultados y Discusión

A) Relevamiento de la calidad de agua para uso en las aplicaciones agrícolas en la región centro-oeste de Entre Ríos

El área de estudio que comprendió el relevamiento de las muestras de agua se observa en la Figura 1.3. Los sitios muestreados se muestran en la Tabla 1.9.

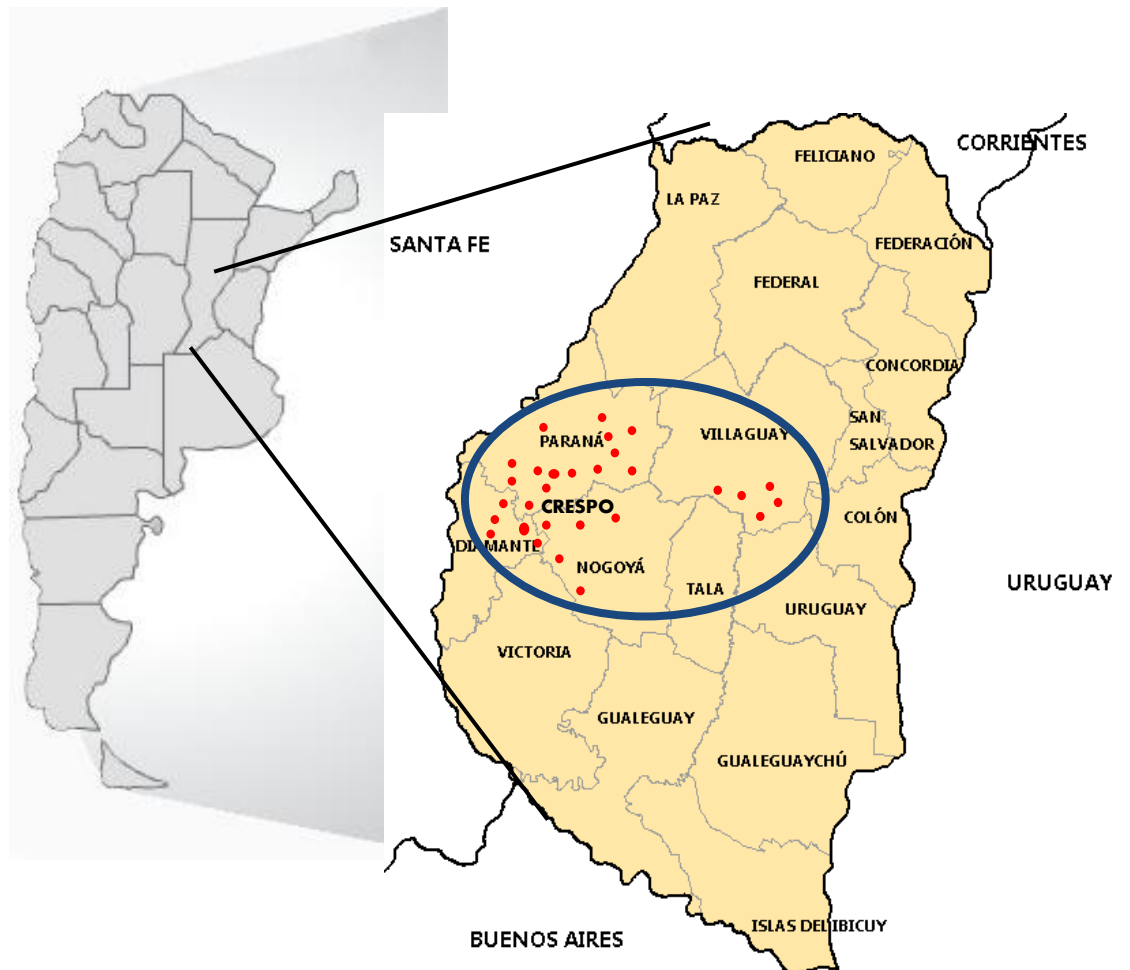


Figura 1.3. Localización del área de estudio.

Tabla 1.9. Localidades y ejidos donde se realizaron los muestreos.

Departamento	Localidades y ejidos
Paraná	Crespo, Aldea Santa Rosa, Boca del Tigre, Seguí, Viale, Tabossi, Estación Sosa, María Grande, Las Tunas, Aldea Santa María, Paso de las Piedras, Colonia Merou, Gdor. Etchevehre y María Luisa.
Diamante	Camps, Gral. Ramírez, Puiggari, Libertador San Martín, Gral. Racedo.
Nogoya	Aldea San Miguel, Aranguren, Hernández, Don Cristóbal II, Crucecitas 7 ma.
Villaguay	Raíces, Mojones Sur, Lucas Sur, Villaguay.

Al momento del muestreo se registraron las características de las fuentes de agua en cada sitio, que se clasificaron como se muestra en la Tabla 1.10. con sus respectivas figuras.

Tabla 1.10. Fuentes de agua y descripción de las mismas.

1. Depósitos de almacenamiento	2. Superficial
	
<p>Tanques australianos de hormigón y metálicos, tanques aéreos. Muchos de ellos presentan materia orgánica (musgos, verdín) en suspensión, que pueden tapar bomba, filtros y boquillas.</p>	<p>Pozos de brocal (9 - 25 metros de profundidad aproximadamente).</p>

<p>3. Subterráneos</p> 	<p>4. Arroyos, cunetas</p> 
<p>Aguas de pozos semi-surgentes (50 - 100 m de profundidad aproximadamente).</p>	<p>Aguas de zanjones, arroyos o cunetas de caminos vecinales de escasas profundidades, son cargadas por algunos aplicadores en cercanías a los lotes de aplicación. Pueden ser aguas claras o turbias, pudiendo también tapan bomba, filtros, boquillas dependiendo de la turbidez o presencia de arcillas, limo que posean.</p>
<p>5. Tanques de apoyo</p> 	<p>En muchas oportunidades, las cooperativas o aplicadores que prestan servicios utilizan este tipo de agua acompañando a la máquina pulverizadora con “tanques de apoyo” con capacidades de 2.000 - 3.000 litros de agua, por la no disponibilidad de agua en el lote a tratar o por la dificultad de conseguir agua limpia y/o de mediana a buena calidad.</p>

a) *Clasificación por fuente de agua*

El agua provino principalmente de pozos semi-surgentes (50%) y en segundo lugar de pozos superficiales (25%), el resto de tanques australianos y en menor medida de arroyos (Figura 1.4.).

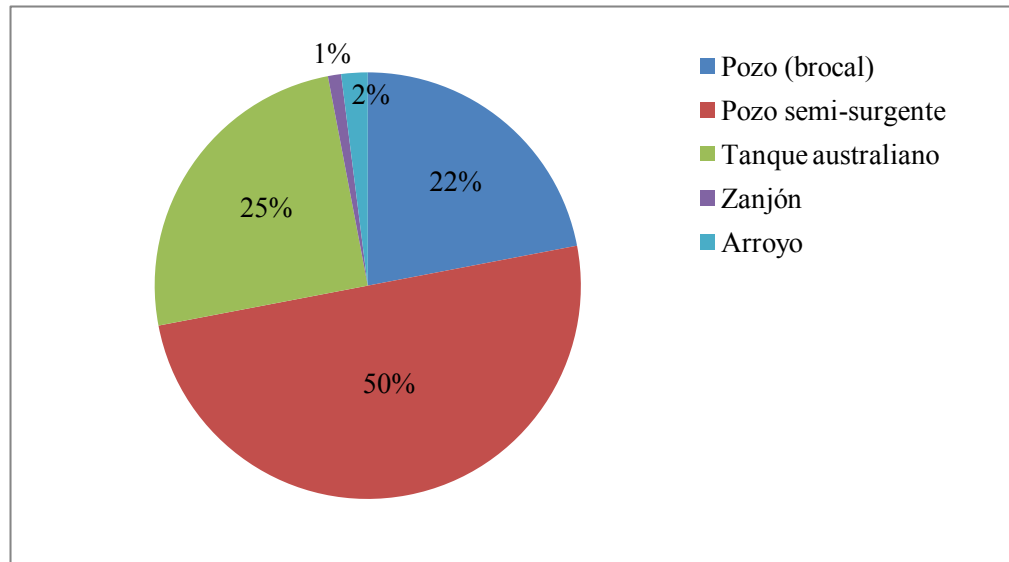


Figura 1.4. Clasificación de las fuentes de agua.

b) *pH del agua*

El 70% de las muestras analizadas en verano y otoño/invierno presentaron un pH entre 7 y 8, mientras que un 20% entre 8 y 9, sin diferencias entre estaciones (Figura 1.5.). Estos resultados coinciden con (Vivot *et al.*, 1999) con valores medios de pH de 7,37 para los departamentos Diamante y Paraná.

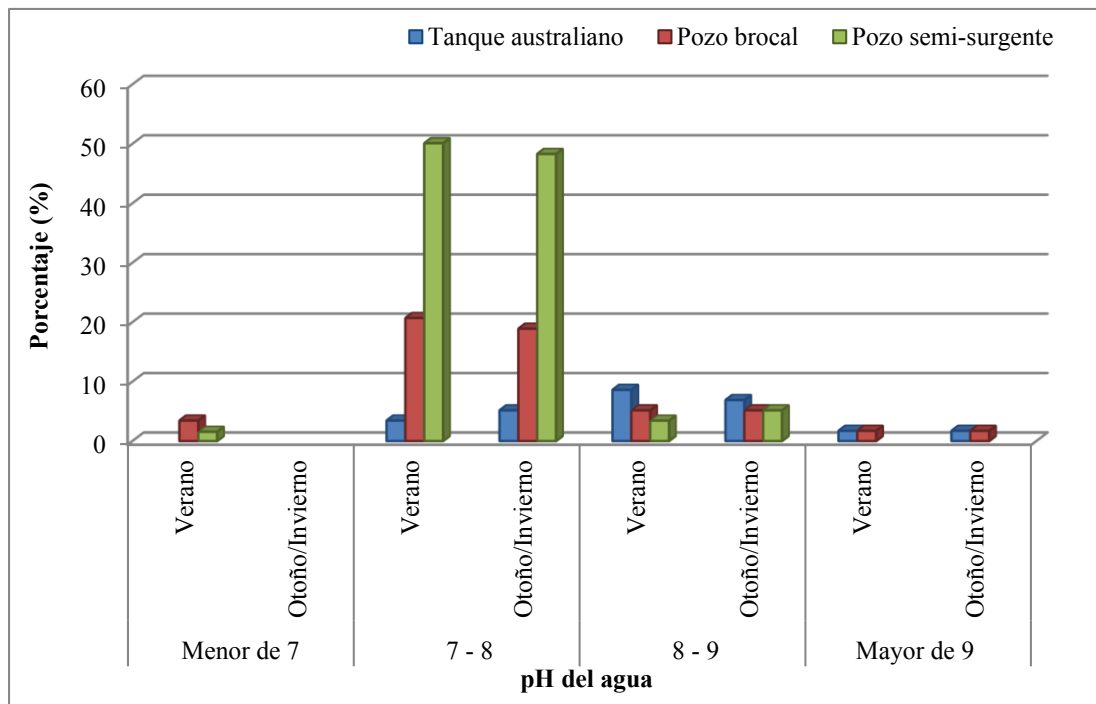


Figura 1.5. Clasificación del pH por fuentes de agua más utilizadas

c) Dureza del agua

No se encontraron diferencias relevantes en la dureza del agua de acuerdo a la estación del año (Figura 1.6.).

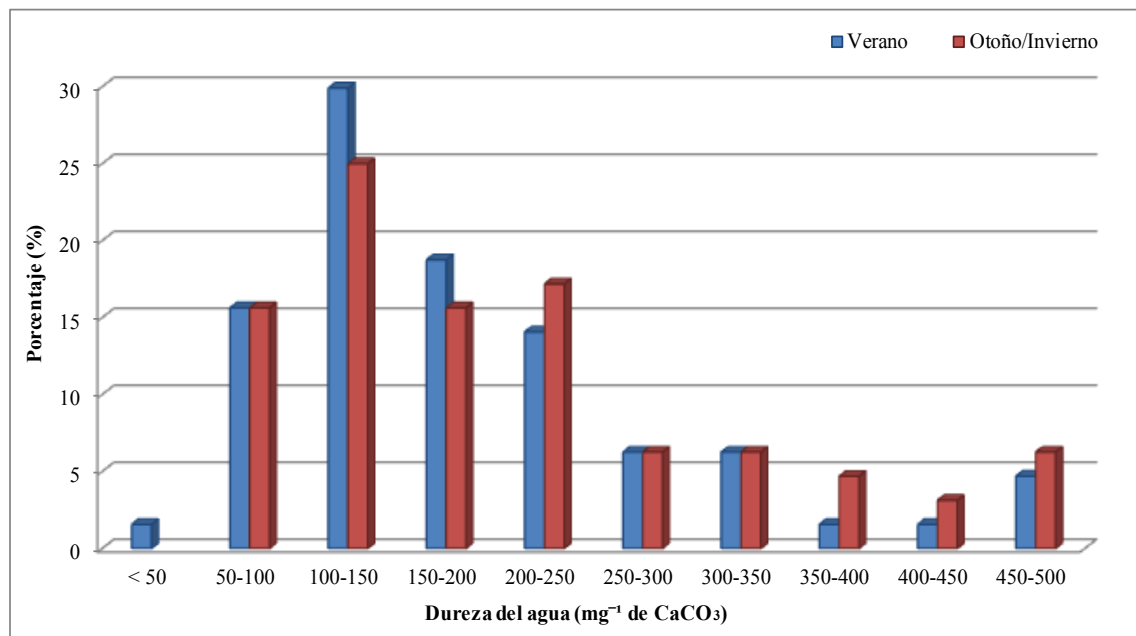


Figura 1.6. Frecuencia de dureza del agua (%).

Más del 80% de las muestras correspondieron a agua moderadamente dura, con valores cercanos a 500 mg l^{-1} en Las Tunas (Dpto. Paraná), algunos sitios de Crucesitas 7 ma. (Dpto. Nogoya) y Raíces (Dpto. Villaguay). Un 17% correspondió a aguas blandas. Solo un 3% de las muestras presentaron agua dura (entre 600 y 804 mg l^{-1} en Mojones Sur (Dpto. Villaguay). En dicho departamento se encontró la máxima dureza (804 mg l^{-1}). Estos resultados son congruentes con un estudio (Vivot *et al.*, 2010), quienes encontraron en Raíces aguas con dureza de entre 100 a 1078 mg l^{-1} .

Cuando la clasificación de la dureza del agua se realizó por fuentes de agua (Figura 1.7.) se pudo observar que la proveniente de tanques australianos presentó menor nivel de dureza (50 a 250 mg l^{-1}), mientras que las aguas de pozos de brocal y semi-surgente mostraron un rango de dureza entre 50 y 500 mg l^{-1} . Es necesario tener en cuenta que la cantidad de muestras no fueron iguales para todas las fuentes estudiadas.

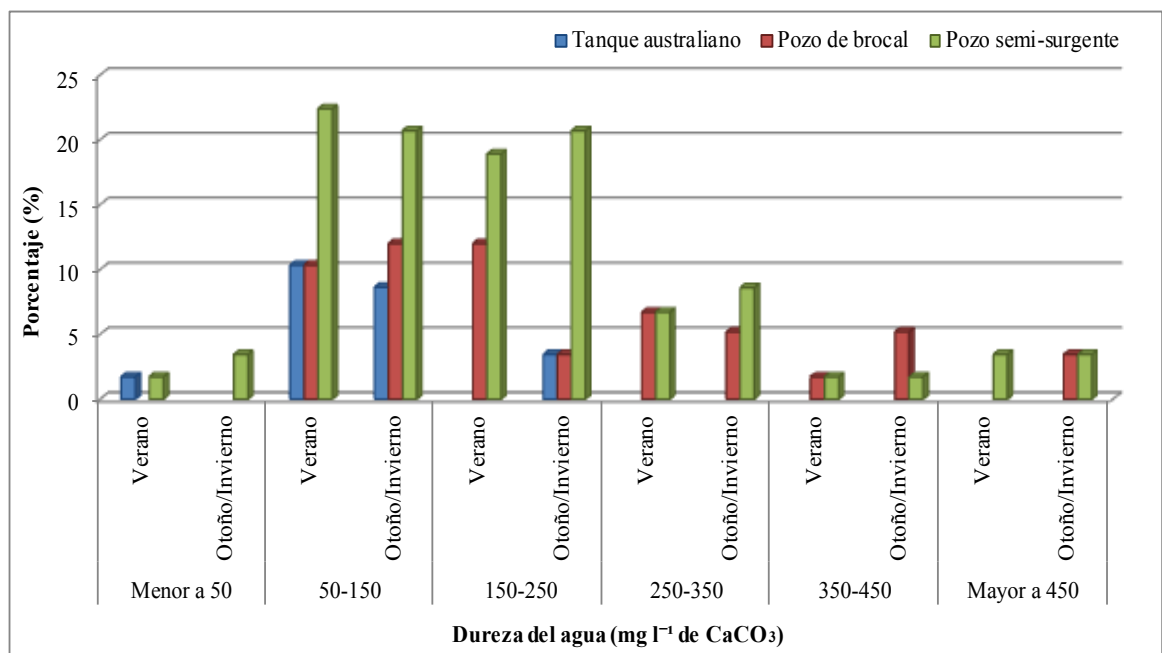


Figura 1.7. Clasificación de las durezas por fuentes de agua.

d) Discriminación del contenido de Ca^{2+} y Mg^{2+} en la dureza total

La composición química del agua puede variar ampliamente entre los pozos en las proximidades de uno al otro, dependiendo de diferentes factores: zona, condiciones ambientales, tipo de fuente, época del año, altura de la napa, perfil del suelo, profundidad del pozo y tipo de acuífero (Debbie Coakley, 2013).

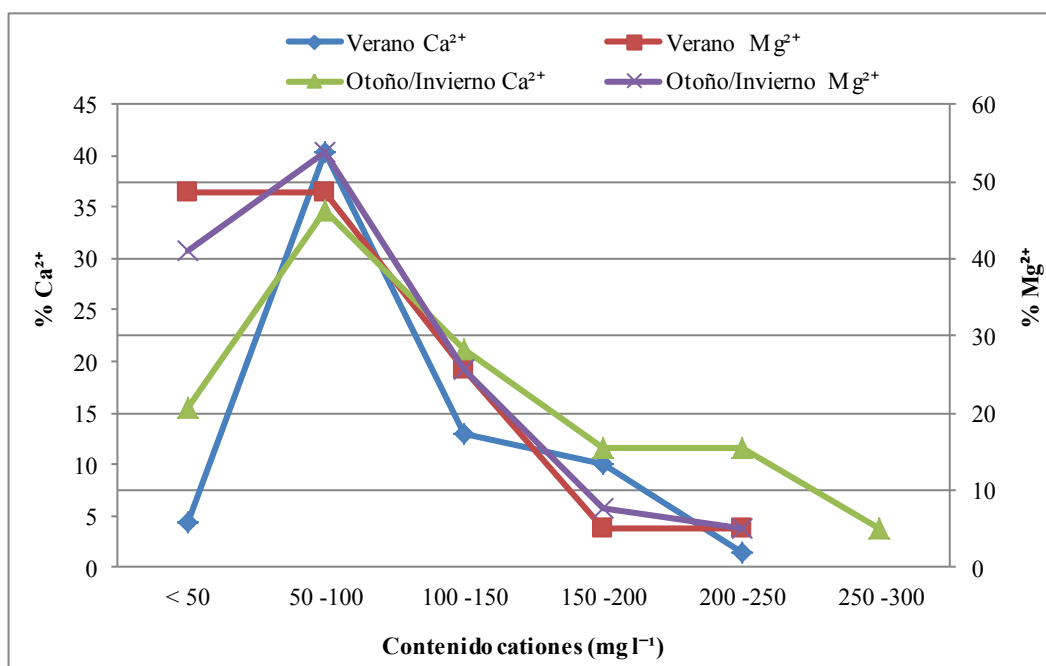


Figura 1.8. Contenido de Ca²⁺ y Mg²⁺.

El contenido de Ca²⁺ fue superior a magnesio (Figura 1.8.). Esto coincide con otro trabajo (Martino, 1995) que indica que dichos cationes son los más frecuentemente presentes en las aguas para aplicación de herbicidas. En la presente experiencia, el mayor porcentaje de muestras con presencia de Ca²⁺ estuvo entre 50 y 100 mg l⁻¹. Lo que concuerda con un trabajo realizado en los departamentos Diamante y Paraná, donde hallaron valores entre 27,4 y 62,8 mg l⁻¹ de Ca²⁺ (Vivot *et al.*, 1999).

e) Turbidez del agua

La observación visual de las muestras no presentó diferencias relevantes, en comparación al testigo con agua limpia. Algunas de las muestras extraídas de arroyo o zanjón y algunas de pozos de brocal, fueron levemente turbias. No se observó presencia de musgos o material verde de las extraídas en los tanques australianos.

B) Influencia del pH del agua en la actividad de distintas formulaciones de glifosato

a) pH de las sales de glifosato

Las sales utilizadas y sus pH fueron:

- i) Sal monopotásica de la N-(fosfonometil) glicina (43,8%): pH 5
- ii) Sal potásica de N-(fosfonometil) glicina (66,2%): pH 5

Estos resultados coinciden con los datos de la hoja de seguridad de Roundup Ful II (2005), que indica que el pH es de 4,6 a 5.

b) *pH del agua luego de la adición de glifosato*

El ANOVA determinó que no hay interacción a nivel de la concentración de la sal por lo cual ambas sales se analizaron en conjunto (Tabla 1.11.).

Tabla 1.11. Variación del pH del caldo de aplicación según volumen de aplicación y dosis de glifosato. El pH del agua utilizada fue de 8.

Dosis (l p.c.ha ⁻¹)	pH del caldo, según volumen y dosis								
	30 l ha ⁻¹			50 l ha ⁻¹			75 l ha ⁻¹		
0	8,0	a	A	8,0	a	A	8,0	a	A
1	6,0	b	B	7,0	ab	A	8,0	a	A
2	6,0	b	B	6,0	b	B	7,0	ab	A
3	5,0	c	B	5,5	bc	AB	6,5	ab	B
4	5,0	c	B	5,0	c	C	6,5	ab	B
CV (%)	4,35			4,04			2,62		

Para una misma dosis: letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre volúmenes según prueba de Tukey (P= 0,05).

Para un mismo volumen: letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas entre dosis según prueba de Tukey (P=0,05).

Se observa que con el aumento de la dosis de glifosato el pH del agua disminuye y que con el aumento del volumen de aplicación el pH aumenta por efecto de la dilución del producto.

La falta de interacción implica que ambas sales redujeron el pH del caldo de forma similar, lo que coincide con Stahlman y Phillips (1979 a); Reddy y Singh (1992), creando una solución más ácida.

En cambio Ramos (2011) observa que algunas formulaciones como glifosato Touch Down®33 SL, glifosato Roundup Max®68 SG y glifosato Alemán®35.6 SL tuvieron pH diferentes, a pesar de tener el mismo ingrediente activo, lo que atribuye a los ingredientes inertes.

Buhler y Burnside (1983 b) indican que el incremento del pH del agua hasta alcanzar un pH neutro no interfiere con la actividad herbicida de glifosato mientras que con el pH de 7 a 9, se reduce el efecto fitotóxico de glifosato.

Las marcas de glifosato con mayor concentración (66,2%) llamadas “premium” contienen coadyuvantes que permiten mitigar altos valores de pH Gómez Vargas *et al.*,

(2006) menciona que con el “premium” Roundup Max®, el uso de reguladores de pH del agua no sería necesario ya que por sí solo el herbicida tiene la propiedad de ajustar el pH del agua a alrededor de 4,1; es decir, mantiene la solución de aplicación a un pH ácido ideal para la eficacia del herbicida (Kogan, 2002).

En un trabajo de investigación sobre el pH del caldo de aplicación de distintas mezclas herbicidas se evaluó por medio de un peachímetro digital si un agua de pH 7,6 se le adiciona glifosato al 48% (1068 g e.a.ha⁻¹) se logra que el caldo se acidifique, alcanzando un pH de 5,15. En la mezcla de glifosato + 2,4-D sal amina al 80% (720 g e.a.ha⁻¹) también el pH del caldo se redujo a 5,17. Esto indica que en las mezclas de herbicidas que contienen glifosato se acidifica el caldo de aplicación por más que el otro herbicida sea de formulación alcalina, como lo es el 2,4-D sal amina (Kahl, 2015, datos no publicados).

C) Encuesta sobre las técnicas de manejo habitualmente utilizadas para el control de malezas en el centro-oeste de Entre Ríos

Los encuestados pertenecían a los departamentos Paraná, Nogoya y Diamante. Un 88% de ellos son profesionales que trabajan en cooperativas de la zona o como asesores privados y el resto productores agrícolas. La edad de la población encuestada estuvo entre 26 y 60 años.

a) Malezas de difícil control

Para clasificar las especies de malezas según la dificultad en el control se tuvo en cuenta la información de REM - AAPRESID, 2015. Según dicha fuente en Argentina existen 15 casos de especies de malezas resistentes a glifosato, 6 resistentes al grupo de herbicidas Inhibidores de ALS, 5 al grupo de herbicidas Inhibidores de ACCasa y 5 casos de resistencia múltiple; totalizando 23 biotipos de 16 especies de malezas, de las cuales 14 son gramíneas y 7 latifoliadas.

A través de esta encuesta se identificaron 18 especies de malezas que muestran características de difícil control incluyendo resistentes y tolerantes a glifosato. Si bien los encuestados no siempre reconocían la diferencia entre estos dos conceptos, por lo cual esta clasificación fue realizada teniendo en cuenta la red de conocimiento de

malezas resistentes (REM - AAPRESID, 2015). Las malezas con mayores dificultades para su control en los últimos tiempos se muestran en la Tabla 1.12.

Tabla 1.12. Especies de difícil control con glifosato, según latifoliadas y gramíneas (en porcentaje, de mayor a menor proporción sobre el total de encuestas), época de crecimiento y clasificación en resistente o tolerante (REM, 2015) en Entre Ríos.

Nombre científico	Nombre vulgar	Época de crecimiento *	Proporción sobre el total de encuestas (%)	Clasificación en resistente (R) y tolerante (T) a glifosato
Latifoliadas				
<i>Conyza sumatrensis</i> y <i>bonariensis</i>	Rama negra, mata negra o carnícera	OIP	47,0	R**
<i>Commelina erecta</i>	Flor de Santa Lucía	PV	16,0	T
<i>Parietaria debilis</i>	Parietaria u Ocucha	OIP	8,0	T
<i>Dichliptera tweediana</i>	Flor de canario, Bandera federal	PVO	8,0	T
<i>Borreria verticallata</i>	Botoncito blanco	PV	5,0	T
<i>Hybanthus parviflorus</i>	Violetilla	OIP	8,0	T
<i>Gamochoeta subfalcota</i>	Peludilla	OIP	3,12	--
<i>Gonphrena</i> spp.	Siempre viva	PV	5,0	T
<i>Dichondra repens</i>	Oreja de ratón	PVOI	5,0	Difícil control***
<i>Ipomea purpurea</i>	Campanilla o enredadera morada	PV	8,0	--
<i>Amaranthus</i> spp.	Yuyo colorado	PV	8,0	R
<i>Cyperus</i> spp.	Cebollín	PV	5,0	--
Gramíneas				
<i>Echinochloa colona</i>	Capín o gramilla mora	PV	85,0	R
<i>Chloris</i> o <i>Tricloris</i> spp.	Gramina	PV	32,2	T

<i>Lolium</i> spp.	Ray-grass	OIP	26,0	R
<i>Sorghum halepense</i>	Sorgo de Alepo	PV	11,0	R
<i>Eleusine indica</i>	Pasto ruso, grama carraspera, pata de ganso	PV	5,0	R
<i>Cynodon dactylon</i>	Gramón	PV	5,0	R

* OIP: otoño-inverno-primavera, PV: primavera-verano, PVO: primavera-verano-otoño, PVOI: primavera-verano-otoño-invierno.

** Se consideran resistentes a glifosato en estado de roseta, desde mediados del año 2015 a partir de *Conyzas* spp. extraídas de Entre Ríos (Dpto. Paraná) y sembradas en macetas (Puricelli *et al.*, 2015).

*** Difícil control: aún no considerada resistente o tolerante.

La especie mencionada con mayor porcentaje fue *Echinochloa colona* (85%), de ciclo primavera-estival. En una encuesta (AAPRESID, 2014) a técnicos de Entre Ríos se detectaron 10 malezas difíciles de controlar en la zona y *E. colona* se posicionó en el tercer lugar de importancia (40%). Esto muestra que en el último año *E. colona* ha incrementado mucho su abundancia en la región.

La siguiente especie en importancia fue *Conyza* spp. (incluyendo principalmente a *C. sumatrensis* y en menor medida a *C. bonariensis*) de ciclo otoño invierno primaveral, fue la especie que siguió en importancia, coincidiendo con la encuesta de (AAPRESID, 2014).

Chloris spp. (que incluye *C. virgata* y *C. ciliata*) fue mencionada en tercer lugar mientras que en la encuesta de AAPRESID se situó en primer lugar.

Otras especies importantes fueron *Lolium multiflorum* y *Sorghum halepense*.

Commelina erecta fue menos importante alcanzando un 16% del total de respuestas. En una encuesta realizada en una amplia zona del país en 2003 esta especie era la más problemática por su difícil control con glifosato (Vitta *et al.*, 2004). Se observa además que la mayoría de las especies con problemas de control en este momento son de ciclo primavera estival y muchas son gramíneas.

b) Causas de los problemas del control de malezas

Entre el 54 y el 78% de los encuestados refieren que una de las principales causas de las fallas en el control es la existencia de especies resistentes o tolerantes a glifosato en los lotes (Figura 1.9.). El otro dato sobresaliente es que el 64% de los encuestados reconoció que realizan las aplicaciones tardíamente en estados avanzados de las

malezas, lo cual puede ser el principal problema por el cual las malezas no son bien controladas en la zona.

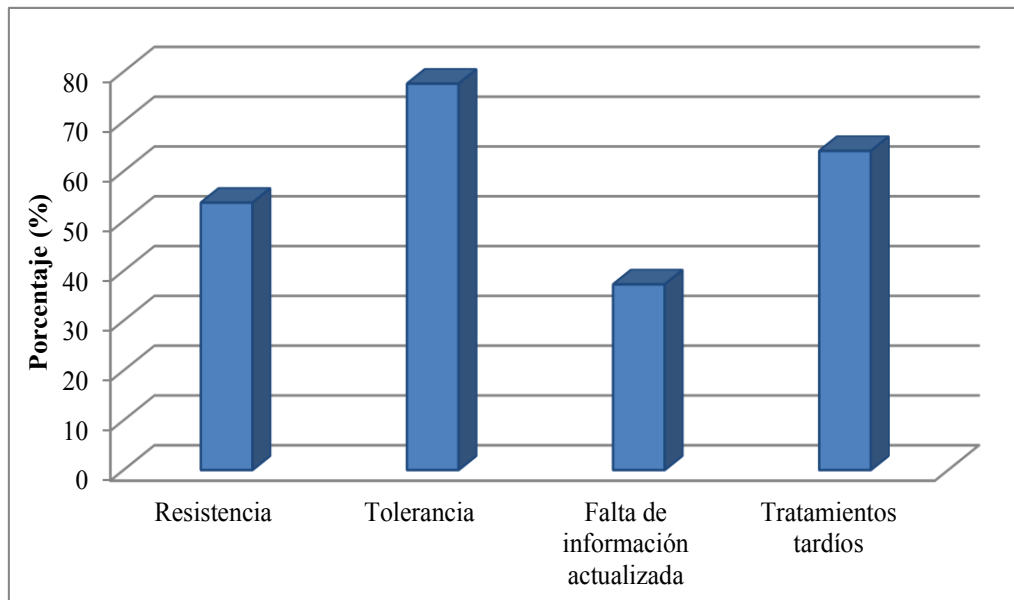


Figura 1.9. Causas de los problemas de control de las malezas (Resultados de 67 encuestados).

Un 37% de los encuestados manifestaron no poseer información actualizada sobre el herbicida a utilizar para controlar las malezas de reciente aparición. Este puede ser el caso de *E. colona* ya que algunos productores y asesores desconocían que poseían biotipos resistentes a glifosato en los lotes por lo cual continuaron aplicando este herbicida con fallas en el control.

Los biotipos resistentes no se pueden distinguir por sus características morfológicas de los susceptibles, requiriéndose de experimentos específicos para su diferenciación (Papa *et al.*, 2010 c).

c) Causas de los problemas vinculados a la aplicación de los herbicidas

Dentro de las malas condiciones meteorológicas al momento de realizar las aplicaciones, en especial la alta velocidad del viento fue considerada como la mayor limitante a la hora de realizar los tratamientos seguida por las temperaturas elevadas y en algunos pocos casos las precipitaciones inmediatas a las aplicaciones. La calidad del agua como causa de problemas de control de malezas fue considerada por un 31% de los encuestados (Figura 1.10.).

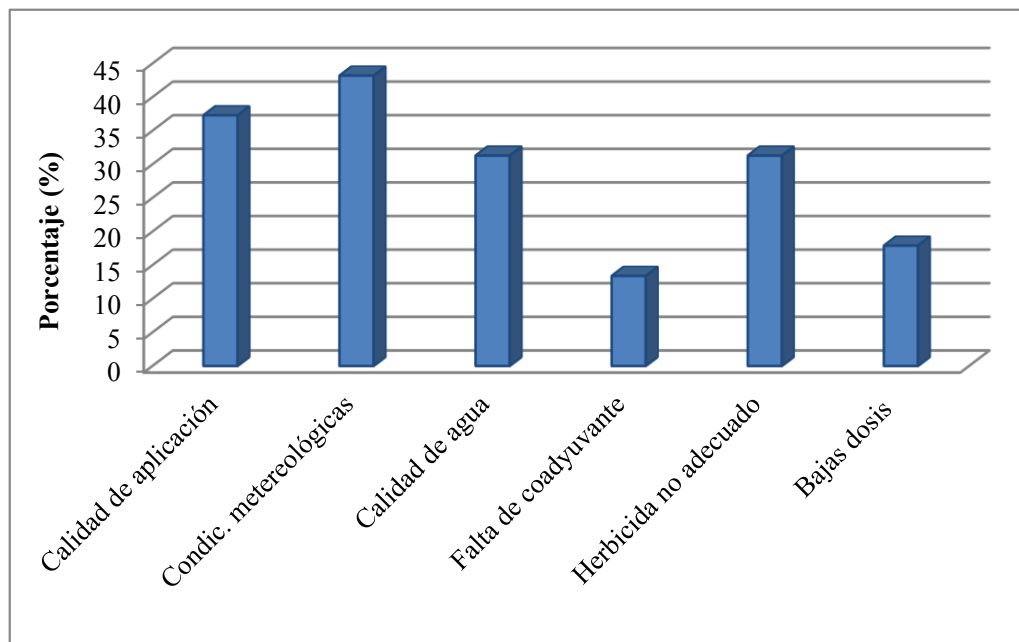


Figura 1.10. Variables problema durante la aplicación. (Resultados de 67 encuestados).

Un 37% de los encuestados refirieron que el mal control se debe a errores durante la aplicación como por ejemplo exceso en la velocidad de trabajo, uso no adecuado de las boquillas, desgaste de la misma e incorrecta altura de botallón.

En menor medida, las causas del control deficiente fueron atribuidas al uso de herbicidas o dosis no adecuados para el control de la maleza problemática. La mayoría de los encuestados (86%) respondieron que siempre utilizan coadyuvantes en las aplicaciones.

d) Calidad del agua

En relación a los problemas reconocidos de calidad agua (Figura 1.11.), un 31% de los encuestados se refieren a dureza, pH y turbidez. Un 64% no responde porque posiblemente desconocen las variables de calidad de agua o bien, no consideran la calidad del agua como un problema para sus aplicaciones.

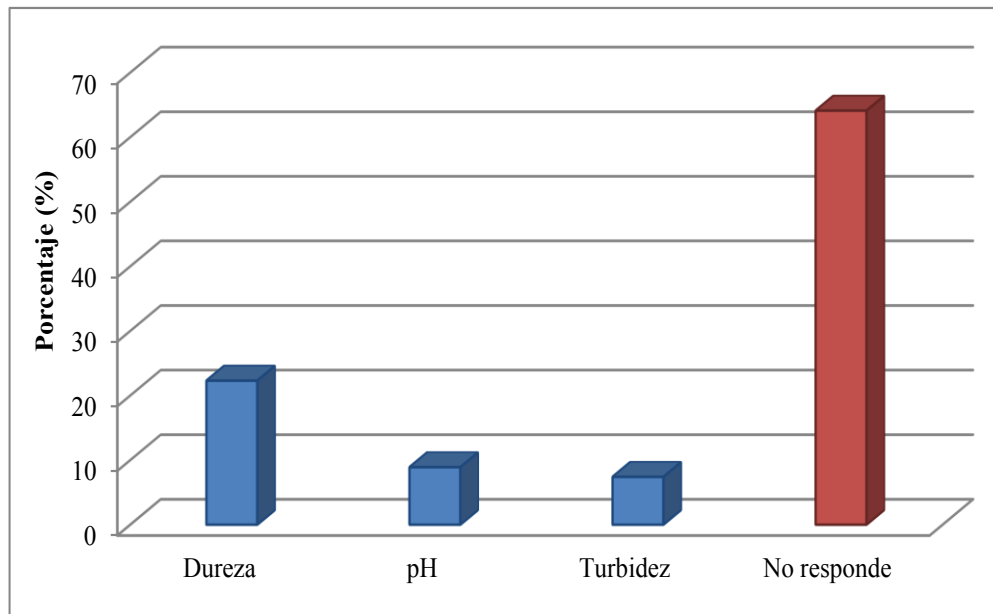


Figura 1.11. Calidad del agua. (Resultados de 67 encuestados).

e) Realización de análisis de agua

Se observa que un 55% de los encuestados ha realizado al menos un análisis de calidad del agua que utiliza (Figura 1.12.).

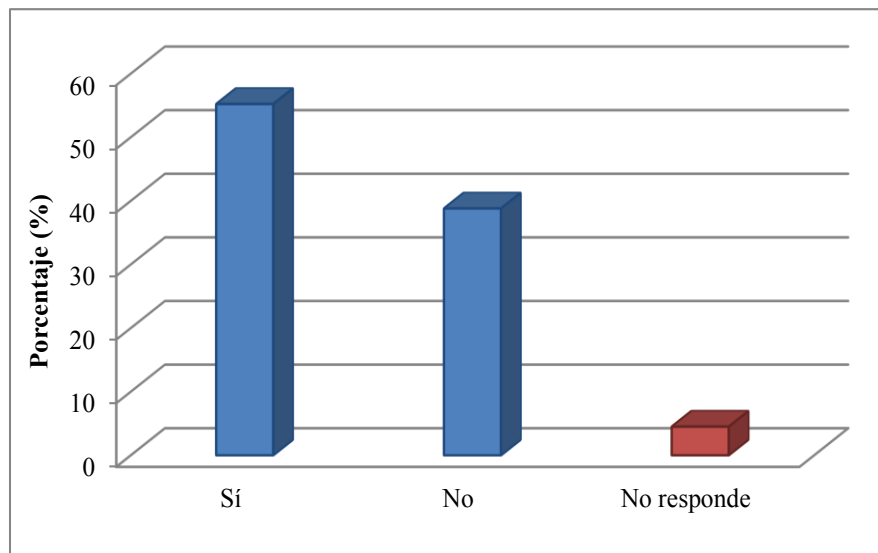


Figura 1.12. Análisis de agua. (Resultados de 67 encuestados).

A pesar de que aproximadamente la mitad de los encuestados realiza análisis, teniendo en cuenta el punto anterior se observa que no hay una adecuada interpretación de los mismos.

f) Calidad del agua utilizada

El 85% de los encuestados consideran que la calidad del agua de aplicación de herbicidas en su zona es buena (Figura 1.13.), a pesar de no contar con información precisa.

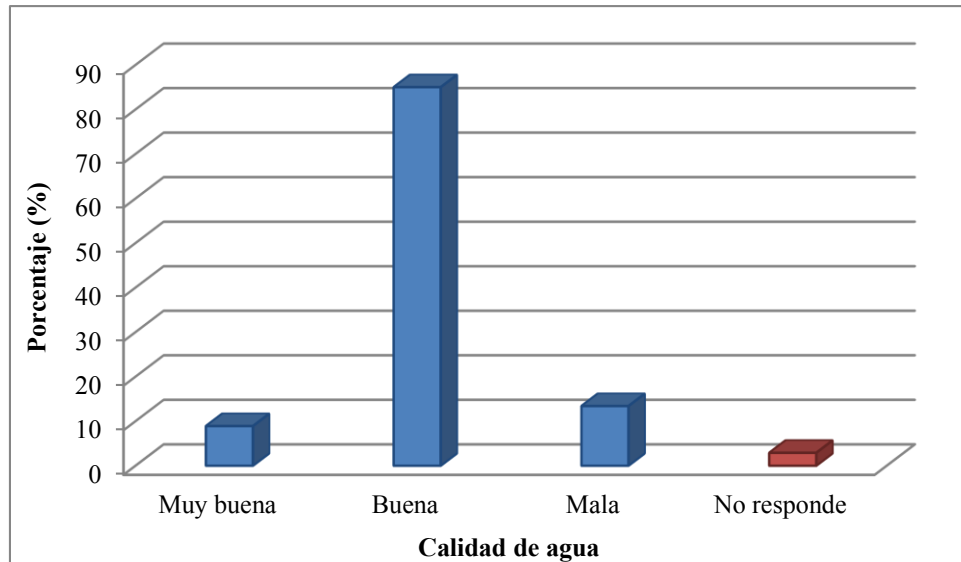


Figura 1.13. Calidad del agua utilizada en la zona de influencia. (Resultados de 67 encuestados).

g) Utilización de correctores de la calidad del agua

El coadyuvante más utilizado es el sulfato de amonio. Sin embargo no es utilizado precisamente para mejorar la calidad del agua, sino que se considera que actúa como potenciador de los herbicidas. Los encuestados, perciben buenos resultados a pocos días de efectuada la aplicación. En menor medida utilizan correctores de pH, secuestrante de cationes en forma separada o productos que poseen estas dos funciones en un solo envase.

h) Grupos químicos de herbicidas más utilizados

Los grupos químicos de herbicidas más utilizados por los productores y asesores se muestran en la Tabla 1.13. En barbechos químicos el glifosato es el principal componente de las mezclas herbicidas.

Tabla 1.13. Mecanismo y modo de acción, grupo químico, principio activo, persistencia y marca comercial.

Mecanismo de acción	Grupo químico	Principio activo	Modo Acción ¹	Residualidad	Marca comerc.
Inhibidores enz. 5-enolpiruvilshikimato-3-fosfato sintetasa (EPSPS)	Glicina	Glifosato	S	No	Varias
Reguladores de crecimiento o auxínicos	Ácidos fenoxi-carboxílicos	2,4-D sal amina	S	Sí	Varias
	Ácido benzoico	Dicamba	S	Sí	Banvel
	Ácidos piridin carboxílicos	Fluroxipyr	S	Sí	Starane
		Picloram	S	Sí	Tordon
Inhibidores enzima Protoporfirinógeno oxidasa (PPO)	Pirimidindionas	Saflufenacil	C	Según dosis	Heat
	Triazolinonas	Carfentrazone-etil	C	No	Affinity
		Sulfentrazone	S	Sí	Authority
	N-feniltalimidias	Flumioxazin	C	Sí	Sumisoya Flo
Inhibición de la división celular	Cloroacetamidas	S-Metolacloro Metolacloro	S	Sí	Dual gold
		Acetoclor	S	Sí	Acetoclor 90 Guardián
Inhibidores de la enzima acetolactato	Imidazolinonas	Imazetapir	S	Sí	Pivot Honor
		Imazapir	S	Sí	Arsenal
		Imazaquín	S	Sí	Scepter
		Imazapic + Imazapir	S	Sí	Onduty
	Mezclas	Glifosato + Imazetapir	S	Sí	Alteza
		Clorimurón-etil	S	Sí	Classic
		Clorimurón-etil			

sintetasa (ALS)	Sulfonilureas	+ sulfometurón-metil	S	Sí	Ligate
		Clorsulfurón + metsulfurón metil	S	Sí	Finesse
		Foramsulfurón + iodosulfurón-metil sodio	S	Sí	Equip WG
		Halosulfurón	S	Sí	Sempre
		Metsulfurón-metil	S	Sí	Varias
	Triazolopirimidinas	Diclosulam	S	Sí	Spider
		Cloransulam-metil	S	Sí	Pacto
		Flumetsulam	S	Sí	Preside
	Sulfonil-amino carbonil-triazolinona	Tiencarbazone metil + Iodosulfurón-metil	S	Sí	Percutor
	Inhibidores de la acetil coenzima-A carboxilasa (ACCasa)	Ariloxifenoxipropionatos (FOP)	Haloxifop-R-metil	S	No
Ciclohexanodionas (DIM)		Cletodim	S	No	Select
Inhibidores fotosíntesis en el Fotosistema II	Triazinas	Atrazina	S	Sí	Varias
---	Mezclas	Atrazina + S-metalocloro	S	Sí	Bicep Pack Gold
Inhibidores del Fotosistema I	Bipiridilos	Paraquat	C	No	Gramoxone súper
--	Mezclas	Paraquat + diuron	C	No	Cerillo

¹ Modo de acción: (S) Sistémico, (C) Contacto. Fuente: CASAFE - Guía de Productos Fitosanitarios 2013/2015; Marizzetti *et al.*, 2014.

Los resultados indican que los encuestados poseen un adecuado conocimiento de los modos de acción disponibles. Asimismo se manifiestan intenciones de utilizar herbicidas pre-emergentes especialmente en gramíneas pero también contra malezas de hoja ancha, siempre que no afecten la siembra de los cultivos posteriores.

i) Glifosato, dosis y formulaciones utilizadas

Las distintas concentraciones, dosis y formulaciones de glifosato que utilizan o recomiendan los técnicos se muestran en la Figura 1.14.

- Sal isopropilamina, sal monopotásica, sal amónica de 360 g e.a.l⁻¹ (conocido como formulación “común”), dosis entre 2 y 4 l ha⁻¹.
- Sal potásica, 521 g e.a.l⁻¹, (conocido como formulación “premium líquida”), dosis entre 2 y 3 l ha⁻¹.
- Sal monoamónica, 679 g e.a.l⁻¹ (conocido como formulación “premium granulada”), dosis entre 1,5 a 3 kg p.c.ha⁻¹.

El 86% utiliza glifosatos de formulación conocidas como “premium líquida” y el 56% “premium granulada”. La mayoría de los encuestados respondieron dos opciones, dependiendo su uso (en barbecho químico o en cultivos).

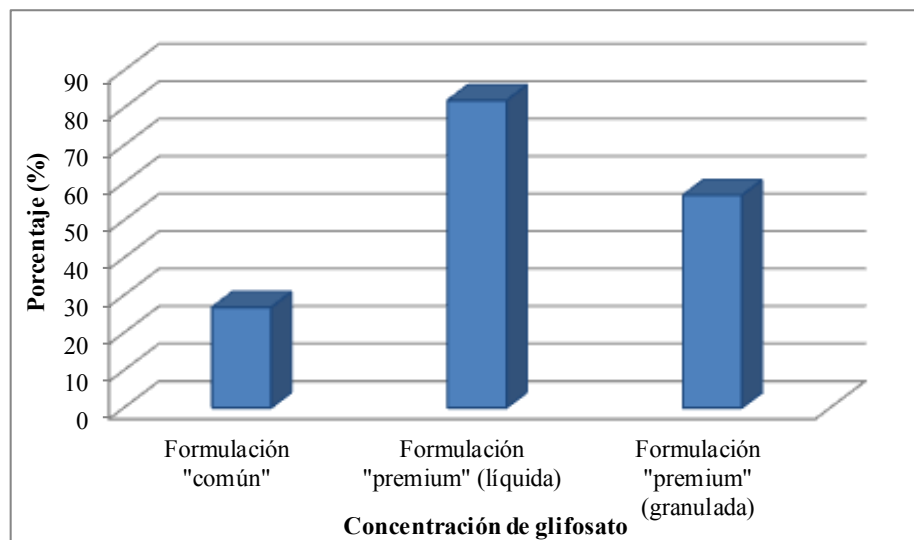


Figura 1.14. Formulaciones de glifosato más utilizadas. Sal isopropilamina, sal monopotásica, sal amónica de 360 g e.a.l⁻¹, conocido como formulación “común”; sal potásica de 521 g e.a.l⁻¹, conocido como formulación “premium líquida” y sal monoamónica de 679 g e.a.l⁻¹, conocido como formulación “premium granulada”. (Resultados de 67 encuestados).

Conclusiones

La calidad del agua para vehículo de aplicaciones de protección de cultivos en la región centro oeste de Entre Ríos fue caracterizada como moderadamente dura, independientemente de la estación del año por lo que se puede considerar adecuada para la aplicación de herbicidas. Como recomendación general, antes de corregir el agua, es necesario realizar un análisis físico-químico para conocer e interpretar su calidad.

En cuanto a la necesidad de acondicionar del pH del agua, se debe considerar el herbicida o mezclas de herbicida a aplicar. Se debería profundizar este estudio para identificar las mezclas utilizadas. Además, se necesitan realizar estudios más completos y con instrumental de precisión en relación a la turbidez de agua.

En base a las muestras de agua relevadas, se concluye que los problemas de control de malezas que encuentran los productores de la región se atribuyen principalmente a otras causas debidas a aplicaciones tardías con malezas de gran tamaño, deficiencias en la aplicación por condiciones meteorológicas desfavorables, uso de herbicidas no adecuados y en menor medida por mala calidad del agua y falta de información actualizada.

En cuanto a los ensayos con el uso de los dos tipos de sales y concentraciones de glifosato, conocidos como “común” y “premium” se observó que el agregado del herbicida fue suficiente para corregir el pH del agua en el rango de 4 - 6, según dosis y volúmenes de agua.

Utilizando un agua de pH 8 y con volúmenes de aplicación de 30 y 50 l ha⁻¹ no sería necesario corregir el pH del agua ya que a las dosis de uso a campo de un glifosato “común” (2 a 3 l p.c.ha⁻¹) y de una formulación “premium” (2 l p.c.ha⁻¹), el producto formulado por si solo corrige el pH del agua, llevándolo al rango óptimo.

Esto destaca la importancia de conocer e interpretar la calidad físico-química del agua de aplicación previa a realizar los tratamientos.

Es necesaria una mayor profundización del conocimiento de la eficacia de herbicidas, coadyuvantes, de la biología y momento adecuado de control de las malezas para lograr mejorar la eficiencia en el manejo de las mismas.

CAPÍTULO 2

EFECTO DE LA DUREZA Y VOLUMEN DEL AGUA SOBRE EL CONTROL DE *Conyza sumatrensis*

Introducción

La dureza del agua afecta negativamente la eficacia del tratamiento herbicida, pudiendo influir de manera distinta según la formulación y la especie de maleza (Alieri y Papa, 2009). En la Tabla 2.1. se describen trabajos donde la dureza del agua no afecta la eficacia de las malezas.

Tabla 2.1. Trabajos que muestran la no interferencia de la dureza del agua en la eficacia de control las malezas según herbicidas y lugar geográfico de la experiencia.

Durezas de agua (mg l ⁻¹ de CaCO ₃)	Malezas (nombre científico)	Maleas (nombre común)	Herbicidas	Referencias	Lugar geográfico
0 a 200 de Ca ⁺²	<i>Avena sativa</i>	Avena amarilla	Glifosato	Buhler y Burnside (1983 b)	Estados Unidos
Hasta 1000	<i>Euphorbia heterophylla</i>	Noche buena	Carfentrazone-etil	Ramos y Durigan (1998)	Brasil
0 y 2500	<i>Carduus acanthoides</i> y <i>Conyza bonariensis</i>	Cardo, rama negra	Glifosato + 2,4-D sal amina	Faccini y Puricelli (2010)	Argentina
0 y 2500	<i>Carduus acanthoides</i> y <i>Conyza bonariensis</i>	Cardo, rama negra	Glifosato + 2,4-D sal amina + clopyralid		
36 y 535	<i>Amaranthus quitensis</i> y <i>Chenopodium álbum</i>	Yuyo colorado, quínoa	Distintas formulaciones de glifosato	Papa (2004)	
300 y 500	<i>Digitaria insularis</i> y <i>Chloris</i>	Pasto amargo, Pasto borla	Glifosato	Valensuela <i>et al.</i> (2009)	Brasil

	<i>polydactyla</i>				
0 a 440	<i>Secale cereale</i> , <i>Chenopodium álbum</i> , <i>Eleusine indica</i> , <i>Lolium multiflorum</i> , <i>Digitaria sanguinalis</i> , <i>Amaranthus palmeri</i> , <i>Ipomoea purpurea</i> y <i>Triticum aestivum</i>	Centeno, quínoa, pasto cuaresma, ray-grass, pata de gallina, yuyo colorado, campanilla morada y trigo	Glifosato en conjunto con distintos herbicidas: cloransulam-metil, dicamba, flumioxazin y 2,4-D	Chahal <i>et al.</i> (2012)	Estados Unidos
590 y 630	<i>Conyza canadensis</i>	Rama negra	Dicamba	Roskamp <i>et al.</i> (2013 a)	
0, 310 y 620	<i>Chenopodium álbum</i> , <i>Ambrosia trifida</i>	Quínoa, ambrosia	Saflufenacil	Roskamp <i>et al.</i> (2013 b)	

En cambio, otros autores encontraron menor eficacia con mayor dureza del agua (Tabla 2.2.).

Tabla 2.2. Trabajos que muestran interferencia de la dureza del agua en el control de las malezas según herbicidas y lugar geográfico de la experiencia.

Durezas de agua (mg l ⁻¹ de CaCO ₃)	Malezas (nombre científico)	Malezas (nombre común)	Herbicidas	Referencias	Lugar geográfico
--	Varias	--	Glifosato	Phillips (1975)	Estados Unidos
--	<i>Sorghum bicolor</i>	Sorgo	Glifosato	Stahlman y Phillips	

				(1979 a)	Unidos
400 a 800 de Ca ⁺²	<i>Avena sativa</i>	Avena amarilla	Glifosato	Buhler y Burnside (1983 b)	
	<i>Kochia</i> spp.	--	2,4-D	Nalewaja y Matysiak (1991)	Estados Unidos
0 y 2500	<i>Carduus acanthoides</i> y <i>Conyza bonariensis</i>	Cardo negro, rama negra	Glifosato	Faccini y Puricelli (2010)	Argentina
0 y 2500 de Ca ⁺²	<i>Sorghum alepense</i>	Sorgo de Alepo	Glifosato	Papa (2005)	
--	<i>Cyperus rotundus</i>	Cebollín	Glifosato (sal monosódica y sal isopropilamina)	Wills y McWhorter (1985)	Estados Unidos
--	--	--	Glifosato	Hensley <i>et al.</i> (1978)	
0, 1500 y 3000	<i>Chenopodium álbum</i>	Quínoa	Glifosato sales isopropilamina (IPA), potásica (K), dimetilamina (DMA) y monoa-mónica (MA)	Allieri y Papa (2009)	Argentina
0 y 3000	<i>Ipomea purpurea</i>	Campanilla morada	Glifosato sales potásica (K), dimetilamina (DMA) y monoa-mónica (MA)	Allieri y Papa (2009)	

En Argentina se observa el mismo comportamiento de los herbicidas frente a la dureza del agua que en el resto del mundo. En algunos estudios en Argentina la dureza aún de 2500 mg⁻¹ de CaCO₃ no afectó el control de las malezas (Papa, 2004; Faccini y Puricelli, 2010) mientras que otros, en Santa Fe (Papa, 2005; Allieri y Papa, 2009; Faccini y Puricelli, 2010), Buenos Aires (Allieri y Papa, 2009; Leiva, 2010), La Pampa

(Rodríguez, 2000) se observó el fuerte antagonismo. En Entre Ríos no hay estudios sobre la calidad del agua y su interferencia con el control de las malezas.

Tecnología de aplicación

La tecnología de aplicación de fitosanitarios es el empleo de todos los conocimientos científicos que proporcionan la correcta colocación del producto biológicamente activo en el objetivo o blanco, en cantidad necesaria, de forma económica, con el mínimo de contaminación en otras áreas (Matuo *et al.*, 2001). Es un proceso de alta complejidad ya que en el período que media entre la preparación del producto y su acción contra las plagas suceden transformaciones y pérdidas que pueden impactar negativamente en la acción de los agroquímicos (Magdalena *et al.*, 2010).

La tecnología de aplicación comprende desde la elección de la boquilla, la presión y velocidad de trabajo, las características del producto (dosis, modo de acción), las características del objetivo a aplicar (ubicación, estado de desarrollo) y externamente la influencia de las condiciones meteorológicas (temperatura, humedad relativa, velocidad del viento).

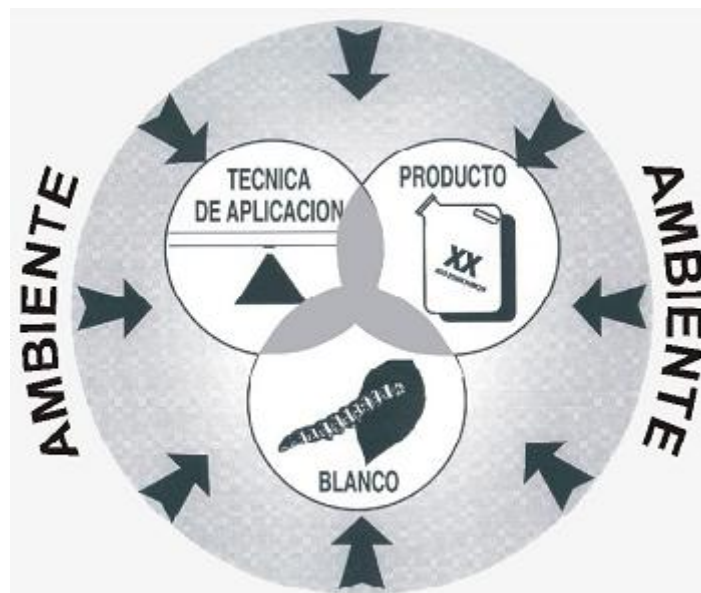


Figura 2.1. Interacciones en el sistema tecnología de aplicación de plaguicidas (Massaro, 2004).

El resultado final de este sistema es la calidad de aplicación que se obtiene evaluando el impacto cm^{-2} , el diámetro de las gotas, la eficiencia y uniformidad de aplicación (Massaro, 2004; Martínez y Sarubbi, 2015).

Calidad de aplicación de herbicidas

La pulverización es el método de aplicación más frecuente, ya que la mayoría de los herbicidas son formulados para ser aplicados directamente en el agua del tanque. Se define a pulverización como un proceso mecánico de producción de gran número de pequeñas gotas de un líquido (caldo de pulverización) colocado en el depósito del equipo pulverizador. Mientras que aplicación es el proceso físico de deposición de gotas sobre el objetivo deseado (caldo compuesto por el producto químico y el agente de dilución, agua) con tamaño y densidad de gotas adecuadas al objetivo propósito (Herrera *et al.*, 2007; Perozo y Somensari, 2009).

La aplicación de productos herbicidas sobre los barbechos químicos o cultivos se debe considerar como una técnica de elevada precisión, que ha alcanzado un alto nivel de desarrollo y exige de calidad para realizarla y de esta manera obtener las máximas eficacias. Durante la aplicación, el equipo pulverizador debe favorecer la división del líquido en gotas homogéneas y garantizar su transporte y distribución uniforme sobre el objetivo.

Las boquillas de aplicación son sin lugar a dudas, la parte más importante de todo equipo pulverizador. La boquilla tiene la función de determinar el caudal aplicado por hectárea, producir gotas de un tamaño determinado (DVM) (dado por las dimensiones del orificio de salida de la boquilla, la presión de trabajo y el ángulo de proyección) y proporcionar una adecuada distribución del caldo a asperjar sobre el tratamiento (Teixeira, 2010; Masiá y Cid, 2010).

Número de impactos

La población de gotas producidas durante la pulverización determina la eficiencia de aplicación del agroquímico. Del espectro de gotas es posible definir su tamaño y su homogeneidad dimensional (Teixeira, 2010).

La FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) en la década del '70 dio a conocer valores orientativos de cobertura de impactos o gotas necesarios durante la aplicación de herbicidas para el control eficaz dependiendo del modo de acción en la planta (Tabla 2.3.).

Tabla 2.3. Modo de acción de los herbicidas y cobertura de impactos mínimos.

Modo de acción	Impactos mínimos (N° cm ⁻²) *	Ejemplos de herbicidas
Sistémico	20 – 30	Glifosato, 2,4-D sal amina, atrazina, clorimurón-etil, metsulfurón-metil
Contacto	30 – 40	Saflufenacil, paraquat

* Tamaño de gota aconsejado 200 µm.

La forma más común de expresar el tamaño de las gotas es a través del diámetro volumétrico medio, si bien existen otros parámetros que definen mejor las características de las poblaciones de gotas desde el punto de vista de su eficacia, entre ellos diámetro numérico medio, coeficiente de homogeneidad y amplitud relativa o factor de dispersión de las gotas (Teixeira, 2010).

Diámetro volumétrico y numérico medio

El diámetro volumétrico medio (DVM) o (DV₅₀) es el diámetro de la gota que divide al volumen pulverizado por la mitad o en dos partes iguales (Onorato y Tesouro, 2006; Teixeira, 2010; Sarubbi, 2010).

Para la aplicación de herbicidas pos-emergentes y pre-emergentes Ozkan (1998) propuso tamaños de gota entre 350 a 500 micrones (µm), coincidiendo con las recomendaciones que figuran en el marbete de glifosato Roundup Ultra Max. En otros trabajos (Madalosso *et al.*, 2015) se indica que en herbicidas de contacto, el movimiento en la planta es limitado, por lo que se requiere de más impactos cm⁻² y siendo adecuado tamaño de gotas de 200 µm; mientras que los herbicidas sistémicos poseen movimiento por vía xilema y floema y se requieren gotas de mayor tamaño. De forma similar, otro trabajo menciona para herbicidas sistémicos gotas entre 200 a 300 µm (Ferreira Da Costa, 2009). Wolf y Bretthauer (2009) y Wolf (2010) proponen para herbicidas de contacto y sistémicos gotas de tamaño medio.

La British Crop Protection Council (BCPC) de Inglaterra, en concordancia con las especificaciones dadas por la norma de American Society of Agricultural Engineers (ASAE-S 572, 1991) ha definido criterios para la clasificación, por el tamaño de gotas en distintas categorías (Tabla 2.4.).

Tabla 2.4. Clasificación de las gotas, símbolos y colores.

Categorías	Símbolo	Color	DVM (μ) *
Muy Fina	VF	Rojo	< 100
Fina	F	Naranja	100 - 175
Media	M	Amarillo	175 - 250
Gruesa	C	Azul	250 - 375
Muy Gruesa	VC	Verde	375 - 450
Extremadamente Gruesa	XC	Blanco	> 450

* 1 μm = 0,001 mm.

El diámetro numérico medio (DNM) es aquel que divide la población de gotas en dos mitades con cantidades numéricamente iguales (Etiennot, 1990; Teixeira, 2010). Significa que la mitad de cantidad de gotas formadas tiene un diámetro menor al DNM y la otra mitad de la cantidad de gotas formadas tienen un diámetro mayor al DNM (Sarubbi, 2010).

La penetración del herbicida es afectada por el tamaño de la gota. Algunos investigadores afirman que las gotas de menor tamaño pueden mejorar el control, debido a una mejor cobertura y eficacia sobre el objetivo, así como una mejor traslocación y absorción del p.a. (Ambach y Ashford, 1982; Prasad y Cadogan, 1992; Creech, 2015). Otros investigadores, por el contrario, manifiestan que gotas más grandes resultan más eficaces que las pequeñas (Hall *et al.*, 1978). También están los que informan que el tamaño de gota no afecta la eficacia de las malezas (Gebhardt *et al.*, 1986; Liu *et al.*, 1996; Massaro *et al.*, 2014 a y b).

El factor de dispersión (FD) o Coeficiente de homogeneidad (CH) se define como la relación entre el DMV y DMN e indica la uniformidad del tamaño en el conjunto de gotas. Si el espectro de pulverización es homogéneo, el DMN es igual al DMV, es decir que el cociente entre ellos alcanza valores cercanos a 1. Cocientes mayores a 3 indican dispersión en el tamaño de las gotas, se observan gotas muy finas y muy gruesas (heterogeneidad) que pueden interferir en la calidad de aplicación (Matthews, 1988; Teixeira, 2010).

El FD o CH varía con el tipo de formación de gotas o boquilla empleada. En la Tabla 2.5. se detallan los coeficientes.

Tabla 2.5. Coeficientes de homogeneidad para distintas boquillas.

Tipo de boquilla	Coefficiente de homogeneidad
Cono hueco	1,8 a 5,0
Abanico	2,9 a 8,0
De espejo	5,0 a 10,0

Márques (1994).

En las experiencias realizadas en este trabajo de tesis, se trabajó con boquillas cono hueco y abanico plano, por el coeficiente de homogeneidad más reducido (Teixeira, 2010) y por las experiencias en otros trabajos en aplicación de herbicidas pos-emergentes con boquillas cono hueco (Pinzon *et al.*, 1985; Martínez y Sarubbi, 2015; Kahl y Kleisinger, 2015; Kahl, *et al.*, 2015 a y b; Metzler *et al.*, 2015 y boquillas abanico plano (Biset *et al.*, 2011; Ustarroz y Rainero, 2012; Bellucini, 2012; Massaro *et al.*, 2014 b; Ustarroz y Cerutti, 2015).

La eficiencia de aplicación es una relación porcentual entre la cantidad de caldo realmente aplicado (depositado en el objetivo) y la cantidad de caldo pulverizado (asperjado por el equipo pulverizador) (Herrera *et al.*, 2007). La aplicación se considera eficiente cuando se logra que el producto se deposite sobre el blanco con una cobertura (número de gotas cm^{-2}) y uniformidad (CV%) acorde al tipo de producto empleado (Leiva, 1996). Existen evidencias suficientes de que en aplicaciones post-emergentes de herbicidas la eficiencia de aplicación es marcadamente baja (Buisman *et al.*, 1989; Chain *et al.*, 1999).

Uno de los métodos (medición) para el estudio de la población de gotas, su tamaño y homogeneidad consiste en el uso de tarjetas hidrosensibles, cuya superficie amarilla se vuelve azulada cuando reacciona con éstas. Las mismas deben ser colocadas donde se pretende que llegue la aplicación. Esta propiedad de las tarjetas de registro de las gotas, posteriormente pueden ser escaneadas y procesadas con la ayuda de un software para el análisis de la tarjeta (Bogliani *et al.*, 1999; Teixeira, 2010; Leiva, 2010). Como por ejemplo el CIR 1.5, el StainMaster que permiten determinar las variables antes mencionadas (Leiva y Araujo, 2009; Sarubbi, 2010). En el presente trabajo se utilizó el software StainMaster.

Efecto combinado de volumen de aplicación y eficacia sobre las malezas

La reducción del volumen presenta muchas ventajas:

1) Reduce costos de operación, ahorro de agua y aumenta la capacidad operativa (tiempo) de los equipos pulverizadores. Asimismo se puede aumentar el número de aplicaciones en buenas condiciones meteorológicas (Marochi, 1996; Matthews, 2000; Lima y Machado Neto, 2001; Rodríguez *et al.*, 2011; Souza *et al.*, 2012).

2) Aumenta la concentración del p.a. en la solución asperjada, permitiendo una mayor relación de moléculas del herbicida con respecto a los cationes presentes en el agua dura (Sandberg *et al.*, 1978; Stahlman y Phillips, 1979 a; Jordan, 1981; Ambach y Ashford, 1982; Ramsdale *et al.*, 2003; Leguizamón 2007; Leiva, 2010; Hazler *et al.*, 2011). Así la reducción del volumen de aplicación sería un medio práctico y económico para aumentar la eficacia de glifosato causado por el agua dura, mientras se mantenga buena cobertura de impactos (O'Sullivan, 1981; Buhler y Burnside, 1983 a y b; Tharp, 2003; Curtis, 2007; Kogan y Alister, 2008).

El volumen de aplicación adecuado nunca es una condición pre-establecida, ya que depende de factores tales como: el objetivo, el tipo de boquilla utilizada, las condiciones climáticas, la arquitectura de la planta y el tipo de producto aplicado. Lo importante es colocar el p.a. de forma correcta sobre el objetivo, con el mínimo de desperdicios y contaminación del medio ambiente (ANDEF, 2010). Por otro lado Matuo (1990) indica que la recomendación del volumen a ser aplicado debe ser teniendo en cuenta el tamaño y la cobertura de gotas adecuada sobre el objetivo.

Existe numerosa bibliografía sobre el efecto de los volúmenes de aplicación en la eficacia de las malezas (Tabla 2.6.). Algunos trabajos indican que la eficacia de glifosato es mayor cuando se aplica en menores volúmenes de agua (Sandberg *et al.*, 1978; Rambakudzibga, 1989; Liu-Shuhua *et al.*, 1996). Sin embargo otros trabajos han demostrado que no hay efecto del volumen de aplicación sobre la eficacia del glifosato (Messersmith *et al.*, 1992; Willard *et al.*, 1998).

Tabla 2.6. Herbicidas, volumen de aplicación y malezas controladas y lugar geográfico de la experiencia.

Herbicidas	Volumen de aplicación (l ha ⁻¹) *	Malezas (nombre científico)	Malezas (nombre común)	Referencias	Lugar geográfico
Glifosato	93=186>280=560 (0,63 kg ha ⁻¹) 93<186>280=560 (1,2 kg ha ⁻¹) 93>186>280>560 (2,5 kg ha ⁻¹)	<i>Convolvulus arvensis</i>	Enredadera perenne	Sandbergert <i>et al.</i> (1978)	Estados Unidos
Glifosato	187 > 374	<i>Sorghum halepense</i>	Sorgo de alepo	Stahlman y Philips (1979 a)	
Glifosato	47 > 374	<i>Cynodon dactylon</i>	Gramón	Jordan (1981)	
Glifosato	24 > 190	<i>Avena sativa</i>	Avena amarilla	Buhler y Burside (1983 a)	
Glifosato	30 > 50 > 100	<i>Triticum aestivum</i>	Trigo	Campbell <i>et al.</i> (1984)	Australia
Glifosato	142 > 189 > 237	<i>Convolvulus arvensis</i>	Enredadera perenne	Yerkes y Weller (1996)	Estados Unidos
Fomesafen, lactofen	75 = 150	<i>Bidens pilosa</i>	Amor seco	Ferreira <i>et al.</i> (1998)	Estados Unidos
Fomesafen	150 > 75	<i>Acanthospermum hispidum</i>	---		
Lactofen	75 = 150	<i>Acanthospermum hispidum</i>	---		
Glifosato	150 = 300 > 450	<i>Avena sativa</i>	Avena	Kogan y Zúñiga (2001)	

Glifosato	100 > 200	<i>Brachiaria plantaginea</i>	---	Roman <i>et al.</i> (2004)	Brasil
Glifosato	30 = 60 = 150	<i>Alternanthera tenella</i> , <i>Malvastrum coromandelianum</i> , <i>Commelina benghalensis</i> , <i>Panicum máximum</i> , <i>Brachiaria brizantha</i>	---	Bueno <i>et al.</i> (2013)	Brasil
Clorimurón-etil, cloransulam-metil, imazetapyr clorimurón-etil + lactofen, lactofem	100 = 200	<i>Amaranthus lividus</i> y <i>Portulaca oleracea</i>	Yuyo colorado, verdolaga	Galón <i>et al.</i> (2007)	Brasil
2,4-D salamina	80 = 130	<i>Acanthospermum hispidum</i> , <i>Ageratum conyzoides</i> , <i>Amaranthus deflexus</i> , <i>Commelina benghalensis</i> <i>Raphanus raphanistrum</i> <i>Chamaesyce hirta</i>		Sousa <i>et al.</i> (2012)	Brasil

Glifosato + fluroxipyr	40 = 60	<i>Conyza bonariensis</i>	Rama negra	Massaro <i>et al.</i> (2014 a)	Argentina
Glifosato	133, 217, 294 >133 y 370	<i>Ixophorus unisetus</i>	Zacate de Honduras	Esqueda Esquivel y Tosquy Valle (2015)	México
Glifosato + saflufenacil + coady	28 = 75	<i>Conyza sumatrensis</i>	Rama negra	Metzler <i>et al.</i> (2015)	Argentina

* Referencias: = no se encontraron diferencias entre los volúmenes; > (mayor eficacia); < (menor eficacia).

En los últimos años, el control de malezas en barbecho se ha realizado con fuerte dependencia del glifosato que al no presentar residualidad controla malezas emergidas pero no los nuevos flujos de emergencia. Existen numerosas especies típicas en los barbechos de invierno como *Stellaria media*, *Carduus* spp., *Lamium amplexicaule* con germinación superficial y con períodos extensos de emergencia. Entre estas especies, las más difíciles de controlar en Entre Ríos son *C. bonariensis* y *C. sumatrensis*.

Debido al aumento en la frecuencia y densidad de dichas especies resulta de mucha utilidad incorporar herbicidas con efecto residual que controlen los distintos flujos de emergencia durante el barbecho, a fin de reducir el número de aplicaciones de glifosato (Montoya, 2013; Goldar, 2010). Por otro lado, la mezcla de glifosato con herbicidas con diferentes modos y mecanismos de acción es una medida para optimizar el control de malezas tolerantes y resistentes (Powles y Holtum, 1994; Giménez, 2015).

El momento óptimo de aplicación de un herbicida residual en barbechos es el otoño temprano cuando ya se produjo alrededor del 50% de la emergencia total en el periodo de barbecho y cuando ocurren lluvias que activan el herbicida en los primeros centímetros del suelo (Goldar, 2010). Controles tempranos, utilizando mezclas de herbicidas de acción de contacto y residuales permiten tener un barbecho libre de malezas y llegar a la siembra en buenas condiciones (Picapietra y Ponsa, 2013).

Entre los herbicidas residuales utilizados en la región que permiten controlar los flujos de *Conyza* se encuentra saflufenacil a dosis mayores a 70 g p.f.ha⁻¹. Sin embargo en Argentina a la fecha tiene registro sólo como "quemante" no residual. Puede ser responsable de efectos fitotóxicos en cultivos sensibles. Característica que comparte con otros p.a. inhibidores de PPO (Papa, 2014 comunicación personal).

Otros herbicidas con efecto residual son atrazina (Metzler *et al.*, 2013; Gigón y Istilart, 2013 b; Lazzaretti *et al.*, 2014; Ustarroz y Cerutti, 2015), clorimurón-etil (Gigón y Istilart, 2013 b; Ustarroz y Cerutti, 2015) y metsulfurón-metil (Metzler *et al.*, 2013; Gigón y Istilart, 2013 b; Lazzaretti *et al.*, 2014; Ustarroz y Cerutti, 2015).

Objetivos

Los objetivos de este capítulo son:

- A) Determinar la eficacia de control de *C. sumatrensis* en barbecho químico con dos volúmenes de aplicación utilizando:
 - i) glifosato solo y en mezcla con 2,4-D sal amina con la maleza en estado de roseta y de tallo elongado y tres durezas de agua.
 - ii) glifosato, glifosato + saflufenacil y glifosato + saflufenacil + un herbicida residual (atrazina, clorimurón-etil y metsulfurón-metil), con la maleza en estado de roseta y una dureza de agua determinada.
- B) Evaluar los cambios de pH de las mezclas herbicidas.
- C) Evaluar la residualidad de los herbicidas sobre nuevas emergencias.

Materiales y Métodos

Eficacia de *C. sumatrensis* con glifosato solo y en mezcla con 2,4-D sal amina al estado de roseta y de tallo elongado, tres durezas de agua y dos volúmenes de aplicación.

Los experimentos se realizaron en 2013 en el ejido Crespo, departamento Nogoya (32° 04' 21,15" S - 60° 12' 17,19" O) y en 2014 en Don Cristóbal II, departamento Nogoya (32° 0,9' 53,61" S - 59° 58' 47,61" O). Se determinó en *C. sumatrensis* la densidad y porcentaje de cobertura, altura, cantidad de hojas y diámetro de las plantas arrojando al azar 20 veces un aro metálico de 0,56 m de diámetro (Foto 2.1.). Para el porcentaje de cobertura verde se tomaron fotografías digitales sobre el aro, las que luego fueron procesadas por colorimetría, en un programa Cob-Cal (Ferrari *et al.*, 2006) que permite determinar el grado de presencia de cubierta vegetal verde, en porcentaje.



Foto 2.1. Determinación de densidad y porcentaje de cobertura.

Calidad del agua y tratamientos

Como vehículo para la aplicación se utilizó agua desmineralizada con 0, 500 y 1000 mg l⁻¹ de CaCO₃ formulado al 96%. Se determinó mediante un análisis físico-químico en el laboratorio de aguas de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (UNER) la dureza del agua de aplicación, luego de adicionado el CaCO₃ para corroborar la dureza lograda. Los herbicidas utilizados fueron glifosato 48% (1080 g e.a.ha⁻¹) y 2,4-D sal amina al 50% (727,5 g e.a.ha⁻¹) (Tabla 2.7.). Las dosis utilizadas se basaron en trabajos de investigación realizados en el Dpto. Paraná (Entre Ríos) Metzler *et al.*, (2013); Kahl *et al.*, (2015).

Tabla 2.7. Tratamientos herbicidas.

Herbicidas	Dosis (g e.a.ha ⁻¹)	Dureza (mg l ⁻¹ CaCO ₃)	Volumen de aplicación (l ha ⁻¹)
Glifosato	1080	0	30
	1080	0	75
	1080	500	30
	1080	500	75
	1080	1000	30
	1080	1000	75
Glifosato + 2,4-D amina	1080 + 727,5	0	30
	1080 + 727,5	0	75
	1080 + 727,5	500	30
	1080 + 727,5	500	75
	1080 + 727,5	1000	30
	1080 + 727,5	1000	75
Testigo	--	--	--

Tecnología de aplicación

Los experimentos se realizaron en 2013 y 2014 en lotes de producción con un equipo pulverizador experimental de 12 voltios, con un ancho de trabajo de 4 m, entre 2,7 - 3 bares de presión equipado con ocho boquillas de cerámica Albuz, cono hueco ATR 80 blanca para obtener un volumen de 30 l ha⁻¹ y ATR 80 amarilla a fin de lograr un volumen de 75 l ha⁻¹ (Foto 2.2.).



Foto 2.2. Preparación de herbicidas y aplicación con equipo pulverizador experimental.

Antes de la aplicación se colocaron 10 tarjetas hidrosensibles por tratamiento, sobre estacas metálicas a 10 cm del suelo y en posición horizontal. La lectura de las tarjetas se realizó en gabinete a través de un escáner de una resolución de 600 dpi y el análisis de las mismas con un software StainMaster.

Condiciones meteorológicas

Fueron medidas durante la pulverización con un termo-higro-anemómetro portátil, marca Atmos a 1,5 m de altura desde el suelo (Foto 2.3.).



Foto 2.3. Anemómetro portátil.

Diseño experimental

El diseño para ambas experiencias fue de parcelas divididas en bloques con tres repeticiones.

Las parcelas de la primera experiencia tenían dimensiones de 4 x 10 m de largo. La parcela mayor fue el volumen de aplicación con dos niveles (30 y 75 l ha⁻¹), la primer parcela menor fue el herbicida con dos niveles (glifosato solo y en mezcla con 2,4-D salamina), la segunda parcela menor fue el estado de desarrollo (roseta y tallo elongado) y la tercer parcela menor fue la dureza del agua con tres niveles (0, 500 y 1000 mg l⁻¹ CaCO₃).

Las parcelas de la segunda experiencia tenían 4 x 25 m de largo. La parcela mayor fue el volumen de aplicación con dos niveles (30 y 75 l ha⁻¹) y la primer parcela menor fue el herbicida con cinco niveles (glifosato, glifosato + saflufenacil, glifosato + saflufenacil + un herbicida residual (atrazina, clorimurón-etil o metsulfurón-metil).

Evaluación del control

Se evaluó el control a los 10, 20 y 30 días después de la aplicación (DDA) por observación visual, utilizando una escala subjetiva de control de malezas de 0 a 10; donde 0, corresponde a 0% de control y el 10 el 100%, metodología avalada por la Asociación Latinoamericana de malezas, ALAM (Alvez *et al.*, 1974).

Determinación de la biomasa aérea y porcentaje de cobertura verde

A los 30 DDA, se cosecharon las plantas sobrevivientes mediante el corte a nivel del suelo (Foto 2.4.). Para esto, se realizó un muestreo con un marco metálico de 0,5 x 0,5 m arrojado al azar nueve veces por tratamiento. El material cosechado fue llevado a estufa hasta peso constante a fin de obtener la biomasa aérea o materia seca.



Foto 2.4. Determinación de materia seca de *C. sumatrensis* a los 30 DDA.

Se estimó además el porcentaje de cobertura verde a través de fotografías digitales a los 30 DDA (Foto 2.5.).



Foto 2.5. Determinación de cobertura verde por Cob-Cal en los testigo y tratamientos a los 30 DDA.

Eficacia de *C. sumatrensis* en estado de roseta con glifosato, glifosato + saflufenacil y glifosato + saflufenacil + un herbicida residual (atrazina, clorimurón-etil y metsulfurón-metil) a una determinada dureza de agua y dos volúmenes de aplicación

El experimento se realizó el 27 de agosto de 2015 en el ejido de Crespo (32° 02' 06,43'' S, 60° 22' 18,22'' O). El cultivo antecesor fue moha. La maleza predominante fue *C. sumatrensis* en estado de roseta a 7 cm de altura, se determinó su densidad y cobertura siguiendo la metodología detallada anteriormente.

Calidad del agua y tratamientos

Se utilizó como vehículo para la aplicación agua de la zona que presentaba una dureza moderada (Andersen, 2012).

Se determinó además el pH de cada tratamiento o mezclas de herbicidas con tiras de papel (Universal Test Paper) que viran a colores y tonalidades diferentes según el pH de la solución, con tres repeticiones.

Los herbicidas empleados y su concentración se detallan en la Tabla 2.8.

Tabla 2.8. Herbicidas evaluados con su sitio de acción, concentración y marca comercial.

Herbicidas	Sitios de acción ¹	Concentración (%)	Marca comercial
Glifosato	EPSPS	48	AFA II
Saflufenacil	PPO	70	Heat
Atrazina	Fotosistema II	90	Gesaprim 90 WG
Clorimurón-etil	ALS	75	Yunng
Metsulfurón-metil	ALS	25	ACA

¹ Según el HRAC (Comité de Acción para la Resistencia a Herbicidas) de la Sociedad Americana de Malezas. A cada mezcla se agregó aceite vegetal metilado (85%), marca comercial Liderol.

Los tratamientos realizados se describen en la Tabla 2.9.

Tabla 2.9. Tratamientos de herbicidas, dosis y volúmenes de aplicación.

Tratamientos herbicidas *	Dosis de producto formulado (g e.a.ha ⁻¹)	Volumen de aplicación (l ha ⁻¹)
Glifosato	1068	30
Glifosato + saflufenacil	1068 + 49	30
Glifosato + saflufenacil + atrazina	1068 + 24,5 + 1260	30
Glifosato + saflufenacil + clorimurón-etil	1068 + 24,5 + 15	30
Glifosato + saflufenacil + metsulfurón-metil	1068 + 24,5 + 2	30
Glifosato	1068	75
Glifosato + saflufenacil	1068 + 49	75
Glifosato + saflufenacil + atrazina	1068 + 24,5 + 1260	75
Glifosato + saflufenacil + clorimurón-etil	1068 + 24,5 + 15	75
Glifosato + saflufenacil + metsulfurón-metil	1068 + 24,5 + 2	75
Testigo sin herbicidas	--	--

* En todos los tratamientos se adicionó 0,8 l ha⁻¹ de aceite vegetal metilado (AVM)

Tecnología de aplicación

Se realizó del mismo modo que en la experiencia descrita con anterioridad. Se colocaron tarjetas hidrosensibles, que luego fueron analizadas en gabinete.

Condiciones meteorológicas

Se realizó del mismo modo descrito anteriormente.

Diseño experimental

El diseño del experimento fue de parcelas divididas en bloques con tres repeticiones, cada parcela tenía dimensiones de 4 m de ancho por 25 metros de largo. La parcela mayor fue el herbicida con ocho niveles y la menor el volumen de aplicación con dos niveles.

Evaluación de control

Las evaluaciones se realizaron a los 10, 20, 30 y 45 días DDA, mediante una observación visual, utilizando la escala subjetiva de control de malezas antes mencionada. La evaluación de supervivencia (rebrotos) se realizó en forma visual y las nuevas emergencias de malezas se midieron utilizando un aro metálico de 0,56 m de diámetro.

Análisis estadístico

Los resultados obtenidos en las experiencias fueron analizados en el programa estadístico Statistix 2.0 a través de ANOVA.

Resultados y Discusión

Eficacia de *C. sumatrensis* con glifosato solo y en mezcla con 2,4-D sal amina al estado de roseta y de tallo elongado, tres durezas de agua y dos volúmenes de aplicación

i) Estado de roseta

Las características de la morfología de *C. sumatrensis* se muestra en la Tabla 2.10., al momento de realizar el control químico.

Tabla 2.10. Cantidad de hojas expandidas, diámetro, altura, cobertura y densidad de la maleza al momento de la aplicación.

	Características de la maleza						Cobertura (%)		Plantas por m ²	
	Hojas expandidas		Diámetro (cm)		Altura (cm)					
2013	16	a	12	a	5	a	87	a	74	a
2014	9	b	7	b	6	a	68	b	56	b

Letras distintas indican diferencias significativas según prueba de Tukey (P=0,05).

En 2013 se observó mayor densidad, cobertura, número de hojas y diámetro de las plantas porque se produjeron mayores precipitaciones (Foto 2.6.).



Foto 2.6. Plantas de *C. sumatrensis* en estado de roseta al momento de la aplicación.

Durante 2014, las temperaturas fueron más elevadas a partir de julio (Figura 2.2.)

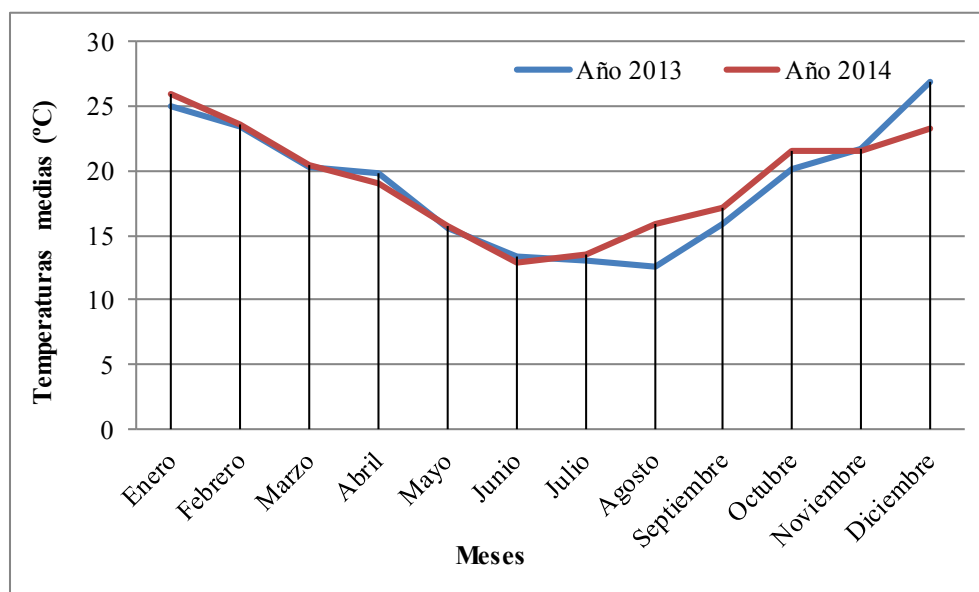


Figura 2.2. Temperaturas medias en los años 2013 y 2014.

Asimismo, las precipitaciones fueron superiores para 2014 durante el otoño, aunque en agosto fue nula (Figura 2.3.).

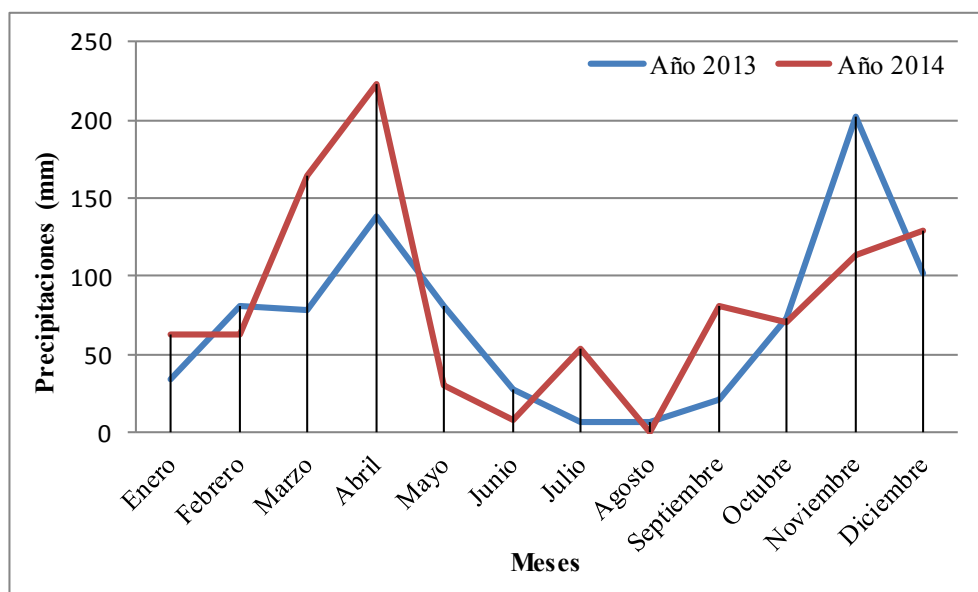


Figura 2.3. Precipitaciones (mm) recibidas durante los años 2013 y 2014.

Las fechas de aplicación, finalización y hora se muestran en Tabla 2.11.

Tabla 2.11. Fechas de realización de los tratamientos.

	Fecha de aplicación	Hora de aplicación	Fecha de finalización
2013	15 de septiembre	11:00 - 16:30	15 de octubre
2014	11 de septiembre	13:00 - 17:30	11 de octubre

Calidad de aplicación

Los resultados de cobertura y tamaño de gotas se detallan en Tabla 2.12. y Foto 2.7.

Tabla 2.12. Parámetros resultantes de la aplicación.

Parámetros	2013				2014			
	Volumen de aplicación (l ha ⁻¹)							
	30		75		30		75	
Impactos (N° cm ⁻²)	164	a	196	a	150	a	180	a
Diámetro medio volumétrico (DMV)	200	b	351	a	243	b	340	a
Diámetro medio numérico (DMN)	134	b	158	a	148	a	154	a
Factor de dispersión (FD)	1,5	b	2,2	a	1,6	b	2,2	a
Eficiencia de aplicación (%)	65	-	72	-	62	-	75	-

Letras distintas, en cada fila indican diferencias significativas, según prueba de Tukey (P=0,05).

La cantidad de impactos en ambos volúmenes supera lo establecido por FAO (1970), no presentando diferencias significativas (Tabla 2.8.). Massaro *et al.* (2014 a) evaluaron el control de *C. bonariensis* con herbicidas sistémicos (glifosato + fluroxypir) y encontraron que con 21 impactos cm^{-2} y gotas muy grandes (VC) el control fue satisfactorio. Al igual que la aplicación de glifosato + picloram, con 29 impactos cm^{-2} y gotas extremadamente grandes (XC) el control fue eficaz.

Se observaron gotas más grandes con el mayor volumen debido al mayor caudal erogado por la boquilla. Según Normas ASAE S-572 este tamaño corresponde a grueso (C - azul), mientras que con 30 l ha^{-1} se lograron gotas de menor tamaño por el menor caudal de la boquilla, ubicándose en la categoría de gotas de tamaño medio (M - amarillo). El DMN fue mayor cuando se aplicaron 75 l ha^{-1} solo para 2013; mientras que con 30 l ha^{-1} no hubo diferencias significativas. El FD en los dos años de experimentación obtuvo coeficientes que indicaron homogeneidad en la distribución del tamaño de gotas, siendo mayor cuando se aplicaron 30 l ha^{-1} .

La eficiencia de aplicación fue muy buena, ya que no hubo variables que alteraron la llegada de la gota al objetivo.

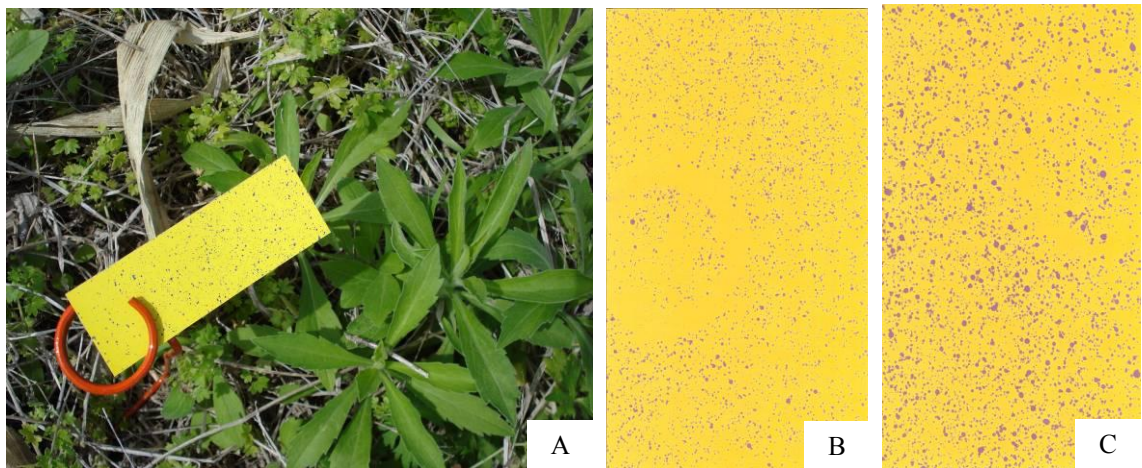


Foto 2.7. A. Colocación de tarjetas hidrosensibles, cobertura y distribución después de la aplicación. B. 30 l ha^{-1} y C. 75 l ha^{-1} .

Condiciones meteorológicas

Las mismas se detallan en la Tabla 2.13.

Tabla 2.13. Condiciones meteorológicas al momento de la aplicación.

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad viento (Km h⁻¹)	Δt ⁽¹⁾
2013	15 - 17	51 - 66	7,5 - 8	5,2 - 3,7
2014	20 - 25	32 - 40	4 (Ráf. de 12)	8,9 - 8,9

(1) Diferencial termómetro seco-termómetro húmedo según humedad relativa de la tabla psicrométrica.

Según el índice de la tabla psicrométrica, se trabajó en condiciones meteorológicas buenas para el año 2013 y próximas a críticas, durante el 2014 (Matthews, 1988).

Eficacia de control de *C. sumatrensis*

En ambos años, el ANOVA no detectó interacción entre dureza del agua (0, 500 y 1000 mg l⁻¹) de CaCO₃ y volumen de aplicación (30 y 75 l ha⁻¹) en el control de *C. sumatrensis* por lo cual se analizaron todos los tratamientos en conjunto.

El control de *C. sumatrensis* con glifosato es independiente de la dureza del agua, lo que coincide con numerosos autores Buhler y Burnside (1983 b), Papa (2004), Valensuela *et al.* (2009).

a) Control con glifosato

El ANOVA no detectó interacción entre la dureza (0, 500 y 1000 mg l⁻¹) (Foto 2.8.), el volumen de aplicación (30 y 75 l ha⁻¹), ni entre años por lo cual se obtuvo una sola media con todos los datos en conjunto siendo el control al estado de roseta de *C. sumatrensis* con glifosato del 50% (Foto 2.9.).



Foto 2.8. Control con glifosato y distinta dureza de agua a los 30 DDA.

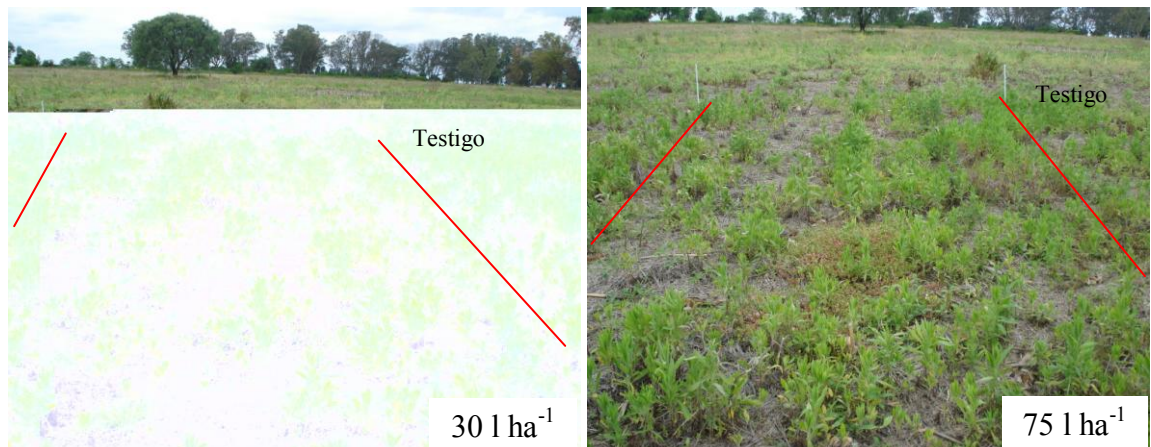


Foto 2.9. Control de *C. sumatrensis* con glifosato y distintos volúmenes a los 30 DDA.

Metzler *et al.* (2013) encontraron que el control de *C. sumatrensis* con glifosato fue de alrededor de 30% independientemente del momento de aplicación y tamaño de las plantas. Kahl *et al.* (2015) observaron también un control reducido de la maleza pero la eficacia fue aún menor con plantas en desarrollo avanzado. A su vez, Gianelli *et al.*, (2015 a) obtuvieron resultados similares en *C. sumatrensis* en roseta, a los 28 DDA 68% (2013) y 50% (2014).

En el presente estudio, se detuvo el desarrollo normal de crecimiento de la maleza hasta unos 20 DDA pero posteriormente, la planta reanudó el crecimiento en forma de

rebrotos. Si bien la reducción del volumen de 75 a 30 l ha⁻¹, disminuyó la concentración de Ca²⁺, el control no difirió entre los dos volúmenes.

a) Control con glifosato + 2,4-D sal amina

El ANOVA no detectó interacción entre los volúmenes de aplicación (30 y 75 l ha⁻¹) ni entre años por lo cual se obtuvo una sola media con todos los datos en conjunto siendo el control al estado de roseta de *C. sumatrensis* con glifosato + 2,4-D sal amina próximo al 90% (Tabla 2.14.) y (Foto 2.10.). Esto coincide con otros estudios en *Conyza* spp. con la misma mezcla (Metzler *et al.*, 2013; Kahl *et al.*, 2015) y con glifosato + 2,4-D sal amina + metsulfurón-metil (Allieri, 2013). Además, concuerda con (Gianelli *et al.*, 2015 a) que utilizaron glifosato Roudup Full II (54%) y 2,4-D éster (77,4%) obteniendo un control de *C. sumatrensis* (roseta) entre el 90% y 85% a los 28 DDA, aplicando un volumen de 128 l ha⁻¹.

Tabla 2.14. Porcentaje de control con glifosato + 2,4-D sal amina a los 30 DDA.

	Volumen de aplicación (l ha ⁻¹)	Control (%)	
2013	30 y 75	90	a
2014	30 y 75	86	a

Letras distintas indican diferencias significativas, según prueba de Tukey (P=0,05).

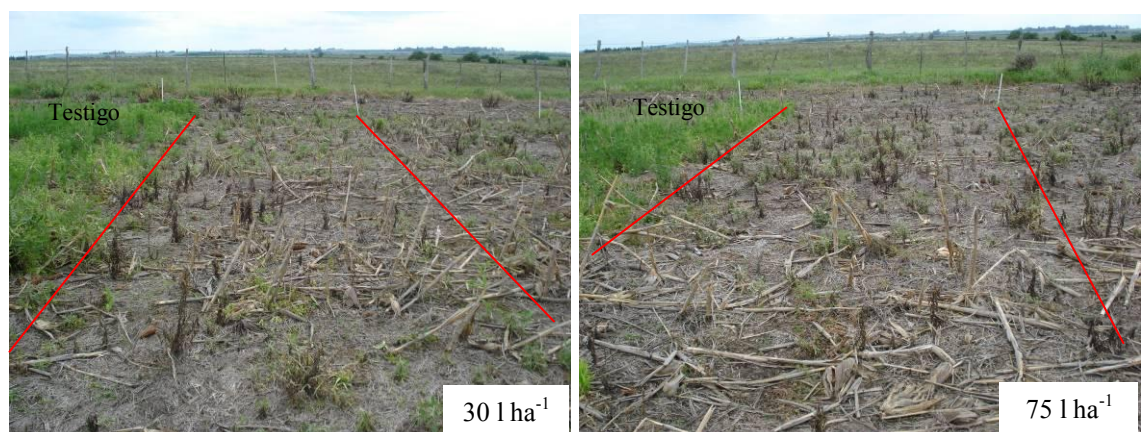


Foto 2.10. Control con glifosato + 2,4-D sal amina con distintos volúmenes a los 30 DDA.

Determinación de la biomasa aérea

En biomasa aérea, en ambos años no hubo interacción entre los volúmenes de aplicación (30 y 75 l ha⁻¹) por lo cual se analizaron todos los tratamientos en conjunto. Se realizó una prueba t para determinar diferencias entre años (Tabla 2.15.).

Con glifosato solo las plantas, no murieron y retomaron su crecimiento a los pocos días de la aplicación. Asimismo se registraron nuevas emergencias al momento de la última evaluación.

Tabla 2.15. Biomasa aérea en los tratamientos con glifosato y glifosato + 2,4-D sal amina a los 30 DDA.

	Volumen de aplicación (l ha ⁻¹)	Año	Biomasa aérea (Kg ha ⁻¹)	Biomasa aérea respecto al testigo (%)		
Glifosato	30	2013	1530	51,0	a	A
	75	2013	1567	52,2	a	A
	30	2014	845	49,7	a	A
	75	2014	800	47,0	a	A
Glifosato + 2,4-D sal amina	30	2013	350	11,6	a	B
	75	2013	320	10,6	a	B
	30	2014	280	16,4	a	B
	75	2014	255	15,0	a	B

Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre volúmenes de aplicación.

Letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas entre años de experimentación, según prueba de Tukey (P=0,05).

Materia seca testigo 3000 kg/ha (2013) y 1700 kg/ha (2014).

Materia seca respecto a testigo= Materia seca del tratamiento (kg/ha)*100% / materia seca del testigo.

Con glifosato + 2,4-D sal amina hubo una reducción importante de la biomasa, si bien a los 30 DDA se observaron algunas plantas parcialmente controladas.

Determinación del porcentaje de cobertura verde

Con glifosato, en 2013 y 2014 no hubo diferencias en la cobertura de *C. sumatrensis* (Tabla 2.16.) entre volúmenes de aplicación.

Tabla 2.16. Porcentaje de cobertura verde en los tratamientos con glifosato y glifosato + 2,4-D sal amina a los 30 DDA.

	Volumen de aplicación (l ha ⁻¹)		Año	Cobertura verde (Cob-Cal) (%)	Cobertura verde respecto al testigo (%)		
Glifosato	30		2013	52	57	a	A
	75		2013	52	57	a	A
	30		2014	50	59	a	A
	75		2014	50	59	a	A
Glifosato + 2,4-D sal amina	30		2013	13,3	14,7	c	C
	75		2013	12,4	13,7	c	C
	30		2014	16,6	19,7	b	B
	75		2014	15,3	18,2	b	B

Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre volúmenes de aplicación. Letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas entre años de experimentación, según prueba de Tukey (P=0,05). Cobertura verde testigo 90% (2013) y 84% (2014). Cobertura / Cob. testigo = % Cob. respecto al testigo.

ii) Estado de tallo elongado

La cantidad de plantas por m² fue menor en 2014, debido a un período leve de sequía (Foto 2.11). Las características de la maleza se muestran en la Tabla 2.17.

Tabla 2.17. Hojas expandidas, diámetro, altura, densidad y cobertura de la maleza en las parcelas al momento de la aplicación.

	Características de la maleza						Número plantas por m ²	Cobertura parcela (%)		
	Hojas expandidas (nº)		Diámetro (cm)		Altura (cm)					
2013	23	a	17	a	20	a	76	a	93	a
2014	19	a	15	a	18	a	62	b	75	b

Letras distintas indican diferencias significativas, según prueba de Tukey (P=0,05).



Foto 2.11. Plantas de *C. sumatrensis* en estado de tallo elongado al momento de la aplicación.

El momento de aplicación se muestra en Tabla 2.18.

Tabla 2.18. Fechas de realización de los tratamientos.

	Fecha de realización	Hora de aplicación	Fecha finalización
2013	13 de octubre	15:00 - 19:30	13 de noviembre
2014	01 de octubre	13:30 - 18:00	31 de octubre

Condiciones meteorológicas

Las mismas se observan en la Tabla 2.19.

Tabla 2.19. Condiciones meteorológicas durante la aplicación.

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad viento (Km h⁻¹)	Δt ⁽¹⁾
2013	25 - 29	57 - 65	7 - 8 (Ráf. 13)	6 - 5,3
2014	21 - 23	55 - 50	6,8 - 8,4	5,7 - 6,8

⁽¹⁾ Diferencial termómetro seco-termómetro húmedo según humedad relativa de la tabla psicrométrica.

Según el índice de la tabla psicrométrica, se trabajó condiciones meteorológicas ideales (Matthews, 1988).

Eficacia de control de *C. sumatrensis*

a) Control con glifosato

El tamaño de la maleza puede reducir la eficacia del control químico por lo que es importante estudiar el efecto del glifosato sobre las plantas en distintos estados de desarrollo (Faccini *et al.*, 2008; Metzler *et al.*, 2013). En el presente trabajo, el control de *C. sumatrensis* utilizando glifosato solo no superó el 20% (Foto 2.12.). Esto coincide con (Metzler *et al.*, (2013) quienes indican que con una dosis de 1080 g e.a.ha⁻¹ de glifosato obtuvieron también-un escaso control (30%), independientemente del momento de aplicación y tamaño de la maleza, lo que indica el alto nivel de tolerancia de las especies de *Conyza*.

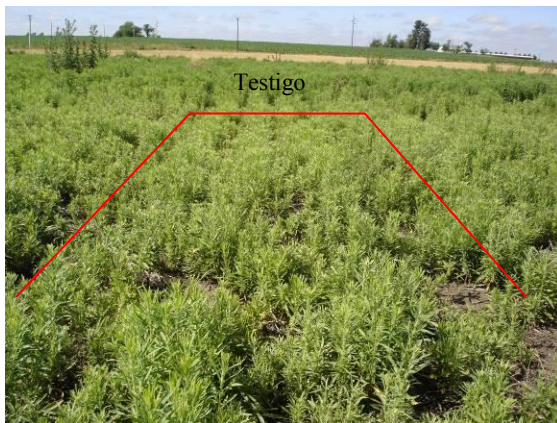


Foto 2.12. Control de la maleza en estado de tallo elongado a los 30 DDA.

En otros estudios con glifosato solo, formulado al 48% sobre plantas de *C. bonariensis* elongadas de 15 a 20 cm de altura tratadas en primavera con 3 l ha⁻¹ se obtuvo un control muy pobre y las plantas completaron su desarrollo compitiendo con cultivos estivales (Papa *et al.*, 2010 b), al igual que Cortes y Venier (2012) con 30 a 40 cm de altura, aplicando 3 l ha⁻¹ de glifosato polvo soluble 62% se controló un 30% a los 40 DDA. En *C. sumatrensis* elongada de 30 cm de altura, con 1500 g e.a.ha⁻¹ el control fue del 20% (Papa y Tiesca, 2014) y en plantas de 15 cm de altura con glifosato Roundup Full (54%) fue de entre 15% y 20% (Gianelli *et al.*, 2015 a).

b) Control con glifosato + 2,4-D sal amina

El control de *C. sumatrensis* con glifosato + 2,4-D sal amina alcanzó valores del 65% (Tabla 2.20. y Foto 2.13.). Los resultados permiten concluir que la aplicación de

glifosato en mezcla con 2,4-D sal amina mejora sustancialmente el control de *C. sumatrensis* si se aplica antes que las plantas comiencen a elongar el tallo. La eficacia de los tratamientos tardíos con esta mezcla está condicionada por la presencia de adecuada humedad edáfica, una correcta dosificación del herbicida y por el hecho de que las plantas no sean sobrevivientes de un tratamiento químico fallido anterior (Tuesca *et al.*, 2009).

Tabla 2.20. Porcentaje de control con glifosato + 2,4-D sal amina a los 30 DDA.

	Volumen de aplicación (l ha ⁻¹)	Control promedio (%)	
2013	30 y 75	65	a
2014	30 y 75	61	a

Letras diferentes indican diferencias significativas, según prueba de Tukey (P=0,05).

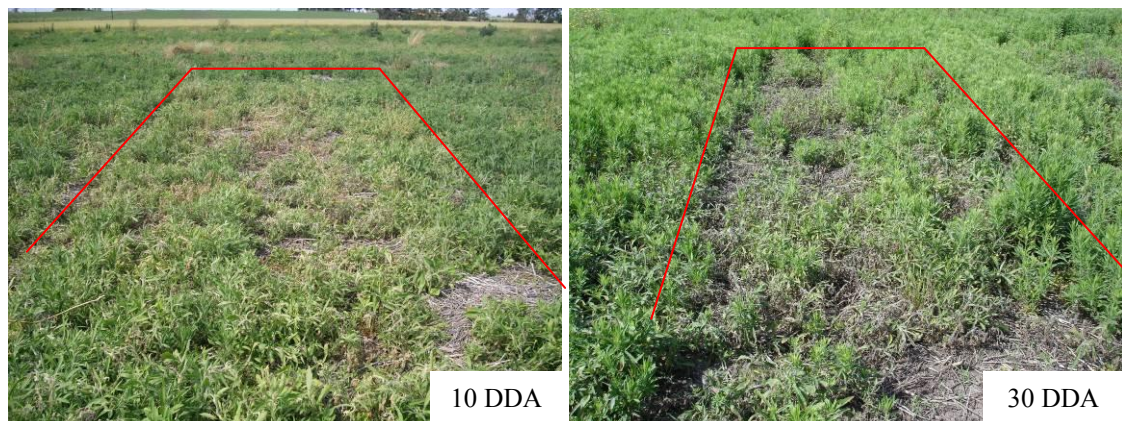


Foto 2.13. Control de la maleza con glifosato + 2,4-D sal amina a los 10 y 30 DDA.

Estos resultados coinciden con otros estudios (Papa y Tuesca, 2014) sobre *C. bonariensis* elongada, en donde el control fue de 45% utilizando glifosato “premium” y 2,4-D éster 100% (1500 g e.a.ha⁻¹ + 2,4-D 800 g e.a.ha⁻¹, respectivamente) y con Cortes y Venier (2012) aplicando sobre malezas de 30 a 40 cm de altura 3 l ha⁻¹ de glifosato polvo soluble 62% + 1,0 l ha⁻¹ de 2,4-D éster 97%, donde se logró un control del 62% a los 40 DDA. En *C. sumatrensis* de 15 cm de altura Gianelli *et al.* (2015 a) obtuvieron controles con glifosato Roundup Full (54%) + 2,4-D éster (77,3%) de un 50% (2013) y un 86% en 2014.

En conclusión, aplicaciones de herbicidas sobre *C. sumatrensis* en primavera sobre plantas con tallos de 15 a 20 cm de altura no controlan en forma significativa a la maleza, la que continúa su ciclo llegando a interferir con los cultivos estivales. La

combinación con herbicidas hormonales (2,4-D o fluroxipir) mejora el desempeño del glifosato en el corto plazo (Papa *et al.*, 2010 b).

Determinación de la biomasa aérea

Con glifosato (Tabla 2.21.) no se observaron diferencias significativas en los volúmenes de aplicación, aunque si entre años.

Tabla 2.21. Biomasa aérea en los tratamientos con glifosato y glifosato + 2,4-D sal amina a los 30 DDA.

Herbicidas	Volumen de aplicación (l ha ⁻¹)	Año	Biomasa aérea (Kg ha ⁻¹)	Biomasa aérea respecto al testigo (%)		
Glifosato	30	2013	2880	80,0	a	A
	75	2013	2750	76,4	a	A
	30	2014	1545	79,2	a	A
	75	2014	1600	82,0	a	A
Glifosato + 2,4-D sal amina	30	2013	1226	34,0	a	B
	75	2013	1300	36,1	a	B
	30	2014	850	43,6	b	C
	75	2014	831	42,5	b	C

Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre volúmenes de aplicación

Letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas entre años de experimentación, según prueba de Tukey (P=0,05). Materia seca testigo 3600 kg ha⁻¹ (2013) y 1950 kg ha⁻¹ (2014).

Materia seca respecto a testigo= Materia seca del tratamiento (kg/ha)*100% / materia seca del testigo.

Determinación del porcentaje de cobertura verde

No se observaron diferencias significativas entre volúmenes de aplicación y años con glifosato solo (Tabla 2.22.).

Tabla 2.22. Porcentaje de cobertura verde en los tratamientos glifosato y glifosato + 2,4-D sal amina a los 30 DDA.

Herbicidas	Volumen de aplicación (l ha ⁻¹)	Año	Cobertura verde (Cob-Cal) (%)	Cobertura verde respecto al testigo (%)		
Glifosato	30	2013	77	81	a	A
	75	2013	75	79	a	A
	30	2014	71	80	a	A
	75	2014	70	79	a	A
Glifosato + 2,4-D sal amina	30	2013	30	31,5	c	C
	75	2013	33	34,7	c	C
	30	2014	35	39,7	b	B
	75	2014	32	36,3	b	B

Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre volúmenes de aplicación.

Letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas entre años de experimentación, según prueba de Tukey (P=0,05). Cobertura testigo 95% (2013) y 88% (2014). Cobertura / Cob. testigo = % Cobertura respecto al testigo.

En la aplicación de glifosato + 2,4-D sal amina (Tabla 2.23.) no hubo diferencias entre volúmenes de aplicación, pero si en el porcentaje de cobertura entre los años de evaluación.

Tabla 2.23. Porcentaje de cobertura verde en los tratamientos con glifosato + 2,4-D sal amina a los 30 DDA.

	Herbicidas	Volumen de aplicación (l ha ⁻¹)	Cobertura verde (%)	
2013	Glifosato + 2,4-D sal amina	30 y 75	40	b
2014		30 y 75	48	a

Letras distintas indican diferencias significativas, según prueba de Tukey (P=0,05)

Eficacia de control de *C. sumatrensis* en estado de roseta con glifosato, glifosato + saflufenacil y glifosato + saflufenacil + un herbicida residual a una determinada dureza de agua y dos volúmenes de aplicación

La cobertura de *C. sumatrensis* fue de 51,3% y la densidad de 41 plantas m⁻². Entre otras malezas de difícil control se encontraba *Dichondra repens* “oreja de ratón”.

Calidad del agua

El agua utilizada en la experimentación se detalla en la Tabla 2.24. Se consideraría un agua moderadamente dura (160 - 600 mg l⁻¹ - Andersen, 2012).

Tabla 2.24. Calidad del agua de aplicación.

Parámetros	Valores
pH	7,1
Dureza (CaCO ₃) (mg l ⁻¹)	219,3

Laboratorio AgroSpray.

pH de las mezclas herbicidas

Considerando las hojas de seguridad, el pH fue de 5 para glifosato, 4 para saflufenacil y 6 para el aceite vegetal metilado. Para atrazina, clorimurón-etil y metsulfurón-metil, las marcas utilizadas en la experimentación, la información de pH no está disponible.

Los resultados de pH de cada tratamiento con su correspondiente volumen de aplicación, me muestran en la Tabla 2.25. El pH del agua de aplicación fue 7,1.

Tabla 2.25. pH de los caldos de herbicidas.

Tratamientos	Volumen de aplicación (l ha ⁻¹)	pH del caldo preparado	
Glifosato	30	5	a
Glifosato + saflufenacil + AVM	30	5	a
Glifosato + saflufenacil + atrazina + AVM	30	5	a
Glifosato + saflufenacil + clorimurón-etil + AVM	30	5	a
Glifosato + saflufenacil + metsulfurón-metil + AVM	30	5	a
Glifosato	75	5	a
Glifosato + saflufenacil + AVM	75	5	a
Glifosato + saflufenacil + atrazina + AVM	75	5	a
Glifosato + saflufenacil + clorimurón-etil + AVM	75	5	a
Glifosato + saflufenacil + metsulfurón-metil + AVM	75	5	a

AMS: aceite vegetal metilado.

Letras distintas indican diferencias significativas, según prueba de Tukey (P=0,05).

Esto indica que al utilizar como vehículo un agua de aplicación con pH 7,1; para mezclas de herbicidas que contienen glifosato, no es necesario corregir el pH del agua

previamente. La adición de glifosato a saflufenacil favorecería una molécula menos polar y como resultado la absorción creciente a través de la cutícula y una mayor actividad del herbicida (Mellendorf *et al.*, 2015).

Condiciones meteorológicas

Las mismas se observan en la Tabla 2.26.

Tabla 2.26. Condiciones meteorológicas durante la aplicación.

Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad viento (Km h ⁻¹)	Δt ⁽¹⁾
22°C	75 - 80%	8 - 16	3,1-2,4

⁽¹⁾ Diferencial termómetro seco-termómetro húmedo según humedad relativa de la tabla psicrométrica.

Según el índice de la tabla psicrométrica, se trabajó en condiciones meteorológicas muy buenas (Matthews, 1988).

Calidad de aplicación

En el presente ensayo la cobertura o número de impactos cm⁻² logrado no presentó diferencias significativas entre dos volúmenes de agua contrastantes. (Tabla 2.27.). Al aplicar estos herbicidas sistémicos y de contacto (saflufenacil), con ambos volúmenes de aplicación se obtuvieron coberturas de gotas superiores a las recomendadas por FAO. Kahl *et al.* (2015) encontraron que con 51 impactos cm⁻² (35 cm espaciamiento entre boquillas) y 68,8 impactos cm⁻² (70 cm espaciamiento entre boquillas) el control de *C. sumatrensis* en roseta fue satisfactorio con glifosato + saflufenacil, con impactos de tamaño grueso (C) de acuerdo a la clasificación ASAE S-572. De forma similar (Metzler *et al.*, 2015), con 36 impactos cm⁻² obtuvo control eficiente de *C. sumatrensis* en estado de tallo elongado, utilizando glifosato + saflufenacil.

El tamaño de gotas presentó diferencias significativas entre ambos volúmenes, dado por la utilización de distintas boquillas. Con el menor volumen se logró gotas medias (M), mientras que con el mayor volumen gotas gruesas (C), según la clasificación ASAE S-572. Se ha propuesto que el tamaño de gotas puede variar entre 150 a 500 micrones (μm) en aplicaciones de herbicidas pos-emergentes y pre-emergentes (Ozkan, 1998; Ramos *et al.*, 2011).

Tabla 2.27. Parámetros resultantes de la aplicación.

Parámetros	Volumen de aplicación (l ha ⁻¹)			
	30		75	
Impactos (N° cm ⁻²)	201	a	171	a
Diámetro medio volumétrico (DMV) (µm)	176	b	307	a
Factor de dispersión (FD)	1,4	b	2,2	a
Eficiencia de aplicación (%)	75	a	63	b

Letras distintas entre filas según volumen de aplicación indican diferencias significativas, según prueba de Tukey (P=0,05).

El factor de dispersión manifestó diferencias entre los volúmenes, con 75 l ha⁻¹ hubo mayor heterogeneidad en el tamaño de las gotas y la eficiencia de aplicación fue de alrededor del 70% para ambos tratamientos, considerándose alta debido a la escasa dificultad de llegada de los impactos, por tratarse de malezas aun de escasa altura.

Eficacia de control y supervivencia (rebrotos) de *C. sumatrensis*

En los resultados de control y supervivencia de la maleza a los 30 DDA, el ANOVA no detectó interacción entre los volúmenes de aplicación por lo que se analizaron todos los tratamientos en conjunto.

El control con glifosato fue deficiente (35%) con presencia de rebrotos a los 20 DDA (Figura 2.4.). Con glifosato + saflufenacil + metsulfurón-metil se observó una alta eficacia (97 a 100%) y bajo a nulo rebrote; independientemente del volumen de aplicación utilizado (Fotos 2.20. y 2.21.). Este resultado fue similar a los obtenidos a los 28 DDA por Lazzaretti *et al.* (2014).

Le siguieron en eficacia de control los tratamiento glifosato + saflufenacil + clorimurón-etil (70 - 75%) y glifosato + saflufenacil + atrazina (70%), esto coincide con Lazzaretti *et al.* (2014).

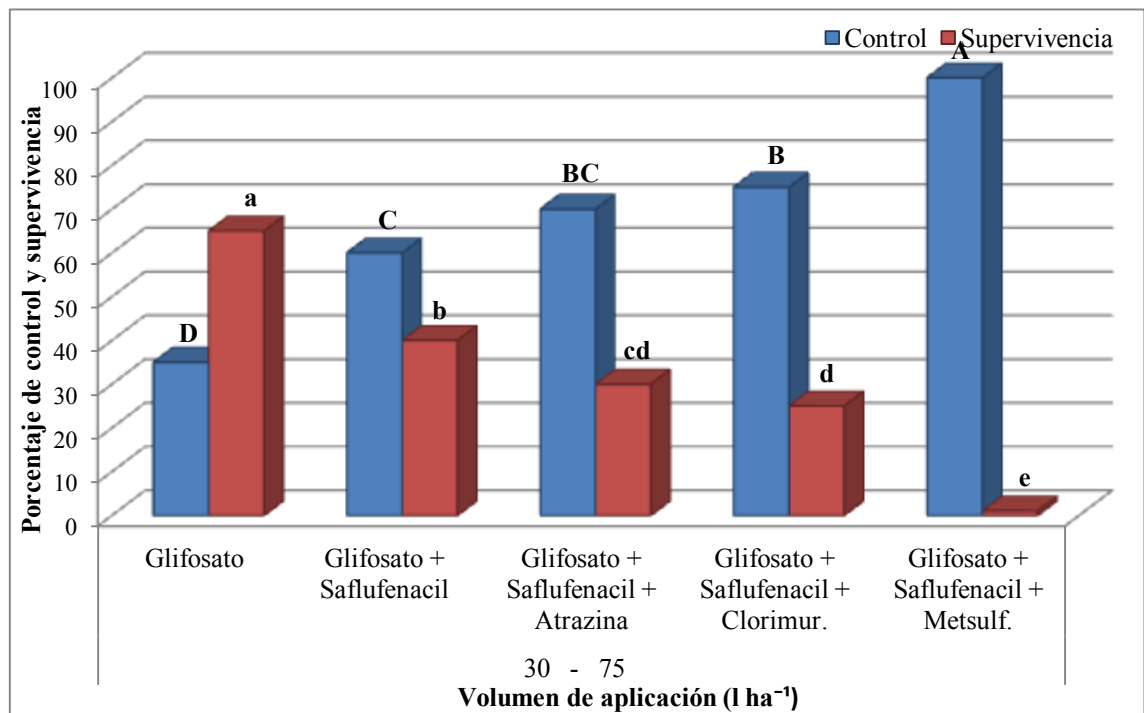


Figura 2.4. Control y supervivencia (rebotes) de *C. sumatrensis* a los 30 DDA.

Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas en el control.

Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas en la presencia de rebotes, según prueba de Tukey (P=0,05).

Se concluye que el volumen de aplicación no influyó en el control de *C. sumatrensis*, por lo tanto la cobertura y el tamaño de gotas no afectaron la eficacia. Esto coincide con Almeida (2014) que indica que las clasificación o tamaños de gotas (fino o grueso) no influyen el control de las plantas de *Conyza* spp. a los 5, 10, 15 y 20 DAA, para glifosato + saflufenacil con 50, 100, 150 y 200 l ha⁻¹. Por otro lado Lima *et al.*, (2013) verificaron que el control químico de la vegetación espontánea no fue influenciado por el diámetro mediano volumétrico (DMV) y volumen de caldo aplicado. Teóricamente, gotas más pequeñas son eficientemente captadas por el objetivo y así, pueden proporcionar mejor cobertura sobre el objetivo y consecuentemente mejores resultados de control (Matuo, 1990).

Los rebotes (Foto 2.23.) fueron levemente menores y/o de menor porte aplicando 30 l ha⁻¹, posiblemente debido a la mayor concentración del p.a. en las gotas asperjadas (Foto 2.16, 2.18. y 2.20.). Esto concuerda con otro estudio (Almeida, 2014) donde no se presentaron diferencias significativas en la presencia de rebotes de *Conyza* spp., con glifosato (1,3 kg ha⁻¹ de Roundup Ultra) + saflufenacil (49 g e.a.ha⁻¹ de Heat) con 50, 100 y 150 l h⁻¹.

Los tratamientos con glifosato + saflufenacil, el control de la maleza fue menor y la presencia de rebrotes mayor a comparación de los otros tratamientos que tenían el agregado de los herbicidas residuales, obteniéndose un 38% de rebrotes independientemente del volumen de aplicación (Foto 2.14. y 2.15.). Mientras que Almeida (2014) obtuvo un 23,3% aplicando 50 l h^{-1} , con la misma mezcla herbicida. Las mezclas de glifosato + saflufenacil con herbicidas residuales aumentaron el control de *C. sumatrensis*, disminuyendo además la aparición de rebrotes.

El control de *Dichondra repens* fue satisfactorio en todos los tratamientos, con escasa presencia de rebrotes.

La selección de herbicidas se basa en su eficacia pero también en su selectividad hacia el cultivo que se implantará a continuación.

Control y supervivencia de *C. sumatrensis* con los dos volúmenes de agua, a los 30 DDA.

Tratamientos con 30 l ha^{-1}



Foto 2.14. Glifosato + saflufenacil

Tratamientos con 75 l ha^{-1}



Foto 2.15. Glifosato + saflufenacil



Foto 2.16. Glifosato + saflufenacil + atrazina



Foto 2.17. Glifosato + saflufenacil + atrazina



Foto 2.18. Glifosato + saflufenacil + clorimurón-etil



Foto 2.19. Glifosato + saflufenacil + clorimurón-etil



Foto 2.20. Glifosato + saflufenacil + metsulfurón-metil



Foto 2.21. Glifosato + saflufenacil + metsulfurón-metil



Foto 2.22. Testigo



Foto 2.23. Rebrotos de *C. sumatrensis* a los 30 DDA.

Residualidad de las mezclas herbicidas sobre nuevas emergencias de *C. sumatrensis*.

La residualidad de las mezclas a los 45 DDA afectó la emergencia de *C. sumatrensis* en forma similar para todos los tratamientos con glifosato + saflufenacil + herbicidas residuales.

La mezcla de mejor comportamiento fue la que incluyó metsulfurón-metil, seguida por clorimurón-etil y atrazina, sin diferencias entre estos dos últimos herbicidas.

Con glifosato + saflufenacil se observó emergencia posterior de la maleza.

Las precipitaciones acumuladas durante el primer mes de aplicación fueron de 22 mm, permitiendo incorporar los principios activos con efecto residual en el suelo. A los 35 DDA, se registraron nuevamente 30 mm (Tabla 2.28.).

Tabla 2.28. Precipitaciones registradas durante la experiencia.

Fecha	Precipitaciones (mm)
15/09/2015	22
02/10/2015	30
14/10/2015	14

En el momento de realizar la última evaluación, el 17/10 habían transcurrido 45 DDA, las precipitaciones acumuladas fueron de 66,4 mm (27 de agosto al 17 de octubre).

Al realizar el ANOVA no se detectó interacción entre volúmenes de aplicación por lo cual se analizaron todos los tratamientos que contenían herbicidas residuales en conjunto (Tabla 2.29.).

Tabla 2.29. Número de emergencias de *C. sumatrensis* a los 45 DDA.

Tratamientos	Emergencias (n° plantas de <i>C. sumatrensis</i> por m ⁻²)	
Glifosato + saflufenacil + AVM	10	a
Glifosato + saflufenacil + atrazina + AVM	4	b
Glifosato + saflufenacil + clorimurón-etil + AVM	4	b
Glifosato + saflufenacil + metsulfurón-metil + AVM	0	c

AVM: aceite vegetal metilado.

Letras distintas indican diferencias significativas, según prueba de Tukey (P=0,05).

Ustarroz y Cerutti (2015) mencionan que el control residual en *C. bonariensis* con herbicidas de distintos sitios de acción, es de gran utilidad para el manejo de la maleza. En este sentido, inhibidores de la ALS como metsulfurón-metil y clorimurón-etil logran un control adecuado en pre-emergente.

En otros estudios se encontró que altas dosis de atrazina (2000 g i.a.ha⁻¹), redujeron en gran medida la emergencia de *C. bonariensis* (Wu *et al.*, 2010). Atrazina y picloram podrían ser utilizados en mezcla o en forma alternada con los inhibidores de las ALS para retrasar la evolución de resistencia del sitio activo a estos últimos, siempre teniendo en cuenta el riesgo de fitotoxicidad según el cultivo a implantar en el lote (Ustarroz y Cerutti, 2015).

Conclusiones

La eficacia de control de *C. sumatrensis*:

Fue satisfactoria al estado de roseta mientras que disminuyó marcadamente en estado de tallo elongado independiente de la dureza y del volumen de agua con glifosato solo y en mezcla con 2,4-D sal amina.

Aumentó con las mezclas de glifosato + saflufenacil + herbicidas residuales que disminuyeron el rebrote y las nuevas emergencias.

En las mezclas de herbicidas estudiadas no sería necesario corregir previamente el pH del agua debido a que el agregado de los herbicidas disminuyó el pH dentro del rango de pH 4 - 6, óptimo para la aplicación de herbicidas.

CAPÍTULO 3

EFECTO DE SECUESTRANTES DE CATIONES EN EL CONTROL DE *Conyza sumatrensis* CON GLIFOSATO Y GLIFOSATO + 2,4-D SAL AMINA

Introducción

La eficacia del glifosato se reduce con el uso de agua dura (Nalewaja y Matysiak, 1992 a; Hall *et al.*, 2000; Bailey *et al.*, 2002; Pratt *et al.*, 2003; Gauvrit, 2003; Bernards, 2005 a y b; Nurse *et al.*, 2008) por lo que el agregado de fuentes nitrogenadas puede recomendarse para reducir el antagonismo de cationes con 2,4-D y glifosato (Nalewaja y Matysiak, 1993 a; Hartzler, 2001). Estos coadyuvantes permiten disminuir la dosis y mejorar la absorción y el transporte de los herbicidas (Turner, 1985; Costa y Appleby 1986; Nalewaja y Matysiak 1993 b; Mueller *et al.*, 2006). Entre ellos se encuentra el sulfato de amonio (AMS) que impide la formación de las sales de cationes con el glifosato (Thelen *et al.*, 1995).

El efecto sinérgico del AMS sobre el glifosato, se debe a diversas razones (López, 2014):

- Mejora de la absorción por la cutícula, reduce el pH permitiendo que el herbicida se encuentre en estado no ionizado en un mayor porcentaje, facilitando la absorción especialmente de los herbicidas ácido débiles (Gronwald *et al.*, 1993; Ruitter y Meinen, 1996; Young *et al.*, 2003; Carvalho *et al.*, 2009 a y b; 2010).
- Reduce la cristalización del herbicida en la superficie foliar (MacIsaac *et al.*, 1991).
- Forma complejos glifosato-amonio más fácilmente absorbidas que los complejos glifosato-calcio o glifosato-sodio (Nalewaja *et al.*, 1992; Thelen *et al.*, 1995).
- Permite la unión con cationes de los carbonatos, evitando que el anión glifosato forme un enlace con el catión lo que reduce la eficacia (Hall *et al.*, 2000).
- Estimula el crecimiento por el alto contenido de nitrógeno aportado por vía foliar (Nalewaja *et al.*, 1992; Thelen *et al.*, 1995; Hamish Turner, 2008).

Hay resultados contradictorios sobre el efecto del AMS en el control de malezas. En ciertos casos, la adición del AMS aumentó el control de las malezas (Tabla 3.1.).

Tabla 3.1. Aumento de la eficacia de control por agregado de AMS, malezas controladas, herbicidas utilizados y lugar geográfico de la experiencia.

Dureza del agua (mg l ⁻¹ CaCO ₃)	Malezas (nombre científico)	Malezas (nombre común)	Herbicidas	Referencias	Lugar geográfico
--	<i>Agropyron repens</i>	Agropiro	Glifosato	O'Keefe (1975)	Reino Unido
--	<i>Hordeum jubatum</i>	Cebada silvestre	Glifosato	Donald (1988)	Estados Unidos
--	<i>Triticum aestivum</i>	Trigo	Glifosato	Nalewaja y Matsiak (1993 a)	
-	<i>Sida spinosa</i> , <i>Ipomoea hederacea</i> var. <i>intergriuscula</i> .	Afata hembra, bejucos/campañilla	Glifosato	Jordan <i>et al.</i> (1997)	Estados Unidos
--	<i>Hordeum jubatum</i>	Cebada silvestre	Glifosato	Donald (1998)	
--	<i>Setaria faberi</i> , <i>Chenopodium álbum</i> , <i>Cassia obtusifolia</i> , <i>Solanum carolinense</i> , <i>Asclepias syriaca</i>	Almorejo, quínoa, cassia semilla y otras.	Glufosinato de amonio	Pline <i>et al.</i> (1999)	
Independiente de la dureza	<i>Abutilon theophrasti</i> , <i>Convolvulus arvensis</i>	Abutilon, correhuela	Glifosato	Hall <i>et al.</i> (2000)	Reino Unido
0, 500	<i>Abutilon theophrasti</i>	Abutilon	Glifosato Glufosinato de amonio	Pratt <i>et al.</i> (2003)	Estados Unidos
--	<i>Abutilon theophrasti</i>	Abutilon	Glifosato	Young <i>et al.</i> (2003)	Estados Unidos

500				Pratt <i>et al.</i> (2003)	Unidos
--	<i>Viola arvensis</i>	Pensamiento silvestre	Glifosato	Ponsa y Ferraris (2006)	Argentina
41,5	<i>Sida spp.</i> , <i>Digitaria insularis</i> , <i>Setaria geniculata</i> , <i>Cenchrus echinatus</i>	Afata, pasto amargo, cepillo de botella, cadillo/pasto roseta	Glifosato	Carvalho <i>et al.</i> (2008)	Brasil
	Malezas varias	--	Glifosato	Nurse <i>et al.</i> (2008)	Estados Unidos
0 y 2500	<i>Carduus acanthoides</i> , <i>Conyza bonariensis</i>	Cardo negro y rama negra	Glifosato	Faccini y Puricelli (2010)	Argentina
0 y 2500	<i>Conyza bonariensis</i>	Rama negra	Glifosato + clopyralid		
0 y 2500	<i>Carduus acanthoides</i>	Cardo negro	Glifosato + 2,4-D sal amina		
0 y 2500	<i>Carduus acanthoides</i>	Cardo negro	Glifosato + 2,4-D sal amina + clopyralid		
0, 353, 1799	<i>Abutilon theophrasti</i> , <i>Amaranthus retroflexus</i> , <i>Chenopodium album</i> , <i>Setaria viridis</i> , <i>Echinochloa</i>	Abutilon, yuyo colorado, quínoa, cola de zorro, capín	Glifosato	Soltani <i>et al.</i> (2011)	Canadá

	<i>crus-galli</i>				
--	<i>Sorghum halepense</i>	Sorgo de Alepo	Glifosato	Carvalho <i>et al.</i> (2012)	Brasil
1220	<i>Conyza canadensis</i> , <i>Amaranthus retroflexus</i>	Rama negra, yuyo colorado	2,4-D	Roskamp <i>et al.</i> (2013 a)	Estados Unidos

La adición de AMS mejoró el control de *Ipomea grandifolia*, solamente cuando las dosis de glifosato son bajas o por debajo de las recomendadas (2 l p.c.ha^{-1}) (Watanabe y Salas Pino, 2008)

En otros estudios se indica que AMS puede aumentar la eficacia del glifosato incluso cuando el vehículo de aplicación es agua destilada (Nalewaja y Matysiak, 1993 b). Esto coincide también con Nurse *et al.*, (2008). Asimismo, el agregado de AMS al caldo de aplicación con imazetapir aumentó la absorción y la eficacia del glifosato a dosis bajas (Gronwald *et al.*, 1993).

Otros autores mencionan otras dosis de AMS, a agregar al caldo de aplicación:

Por ejemplo, la adición del AMS al caldo de aplicación atenuó el efecto de las aguas duras cuando se aplicó en dosis de 3 kg en 100 litros de agua (Roman *et al.*, 2007), mientras que Rizzardi *et al.*, (2004) mencionan dosis variables entre 1 a 2 kg ha⁻¹ a agregar de AMS y Silva *et al.*, (2007) señalan concentraciones del orden del 1 al 10% (m/v).

Se ha propuesto la siguiente ecuación para determinar la cantidad de AMS a agregar (Natewaja y Matyasiak, 1993 b):

$$\text{AMS (g en 100 litros)} = 0,6 * (\text{mg l}^{-1} \text{ de Na}^+) + 0,2 * (\text{mg l}^{-1} \text{ de K}^+) + 1,0 * (\text{mg l}^{-1} \text{ Ca}^{+2}) + 1,7 * (\text{mg l}^{-1} \text{ Mg}^{+2})$$

A su vez existen trabajos que indican que la adición de AMS no aumentó el control de determinadas malezas (Tabla 3.2.).

Tabla 3.2. Dureza del agua, malezas controladas, herbicidas utilizados y lugar geográfico de la experiencia.

Dureza del agua (mg l⁻¹ CaCO₃)	Malezas (nombre científico)	Malezas (nombre común)	Herbicidas	Referencias	Lugar geográfico
--	<i>Kochia scoparia</i>	Artemisa roja	Glifosato	Nalewaja y Matysiak (1993 a)	Estados Unidos
--	<i>Avena fatua</i> , <i>Hordeum vulgare</i>	Avena negra,	Fenoxaprop, fluazifop, haloxifop y quizalofop	Harker (1995)	Canadá
--	Varias especies de malezas	--	Glifosato	Pratt <i>et al.</i> (2003)	Estados Unidos
--	<i>Chenopodium álbum</i>	Quínoa	Glifosato	Young <i>et al.</i> (2003)	
0, 250, 500, 750 y 1000	<i>Brachiaria platyphylla</i> , <i>Amaranthus palmeri</i> , <i>Ipomoea lacunosa</i> , <i>Cyperus esculentus</i>	Braquiaria, yuyo colorado, campanilla, cebollín	Glifosato (sal de isopropilamina, la sal de diamonio, y la sal de potasio)	Mueller <i>et al.</i> (2006)	
36	<i>Chenopodium álbum</i> , <i>Amaranthus quitensis</i> (estado vegetativo y mayor altura), <i>Eleusine indica</i>	Quínoa, yuyo colorado, pata de gallina	Glifosato	Papa y Bruno (2006)	Argentina
--	<i>Amaranthus retroflexus</i> , <i>Chenopodium</i>	Yuyo colorado, quínoa	Glifosato (varias dosis)	Nurse <i>et al.</i> (2008)	Estados Unidos

	<i>álbum</i>				
0 y 2500	<i>Conyza bonariensis</i>	Rama negra	Glifosato + 2,4-D sal amina	Faccini y Puricelli (2010)	Argentina
0 y 2500	<i>Conyza bonariensis</i>	Rama negra	Glifosato + 2,4-D sal amina +		
0 y 2500	<i>Carduus acanthoides</i>	Cardo negro	clopyralid		
0, 353 y 1799	<i>Abutilon theophrasti, Amaranthus retroflexus, Setaria viridis, Echinochloa crus-galli</i>	Abutilón, yuyo colorado, cola de zorro, capín	Glifosato	Soltani <i>et al.</i> (2011)	Canadá
--	<i>Brachiaria decumbens</i>	Braquiaria	Glifosato	Carvalho <i>et al.</i> (2012)	Brasil
1220	<i>Conyza canadensis</i>	Rama negra	Dicamba	Roskamp <i>et al.</i> (2013 a)	Estados Unidos

Coadyuvantes utilizados en presencia de agua dura

i) Secuestrantes de cationes: existen en el mercado numerosas marcas comerciales con la función de secuestrar cationes presentes en el agua de aplicación (Tabla 3.3.). Entre ellos se encuentra el AMS que es un fertilizante con capacidad coadyuvante para mezclas con herbicidas, que actúa como protector de la molécula activa. Como resultado hay una mayor absorción del glifosato por la cutícula de las plantas (Thelen *et al.*, 1995; Rodríguez, 2000; Gauvrit, 2003; Leiva, 2010).

La adición de AMS al tanque de la pulverizadora, se utiliza para glifosato, 2,4-D sal amina, MCPA amina y dicamba (Nalewaja y Matysiak, 1991, 1993 a; Thelen *et al.*, 1995; Pratt *et al.*, 2003; Arrospide, 2004; Rodríguez, 2005 b). En un estudio la adición de AMS mejoró el control con glifosato, en aproximadamente el 40% (Peterson y Thompson, 2007).

Tabla 3.3. Coadyuvantes conocidos como secuestrantes de cationes y que en general cumplen la función de corregir el pH.

Marca comercial	Empresa	Funciones	
		Secuestrante de cationes	Corrector de pH
Rizospray Corrector secuestrante	Rizobacter	X	X
Full Control	AgroSpray	X	X
Corrector H	NOVA	X	X
Activate MAX	Quimeco	X	X
Choice	ASP	X	X
Ecociadhiere Surcos	Red Surcos S.A.	X	X
G7 Neutrón	Emfag S.A.	X	X
Secuestrante HL 2000	Facyt	X	--

El agregado de secuestrantes, correctores de pH y/o de cationes debe hacerse previo a la incorporación del herbicida (Leiva, 2010). Por ejemplo, la adición de AMS como secuestrante de cationes debe adicionarse a la mezcla 30 a 40 minutos antes de agregar los herbicidas.

Objetivos

Los objetivos de este capítulo son evaluar el control de *C. sumatrensis* en barbecho químico con glifosato solo y en mezcla con 2,4-D sal amina con:

- i) distintas durezas de agua, distintas dosis de 2,4-D sal amina + glifosato y el agregado de secuestrante de cationes.

Materiales y Métodos

Efecto de la dureza de agua y del AMS sobre el control de *C. sumatrensis* con glifosato solo y en mezcla con 2,4-D sal amina

El experimento se llevó a cabo en agosto de 2014, en un lote de producción en Camps (31° 55'48,89''S y 60° 14'00,12''O) y en agosto de 2015 en un lote del ejido de Crespo (32° 02'06,43''S, 60° 22' 18,22''O). En 2014 el lote se encontraba en barbecho

después de un cultivo de maíz y en 2015 sobre un rastrojo de moha. Ambos lotes presentaban alta infestación de *C. sumatrensis* al estado de roseta a 5 cm de altura. Antes de realizar la aplicación se determinó la densidad y cobertura (%) de la maleza, según la metodología descrita en el Capítulo 2.

Calidad del agua y tratamientos

Se utilizó agua desmineralizada con agregado de 500 y 1000 mg l⁻¹ de CaCO₃. Se aplicó una formulación estándar líquida soluble de glifosato sal monopotásica 43,6%, con una concentración de 356 g e.a.l⁻¹, 2,4-D sal amina al 50%, con una concentración de 480 g e.a.l⁻¹ y el AMS líquido al 42%, conteniendo 7,2% de nitrógeno total (N) y 8,7% de azufre (S). Las dosis se muestran en Tabla 3.4.

Tabla 3.4. Tratamientos herbicidas con AMS, como secuestrante de cationes.

Herbicidas	Dosis (g e.a.ha ⁻¹)	Dureza del agua (mg l ⁻¹ CaCO ₃)	AMS (% v/v)
Glifosato	1080	0	2
		0	0
		500	2
		500	0
		1000	2
		1000	0
Glifosato + 2,4-D sal amina	1080 + 727,5	0	2
		0	0
		500	2
		500	0
		1000	2
		1000	0
Testigo	--	--	--

Tecnología de aplicación

Se utilizó un equipo pulverizador experimental, con un volumen de aplicación de 75 l ha⁻¹. Al momento de la aplicación de los tratamientos se colocaron tarjetas hidrosensibles como se describe en el Capítulo 2.

Diseño estadístico

El diseño fue en parcelas divididas. El primer factor fue el herbicida con dos niveles (glifosato y glifosato + 2,4-D sal amina), el segundo factor la dureza con tres niveles (0, 500 y 1000 mg l⁻¹) y el tercer factor la adición o no del AMS al 2%.

Evaluación

Se evaluó el control a los 10, 20 y 30 días después de la aplicación (DDA) por observación visual, utilizando la escala subjetiva de control de malezas descrita en Capítulo 2. A los 30 DDA se estimó la cobertura de las malezas a través software Cob-Cal y la biomasa aérea de *C. sumatrensis*, siguiendo la metodología descrita en el Capítulo 2.

Efecto de un secuestrante de cationes y AMS a una determinada dureza de agua sobre el control de *C. sumatrensis* con glifosato + 2,4-D sal amina

Se realizó el 27 de agosto de 2015 en un lote del ejido de Crespo (32° 02' 06,43''S, 60° 22' 18,22''O), sobre un rastrojo de moha con *C. sumatrensis*.

Calidad del agua y tratamientos

Se utilizó un agua de aplicación de calidad conocida extraída de la zona de Las Tunas (Dpto. Paraná), a unos 80 km del sitio del ensayo. Se estableció que el agua poseía dureza de 480 mg l⁻¹ de CaCO₃, clasificada en consecuencia como moderadamente dura (Anderson, 2012).

El glifosato empleado fue una formulación estándar, líquido soluble de sal monopotásica 43,6% con concentración de 356 g e.a.l⁻¹. El 2,4-D fue un formulado como sal amina al 80% y una concentración de 600 g e.a.l⁻¹, AMS líquido 42%, siendo 7,2% de nitrógeno total (N) y 8,7% de azufre (S) y el secuestrante de cationes (concentrado soluble) a base de fosfatos complejantes al 10%, a la dosis recomendada para un agua con dureza de 500 mg l⁻¹ de CaCO₃ (Tabla 3.5.).

Tabla 3.5. Secuestrante de cationes y herbicidas.

Secuestrantes	Herbicidas
Sin AMS	Glifosato + 2,4-D sal amina 1068 + 750 g e.a.ha ⁻¹
Con AMS (2%)	
Con secuestrante de cationes (500 cc en 1000 litros de agua)	

Tecnología de aplicación

Se utilizó un equipo pulverizador experimental, igual al descrito en el Capítulo 2, con un volumen de aplicación de 75 l ha⁻¹.

Efecto de un secuestrante de cationes a una determinada dureza de agua sobre el control de *C. sumatrensis* con glifosato y dosis crecientes de 2,4-D sal amina

Se realizó el 27 de agosto de 2015 en un lote del ejido de Crespo (32° 02' 06,43" S, 60° 22' 18,22" O), sobre un rastrojo de moha con *C. sumatrensis*.

Calidad del agua y tratamientos

Se utilizó la misma calidad de agua y los herbicidas descritos en la experiencia del punto B). Los tratamientos realizados se describen en la Tabla 3.6.

Tabla 3.6. Tratamientos de glifosato 1068 g e.a.ha⁻¹ + distintas dosis de 2,4-D sal amina con y sin AMS y dureza de 480 mg l⁻¹ de CaCO₃.

Dosis de 2,4-D sal amina (g e.a.ha ⁻¹)	Adición de AMS (% v/v)
93,6	0
	2
188	0
	2
375	0
	2
750	0
	2

1500	0
	2
3000	0
	2

Tecnología de aplicación

Se utilizó el equipo pulverizador experimental descrito en el Capítulo 2, con un volumen de aplicación de 75 l ha⁻¹.

Diseño estadístico

El diseño del experimento fue de parcelas divididas en bloques con tres repeticiones, cada parcela tenía dimensiones de 4 m de ancho por 20 metros de largo. El primer factor fue la dosis de glifosato con un único nivel de 1068 g e.a.ha⁻¹, el segundo factor fue la dosis de 2,4-D sal amina con 7 niveles (0, 93,6, 188, 375, 750, 1500 y 3000 g e.a.ha⁻¹), el tercer factor la dureza con un único nivel de 480 mg l⁻¹ de CaCO₃ y el cuarto factor el AMS con dos niveles (0 y 2% v/v). El AMS se agregó al agua, se agitó y se lo dejó actuar durante al menos 30 minutos, luego se agregaron los herbicidas y se efectuó la aplicación.

Evaluación

Se evaluó el control a los 10, 20 y 30 DDA por observación visual, utilizando la escala subjetiva de control de malezas detallada en el Capítulo 2.

A los 30 DDA se estimó la cobertura de las malezas a través software Cob-Cal y la biomasa de la parte aérea de *C. sumatrensis*, siguiendo la metodología explicada en el Capítulo 2.

Análisis estadístico

Los datos de cada ensayo fueron analizados en el programa estadístico Statistix 2.0 y la comparación de medias se realizó con la prueba de t, para determinar si existieron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

Resultados y Discusión

Efecto del AMS y de la dureza de agua sobre el control de *C. sumatrensis* con glifosato solo y glifosato + 2,4-D sal amina.

Las características de la maleza se describen en Tabla 3.7.

Tabla 3.7. Cantidad de hojas expandidas, diámetro, altura, número y cobertura de la maleza en las parcelas.

	Características de la maleza						Número de plantas (m ²)	Cobertura parcelas (%)		
	Hojas expandidas (n°)		Diámetro (cm)		Altura (cm)					
2014	10	a	8	a	5	a	57	a	51	a
2015	9	a	7	a	5	a	38	b	41	b

Para una misma columna, letras distintas indican diferencias significativas según prueba de t (P=0,05).

Las fechas y hora de aplicación y finalización se muestran en Tabla 3.8.

Tabla 3.8. Fechas de realización de los tratamientos.

	Fecha de realización	Hora de aplicación	Fecha de finalización
2014	29 de julio	10:00 - 13:30	29 de agosto
2015	27 de agosto	11:00 - 14:00	27 de septiembre

Condiciones meteorológicas

Se detallan en la Tabla 3.9.

Tabla 3.9. Condiciones meteorológicas durante la aplicación.

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad viento (km h ⁻¹)	Δt ⁽¹⁾
2014	18 - 23	70 - 58	12,3 - 14,4	3,3 - 5,6
2015	22	75 - 80	8,0 - 16,0	3,1 - 2,4

⁽¹⁾ Diferencial termómetro seco-termómetro húmedo según humedad relativa de la tabla psicrométrica.

Según el índice de la tabla psicrométrica, se trabajó en condiciones meteorológicas muy buenas en ambos años de experimentación (Matthews, 1988).

Calidad de aplicación

En 2015, se utilizó una presión levemente menor que en 2014 donde la cantidad de impactos fue inferior y con gotas de mayor tamaño (Tabla 3.10.). La cantidad de impactos cm^{-2} en ambos años de experimentación superan el mínimo recomendado por la FAO. Para los dos años, de acuerdo al tamaño (DVM), las gotas se clasificaron como gruesas (C), según ASAE S-572.

Tabla 3.10. Parámetros de la aplicación.

Parámetros	2014		2015	
Impactos ($\text{N}^{\circ} \text{cm}^{-2}$)	163	a	130	b
Diámetro medio volumétrico (DVM) (μm)	285	b	340	a
Factor de dispersión (FD)	1,15	b	2,41	a
Eficiencia de aplicación (%)	78,02	a	73,25	a

Letras distintas, en cada fila indican diferencias significativas en los años, según prueba de Tukey ($P=0,05$).

La eficiencia de aplicación no presentó diferencias significativas entre años de experimentación.

Eficacia de control de *C. sumatrensis*

A través de un ANOVA no se detectó interacción en los tratamientos con glifosato y glifosato + 2,4-D sal amina sin y con la adición de AMS a las durezas de agua (0, 500 y 1000 mg l^{-1}) en los dos años, por lo cual se analizaron todos los tratamientos en conjunto. Se realizó una prueba de t para encontrar diferencias entre años.

Esto coincide con Mueller *et al.*, (2006) donde evaluaron el control de *Xanthium strumarium* (cadillo/abrojo) con agua destilada, agua preparada en laboratorio de 800 mg l^{-1} de CaCO_3 (400 mg l^{-1} de Ca^{+2} y 400 mg l^{-1} de Mg^{+2}), con y sin AMS (0 - 2 %) y con dos dosis de glifosato (0,42 y 0,84 kg ha^{-1}). El control con agua destilada fue de 96 y 93% respectivamente con las dosis de glifosato. Con el agua de 800 mg l^{-1} de CaCO_3 , 93 y 97% y con esta misma agua pero con AMS 93 y 96%, es decir no se detectaron diferencias al utilizar las tres calidades de agua.

a) Control con glifosato

El control de *C. sumatrensis* (Tabla 3.9.) a los 30 DDA fue de aproximadamente del 40% en ambos años, resultado similar a otros trabajos, 50% de control (Gianelli *et al.*, 2015 a) y 36% de control (Kahl *et al.*, 2015). No se encontraron diferencias significativas en el control con glifosato con y sin AMS (Fotos 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5 y 3.6).

**Foto 3.1.** Glifosato (0 mg l^{-1})**Foto 3.2.** Glifosato + AMS (0 mg l^{-1})**Foto 3.3.** Glifosato (500 mg l^{-1})**Foto 3.4.** Glifosato + AMS (1000 mg l^{-1})**Foto 3.5.** Glifosato (1000 mg l^{-1})**Foto 3.6.** Glifosato + AMS (1000 mg l^{-1})

Estos resultados difieren de otro estudio (Faccini y Puricelli, 2010) en *C. bonariensis*, donde la eficacia de glifosato se incrementó 10% respecto al testigo cuando se agregó AMS al agua con 2500 mg l⁻¹ de CaCO₃.

En otras especies de malezas de hoja ancha como *Amaranthus palmeri*, *Ipomoea lacunosa* (Mueller *et al.*, 2006), *Chenopodium álbum*, *Amaranthus quitensis* (Papa y Bruno, 2006), *Amaranthus retroflexus* y *Chenopodium álbum* (Nurse *et al.*, 2008) el glifosato no aumentó su control por la adición de AMS.

b) Control con glifosato + 2,4-D sal amina

El glifosato en mezcla con 2,4-D sal amina (Tabla 3.10.) permitió un control de 90%, lo que coincide con otros estudios en *Conyza* spp. (Metzler *et al.*, 2013; Kahl *et al.*, 2015; Gianelli *et al.*, 2015 a). Sin embargo, la adición de AMS a la mezcla de glifosato + 2,4-D sal amina, no mejoró el control de *C. sumatrensis* (Tabla 3.11.). Esto coincide con Faccini y Puricelli (2010) en *C. bonariensis* con glifosato + 2,4-D sal amina con y sin AMS donde no se lograron diferencias significativas utilizando agua con 2500 mg l⁻¹ de CaCO₃.

Tabla 3.11. Control con glifosato + 2,4-D sal amina a los 30 DDA.

	Control (%)	
2014	90	a
2015	82	b

Letras distintas indican diferencias significativas entre años de evaluación, según prueba de t (P=0,05).

Determinación de la biomasa aérea

En los tratamientos con glifosato (Tabla 3.12.) no se observaron diferencias significativas en el contenido de biomasa aérea entre los tratamientos sin y con AMS. No hubo diferencias entre los volúmenes de aplicación y años de experimentación

Tabla 3.12. Biomasa aérea en los tratamientos con glifosato y glifosato + 2,4-D sal amina a los 30 DDA.

		Año	Biomasa aérea (Kg ha ⁻¹)	Biomasa aérea respecto al testigo (%)		
Glifosato	Sin sulfato	2014	560	40	a	A
	Con sulfato		532	38	a	A
	Sin sulfato	2015	368	40	a	A
	Con sulfato		340	37	a	A
Glifosato + 2,4-D sal amina	Sin sulfato	2014	162	11	b	B
	Con sulfato		165	12	b	B
	Sin sulfato	2015	140	15	b	B
	Con sulfato		135	14	b	B

Letras minúsculas distintas en la fila indican diferencias significativas entre años, según una prueba de Tukey (P=0,05).

Letras mayúsculas distintas en la fila indican diferencias significativas entre años, según prueba de t (P=0,05).
Materia seca testigo 1400 kg ha⁻¹ (2014) y 920 kg ha⁻¹ (2015).

Materia seca respecto a testigo= Materia seca del tratamiento (kg/ha)*100% / materia seca del testigo.

En los tratamientos con glifosato + 2,4-D sal amina no se observaron diferencias significativas en el contenido de biomasa aérea entre los tratamientos sin y con AMS. No hubo diferencias entre los volúmenes de aplicación y años de experimentación. Si se diferenciaron a los tratamientos realizados con glifosato solo, teniendo una mayor biomasa aérea.

Determinación del porcentaje de cobertura verde

La cobertura verde (Tabla 3.13.) no difirió entre años, siendo menor con glifosato + 2,4-D sal amina.

Tabla 3.13. Porcentaje de cobertura verde en los tratamientos con glifosato y glifosato + 2,4-D sal amina a los 30 DDA.

		Año	Cobertura verde (Cob-Cal) (%)	Cobertura verde respecto al testigo (%)		
Glifosato	Sin sulfato	2014	37	49	a	A
	Con sulfato		38	50,6	a	A
	Sin sulfato	2015	40	51,2	a	A
	Con sulfato		41	52,5	a	A
	Sin sulfato	2014	14	18,6	b	B

Glifosato + 2,4-D sal amina	Con sulfato	2015	15	20	b	B
	Sin sulfato		20	25	b	B
	Con sulfato		19	24,3	b	B

Letras minúsculas distintas en la fila indican diferencias significativas entre años según una prueba de Tukey (P=0,05).

Letras mayúsculas distintas en la fila indican diferencias significativas entre años, según prueba de t (P=0,05). Cobertura testigo 75% (2014) y 78% (2015). Cobertura (%) / Cob. testigo = % Cobertura respecto al testigo.

Efecto de un secuestrante de cationes y AMS a una determinada dureza de agua sobre el control de *C. sumatrensis* con glifosato + 2,4-D sal amina

La maleza predominante en el lote fue *C. sumatrensis* al estado de roseta a 7 cm de altura. La densidad fue de 41 plantas m⁻² y la cobertura del 51,3%.

Condiciones meteorológicas

Las mismas se detallan en Tabla 3.14.

Tabla 3.14. Condiciones meteorológicas durante la aplicación.

Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad viento (Km h ⁻¹)	Δt ⁽¹⁾
22	75 - 80	8 - 15	3,1 - 2,4

⁽¹⁾ Diferencial termómetro seco-termómetro húmedo según humedad relativa de la tabla psicrométrica.

Según el índice de la tabla psicrométrica, se trabajó en condiciones meteorológicas muy buenas (Matthews, 1988).

Calidad del agua

El agua fue extraída de Las Tunas (Dpto. Paraná) caracterizada como moderadamente dura (Andersen, 2012). En la Tabla 3.15. se muestran los análisis de agua antes y después del agregado de cada producto.

Tabla 3.15. Parámetros físicos-químicos del agua.

Tratamientos	pH	Dureza (mg l ⁻¹ CaCO ₃)
Agua sola	7,95	480
Agua + sulfato de amonio	7,27	466
Agua + secuestrante de cationes	6,53	380

Análisis físico-químico Laboratorio de Aguas Rizobacter, Pergamino.

El agregado de AMS, acidificó levemente el pH del agua, a su vez comprobado por Disagro (1994) indicando su efecto acidificante en el suelo y el agua. El secuestrante de cationes acidificó aún más el agua de aplicación y redujo la dureza en 100 mg l^{-1} de dureza.

Eficacia de control de *C. sumatrensis*

En el presente ensayo, el uso de dosis recomendadas de glifosato (3 l ha^{-1} o $1068 \text{ g e.a.ha}^{-1}$), sumado al efecto del 2,4-D sal amina ($1,250 \text{ l ha}^{-1}$ o $750 \text{ g e.a.ha}^{-1}$) y la presencia de *C. sumatrensis* sin ningún tipo de estrés, permitió un control adecuado en todos los tratamientos (Fotos 3.7., 3.8. y 3.9.).

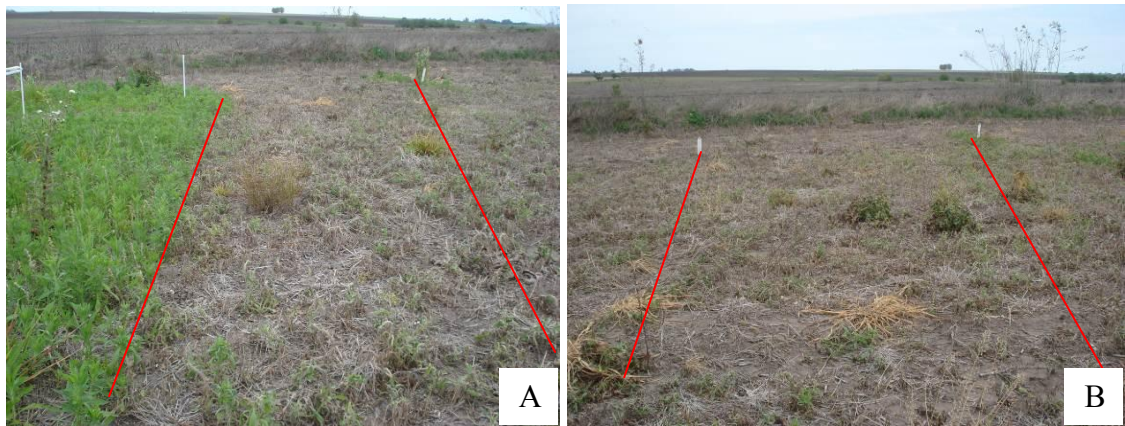


Foto 3.7. A. Con secuestrante de cationes, B. Con AMS, a los 30 DDA.



Foto 3.8. Sin AMS, a los 30 DDA.

Foto 3.9. Testigo a los 30 DDA.

Así, la adición de AMS no mejoró el control (Tabla 3.16), lo que coincide con un estudio con *C. bonariensis* en el cual el control fue similar con o sin agregado de AMS con glifosato + 2,4-D sal amina y glifosato + 2,4-D sal amina + clopyralid con 2500 mg

l^{-1} de dureza (Faccini y Puricelli, 2010) y con otro estudio con *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium álbum* y otras malezas anuales con glifosato a distintas dosis (Nurse *et al.*, 2008).

A su vez, el control de *C. sumatrensis*, no difirió con y sin uso del secuestrante de cationes (Tabla 3.15.). Esto coincide con lo observado por Faccini y Puricelli (2010) en *C. bonariensis* utilizando glifosato + 2,4-D sal amina y glifosato + 2,4-D sal amina + clopyralid con agua de 2500 mg l^{-1} de dureza, donde el agregado de AMS no mejoró el resultado. En otro trabajo el control el control de *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium álbum* y otras malezas anuales no mejoró con la adición de AMS en cualquiera de las dosis de glifosato evaluadas, en comparación con la aplicación de glifosato solo (Nurse *et al.*, 2008).

El porcentaje de remanente verde medido con el software Cob-Cal, fue de alrededor del 20% en todos los tratamientos lo que se atribuye a una falta de control de *C. sumatrensis* debido al avanzado estado de desarrollo lo que permitió el rebrote.

Tabla 3.16. Control y cobertura verde de *C. sumatrensis* a los 35 DDA.

Tratamientos	Control (%)		Cobertura verde (Cob-Cal) (%)		Cobertura verde respecto al testigo (%)	
Sin AMS	80	a	21	a	27,8	a
Con AMS	80	a	19	a	25,2	a
Con secuestrante de cationes	82	a	20	a	26,5	a

Letras distintas dentro de la columna indican diferencias significativas entre tratamientos, según prueba de Tukey ($P=0,05$). Cobertura testigo 75,5%. Cobertura (%) / Cob. testigo = % Cobertura respecto al testigo.

Determinación de la biomasa aérea

No se observaron diferencias significativas en la biomasa de los tratamientos con y sin AMS y con el secuestrante de cationes. La producción de materia seca en promedio fue de 270 kg ha^{-1} y el porcentaje de materia seca, respecto al testigo fue de 26 kg ha^{-1} .

Efecto de un secuestrante de cationes a una determinada dureza de agua sobre el control de *C. sumatrensis* con glifosato y dosis crecientes de 2,4-D sal amina

La maleza predominante fue *C. sumatrensis* en estado de roseta a 7 cm de altura. La densidad fue de 41 plantas m⁻² y la cobertura de 51,3%. En menor densidad se encontró *Dichondra repens* “oreja de ratón”.

Condiciones meteorológicas

Las mismas se detallan en Tabla 3.17.

Tabla 3.17. Condiciones meteorológicas durante la aplicación.

Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad viento (Km h ⁻¹)	Δt ⁽¹⁾
22	75 - 80	8 - 15	3,1 - 2,4

⁽¹⁾ Diferencial termómetro seco-termómetro húmedo según humedad relativa de la tabla psicrométrica.

Según el índice de la tabla psicrométrica, se trabajó en condiciones meteorológicas muy buenas (Matthews, 1988).

Eficacia de control de *C. sumatrensis*

La adición de AMS al agua de aplicación moderadamente dura no modificó significativamente el control en ninguna de las dosis evaluadas. Esto coincide con Faccini y Puricelli (2010) en *C. bonariensis* utilizando glifosato + 2,4-D sal amina y glifosato + 2,4-D sal amina + clopyralid con 2500 mg l⁻¹ de dureza y con otro estudio en *Amaranthus retroflexus* y *Chenopodium álbum* con glifosato (Nurse *et al.*, 2008).

Para las distintas dosis de 2,4-D sal amina se observaron diferencias altamente significativas en el control de *C. sumatrensis* (p<0,0001). Los tratamientos con dosis superiores a 750 g e.a.ha⁻¹ de 2,4-D sal amina presentaron un control superior al 80%. Este resultado coincide con otros estudios en *C. bonariensis* y *C. sumatrensis* utilizando glifosato (1080 g e.a.ha⁻¹) y 2,4-D éster (480 g e.a.ha⁻¹) donde se obtuvo entre un 70 y 80% de control (Papa *et al.*, 2010 b; Metzler *et al.*, 2013).

Las dosis evaluadas por debajo de 750 g e.a.ha⁻¹ de 2,4-D sal amina presentaron un control deficiente, no superando el 55% de control.

Se analizaron en conjunto los tratamientos con y sin AMS ya que no se encontró interacción entre los mismos (Tabla 3.18.).

Tabla 3.18. Control de *C. sumatrensis* a los 30 DDA.

Glifosato (1068 g e.a.ha ⁻¹) + dosis de 2,4-D sal amina (g e.a.ha ⁻¹)	Control (%)	
93,6	20	f
188	40	e
375	55	d
750	82	c
1500	95	b
3000	100	a

Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos, según prueba de Tukey (P=0,05).

Determinación de la biomasa aérea

No se observó interacción entre los tratamientos con y sin AMS, por lo que los mismos se analizaron en conjunto. En cambio se observó que a mayor dosis de 2,4-D sal amina, fue menor la biomasa aérea de la maleza (Tabla 3.19.).

Tabla 3.19. Biomasa aérea de los tratamientos a los 35 DDA.

Glifosato (1068 g e.a.ha ⁻¹) + dosis de 2,4-D sal amina (g e.a.ha ⁻¹)	Biomasa aérea (Kg ha ⁻¹)	Biomasa aérea respecto al testigo (%)	
93,6	500	45,6	d
188	370	60,0	c
375	314	66,0	bc
750	224	75,6	bc
1500	120	87,0	b
3000	50	94,5	a

Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos, según prueba de Tukey (P=0,05).

Materia seca testigo 920 kg ha⁻¹

Materia seca respecto a testigo= Materia seca del tratamiento (kg/ha)*100% / materia seca del testigo.

Determinación del porcentaje de cobertura verde

La cobertura verde de *Conyza* se determinó con el software Cob-Cal, técnica que comprobó el remanente verde por deficiencia de control y/o por la aparición de rebrotes laterales y de meristema central de la planta, a los 37 DDA de los herbicidas (Foto 3.10.).

Los tratamientos con distintas dosis de 2,4-D sal amina presentaron diferencias altamente significativas ($p < 0,0001$) en la cobertura verde (Tabla 3.20.). La mayor cobertura por el deficiente control inicial y luego por la aparición de rebrotes verdes se observó con dosis de 93,6, 188 y 375 g e.a.ha⁻¹ de 2,4-D sal amina, superando el 30%.

Tabla 3.20. Cobertura verde de *C. sumatrensis* a los 35 DDA.

Glifosato (1068 g e.a.ha⁻¹) + dosis de 2,4-D sal amina (g e.a.ha⁻¹)	Cobertura verde (%) (Cob-Cal)	Cobertura verde respecto al testigo (%)	
93,6	42	53,8	a
188	35	44,9	b
375	31	39,7	cb
750	18	23	c
1500	7	8,9	d
3000	0	0	e

Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos, según prueba de Tukey ($P=0,05$).

Cobertura verde testigo 78%. Cobertura (%) / Cob. testigo = % Cobertura respecto al testigo.



Foto 3.10. Presencia de rebrotes de *C. sumatrensis* a los 30 DDA.

La dosis de 750 g e.a.ha⁻¹, presentó menos de 20% de rebrotes en relación al testigo sin control. Estas dosis de herbicidas son las normales de uso a campo en Entre Ríos,

sin embargo para este año de experimentación no fueron suficientes para un control del 100%.

Conclusiones

En las condiciones en las que se realizó el experimento el control de *C. sumatrensis*, con la adición de AMS a agua con CaCO_3 no mejoró utilizando glifosato y la mezcla de glifosato + 2,4-D sal amina.

El AMS y el secuestrante de cationes acidificaron el agua de aplicación. El secuestrante lo hizo en mayor grado, reduciendo el pH a un rango de 4 - 6, que es el óptimo para la aplicación de la mayoría de los herbicidas.

El secuestrante de cationes redujo la cantidad de CaCO_3 disponible en el agua de aplicación.

La presencia de 480 mg l^{-1} de CaCO_3 en el agua no redujo el desempeño de glifosato + 2,4-D sal amina, aún con dosis bajas del hormonal.

El control fue mayor al 80% con glifosato (3 l ha^{-1}) + 2,4-D sal amina a 1,25, 2,5 y $5,0 \text{ l ha}^{-1}$. Con dosis menores de $1,25 \text{ l ha}^{-1}$ de 2,4-D sal amina, el control no alcanzó el 60%.

La mayor cobertura o remanente verde debido al deficiente control y/o la presencia de rebrotes de *Conyza* se observó con las tres dosis más bajas de 2,4-D sal amina.

CAPÍTULO 4

EFECTO DEL USO DE COADYUVANTES EN EL CONTROL DE *Conyza sumatrensis* CON GLIFOSATO + 2,4-D SAL AMINA

Introducción

El agua es considerada la molécula disolvente más importante, utilizada como vehículo para la aplicación de herbicidas. Sin embargo, debido a la alta tensión superficial ($72,6 \text{ mN m}^{-1}$) tiene baja capacidad de retención sobre las hojas por la presencia de ceras epicuticulares de características hidrófobas que actúan como una barrera entre la lámina y el ambiente protegiendo a las células contra el estrés biótico y abiótico. La variación en la composición química, morfológica y estructural de la cera epicuticular entre las distintas especies de malezas asociadas a condiciones ambientales, son factores determinantes de la selectividad y la eficacia de los herbicidas.

Los herbicidas foliares deben penetrar en la cutícula y el plasmalema, antes de alcanzar el citoplasma y posteriormente dirigirse a su sitio de acción (Holloway y Edgerton, 1992). La acción de estos herbicidas muchas veces mejora en presencia de coadyuvantes.

Coadyuvante es un término general utilizado para definir a los aditivos o compuestos que mejoran la eficacia o la eficiencia de un fitosanitario (Cunha y Alves, 2009; Puricelli y March, 2014).

Los coadyuvantes se han clasificado de muchas maneras. La clasificación más comúnmente empleada (McWhorter, 1982; Durigan, 1993; Jalil Maluf, 2014), subdivide a los coadyuvantes en grupos (Figura 4.1.), de acuerdo a

- su función o tipo de acción (activadores, utilitarios y otros).



Figura 4.1. Esquema simplificado de clasificación de los coadyuvantes.

Otras clasificaciones pueden ser:

- por su estructura química: organosiliconados, aceites.
- por su origen: vegetal, derivado del petróleo, sintéticos.

Estas dos últimas clasificaciones sólo son útiles para algunos coadyuvantes (Puricelli y March, 2014).

Entre los coadyuvantes mencionados, en este capítulo se consideran los tensioactivos. Estos productos reducen la tensión superficial de las gotas, lo que asegura que el producto se distribuya y cubra la superficie de las hojas con una fina película mejorando la adherencia y la absorción (Knoche y Bukovac, 1993; Cunha *et al.*, 2010; Cid y Masiá, 2011). Además, facilitan la mezcla en el tanque de pulverización ya que intervienen en la emulsificación de ciertos principios activos. Finalmente los tensioactivos logran un efecto de humectación (Jalil Maluf, 2014). Evitan la cristalización del pulverizado, reducen la viscosidad de las ceras y retrasan el secado de la gota (Puricelli y March, 2014).

Los tensioactivos, pueden clasificarse según su estructura química como no iónicos (sin carga), iónicos (aniónicos -con carga negativa- y catiónicos -con carga positiva). A continuación se describen las características de los tensioactivos más utilizados:

Tensioactivos convencionales

Los tensioactivos disminuyen la tensión superficial y pueden ser convencionales pueden ser no iónicos o iónicos según su característica molecular. Se encuentran entre los productos más utilizados en la aplicación de productos fitosanitarios (Chappell *et al.*, 2005).

Los más comunes dentro de los no iónicos son nonilfenol etoxilado, alcoholes grasos etoxilados y dentro de los iónicos dodecil benceno sulfonato de amonio, alquifenoles etoxilados, entre otros (Puricelli y March, 2014; Jalil Maluf, 2014).

Tensioactivos no convencionales. Organosiliconados

Son no iónicos y se desarrollaron en la década del 1970 pero en los últimos años se han utilizado mucho en aplicaciones agrícolas y se han publicado excelentes

descripciones de estos tensioactivos (Stevens, 1993; Knoche, 1994). Los organosiliconados reducen drásticamente la tensión superficial del líquido pulverizado, hasta tal punto que las gotas se aplanan y se juntan para formar una capa delgada sobre la superficie de la hoja (Hess, 1999; Etchegoyen, 2014). Por ello se los conoce como “súper esparcidores”. Tienen además importantes propiedades humectantes, aumentan la absorción y disminuyen el tiempo de secado lo que provee resistencia a la lluvia (Roggenbuck *et al.*, 1993). Los tensioactivos organosiliconados más comercializados en la actualidad son los trisiloxanos (Cunha *et al.*, 2010).

Gaskin y Stevens (1993) indicaron que los coadyuvantes organosiliconados además de tener las características descritas pueden ser absorbidos por estomas (por la disminución de la tensión superficial) aunque la absorción por estomas es despreciable ya que representan menos del 1% de la superficie de la hoja. Estos coadyuvantes son útiles para todos los herbicidas y su función no depende del carácter de ceras epicuticulares.

Existen tensioactivos organosiliconados con aceite vegetal refinado y modificado (MSO), cumplen la función de antievaporantes, tensioactivos, súper humectantes y penetrantes logrando cobertura aún mayor (Jalil Maluf, 2014).

Existen otras fuentes de coadyuvantes, entre ellos los fertilizantes.

Fertilizantes nitrogenados

Existe un creciente interés en el uso de fertilizantes como coadyuvantes como sulfato de amonio (AMS), nitrato de amonio o urea y urea nitrato de amonio (UAN) para mejorar la eficacia. Los fertilizantes son considerados también activadores fisiológicos de las malezas ya que permiten que las moléculas de herbicida ingresen rápidamente y se transporten acelerando el efecto de quemado (Jalil Maluf, 2014). El más utilizado es el AMS para capturar los cationes que inhiben la acción del glifosato, 2,4-D, dicamba, imazetapir, nicosulfurón y cletodim (Nalewaja y Matysiak 1993 a, 1993 b, McMullan, 1994). En el mercado hay formulaciones de AMS con muy alta solubilidad. La concentración recomendada varía según sea la cantidad de cationes: entre el 1 al 3% del caldo en la presentación líquida y 0,5 al 1% en la sólida. En el país

se destacan los trabajos realizados por Rodríguez (2000), uno de los primeros impulsores del uso de este producto.

Acción de los coadyuvantes en la hoja

La sensibilidad de las malezas a los herbicidas varía según factores característicos de cada especie (Galon *et al.*, 2007). Por ejemplo, las plantas de *Digitaria sanguinalis* poseen pilosidad abundante en hojas y tallos lo que favorece la retención de herbicidas y por lo tanto reduce la pérdida por endoderiva (deslizamiento) (Smeda y Putnam, 1989).

Santos *et al.* (2014 a) indican en biotipos de *Conyza* spp. que las características anatómicas de la hoja presentan barreras a la penetración. De acuerdo a Procopio *et al.* (2003) las principales barreras foliares a la penetración de herbicidas en la hoja de *C. bonariensis* son la alta densidad de tricomas (pelos glandulares y no glandulares, escamas y papillas), el gran espesor de la cutícula del lado adaxial; baja densidad estomática en el lado adaxial y la presencia de cera epicuticular, principalmente del lado adaxial. Así mismo, es probable que estas características presentes en las hojas de *Conyza* spp. intercepten y/o disminuyan la absorción de las gotas del herbicida pulverizado, impidiendo que lleguen a la epidermis propiamente dicha, lo que reduce la absorción de los herbicidas (Yamashita y Guimaraes, 2011). Iost y Raetano (2010) mencionan que los tensioactivos organosiliconados fueron más eficientes en la reducción de la tensión superficial y proporcionaron mayor humectación de la superficie de *Euphorbia heterophylla* con tricomas, por lo tanto pueden ser utilizados como alternativa para superar efectos negativos de tricomas sobre la absorción de los herbicidas.

Objetivos

Los objetivos de este capítulo son evaluar el control de *C. sumatrensis* en estado de roseta en barbecho químico mediante el uso de coadyuvantes con glifosato + 2,4-D sal amina con:

- i) dosis de herbicidas de uso en la zona e inferiores a las mismas.

Materiales y Métodos

Se realizaron experiencias en 2014 en un lote de producción en Camps (31° 55'48,89''S y 60° 14'00,12''O) en barbecho después de un cultivo de maíz y en 2015 en el ejido de Crespo (32° 02'06,88''S y 60° 22'17,30''O) en un rastrojo de soja. Ambos lotes presentaban una alta infestación de *C. sumatrensis* en estado de roseta a tallo elongado. La determinación de la cantidad de malezas presentes se realizó siguiendo la metodología definida en el Capítulo 2.

Calidad del agua

Se utilizó como vehículo de aplicación agua que había disponible en pozo semi-surgente en el lote donde se efectuaron los ensayos.

Tecnología de aplicación y tratamientos

En ambas experiencias, los tratamientos se realizaron con el equipo pulverizador experimental descrito en el Capítulo 2. Se erogó un volumen de aplicación de 75 l ha⁻¹, a 2,8 bares de presión y a una velocidad de 9,5 km h⁻¹. Se colocaron tarjetas hidrosensibles en 8 sitios por tratamiento coadyuvante. Su lectura se realizó a gabinete siguiendo la metodología explicada en el Capítulo 2.

Se empleó glifosato en formulación estándar líquida soluble de la sal monopotásica al 48% y una concentración de 360 g e.a.l⁻¹ y 2,4-D sal amina al 50% con una concentración de 480 g e.a.l⁻¹. Los coadyuvantes y dosis se muestran en la Tabla 4.1.

Tabla 4.1. Herbicidas y dosis, coadyuvantes, marcas comerciales y principales funciones (2014).

Herbicidas (g e.a.ha ⁻¹)	Coadyuvantes		Marca comercial	Tipo de coadyuvante	Funciones
	p.a.	Dosis/ Concentrac.			
	N 6% y (ácido fosfórico) P ₂ O ₅ 14%, fosfitos y aminoácidos	100 cc ha ⁻¹	Fulltec base	Fertilizante	Penetrante y translocador de los herbicidas
	Sulfato de			Secuestrante	Fertilizante

Glifosato (1080) + 2,4-D sal amina (727,5)	amonio 47% (Nt 7,2% y S 8,7%)	2% v/v	AFA	de cationes	Secuestrante de cationes
	Esteres metílicos de aceites vegetales 70% y copolímero de polialquileno y silicona 30%	250 cc ha ⁻¹	Extremo	Organosiliconado	Humectante, penetrante y antievaporante
	Heptametiltrisiloxano modificado 84%	50 cc/100 l de agua	Silwet L*Ag	Organosiliconado	Humectante y adherente
	Alquil aril poliglicol éter 15,5 g.	20 cc/100 l de agua	Maxi drop	Tensioactivo no iónico	Antievaporante y antideriva
	Sin agregado de coadyuvante	---	AFA II y Atanor	---	Herbicidas
Glifosato (1080)	Sin agregado de coadyuvante	---	AFA II	---	Herbicida

Los tratamientos de la experiencia del 2015 se muestran en la Tabla 4.2.

Tabla 4.2. Herbicidas y dosis, coadyuvantes, marcas comerciales y principales funciones (2015).

Herbicidas * (g e.a.ha ⁻¹)	Coadyuvantes		Marca comercial	Tensioactivo	Funciones
	p.a.	Dosis/ Concentrac			
Glifosato (900) + 2,4-D sal amina (576)	Nonilfenol etoxilado 40 g	150 cc en 100 l de agua	GS - 40 full	No iónico convencional	Humectante adherente, disminuye tensión superficial
	Nonilfenol etoxilado	1 l en 1000 l de agua	Harrier	No iónico	Humectante penetrante
	Siliconado	0,5 al 2%	Superwet	Organosiliconado	Antievaporante, súper

					humectante, antideriva y antievaporante
	Ésteres de aceites veg. 70% y copolímero de polialquileno y silicona 30%	250 cc ha ⁻¹	Extremo	Organosiliconado	Súper humectante, penetrante y antievaporante
	Sin coadyuvante	---	---	---	---
Glifosato (720) + 2,4-D sal amina (576)	Nonilfenol etoxilado 40 g	150 cc en 100 l de agua	GS - 40 full	Tensioactivo no iónico convencional	Ítem anterior
	Nonilfenol etoxilado	1 l en 1000 l de agua	Harrier	Tensioactivo no iónico	Ítem anterior
	Siliconado	0,5 al 2%	Superwet	Organosiliconado	Ítem anterior
	Ésteres de aceites veg. 70% y copolímero de polialquileno y silicona 30%	250 cc ha ⁻¹	Extremo	Organosiliconado	Ítem anterior
	Sin coadyuvante	--	---	---	---
Glifosato (720) + 2,4-D sal amina (384)	Nonilfenol etoxilado 40 g	150 cc en 100 l de agua	GS - 40 full	Tensioactivo no iónico	Ítem anterior
	Nonilfenol etoxilado	1 l en 1000 l de agua	Harrier	Tensioactivo no iónico	Ítem anterior
	Siliconado	0,5 al 2%	Superwet	Organosiliconado	Ítem anterior
	Ésteres de aceites veg. 70% y copolímero de polialquileno y	250 cc ha ⁻¹	Extremo	Organosiliconado	Ítem anterior

	silicona 30%				
	Sin coadyuvante	---	---	---	---

Diseño experimental

El diseño del experimento fue de parcelas divididas en bloques con tres repeticiones. Cada parcela media 4 x 20 m. La parcela mayor fue la mezcla herbicida, con una sola dosis (1080 g e.a.ha⁻¹ de glifosato + 727,5 g e.a.ha⁻¹ de 2,4-D sal amina) y la parcela menor el agregado de coadyuvante - tensioactivos, con cinco niveles. Mientras que en el experimento de 2015 la parcela mayor fue la mezcla herbicida, con tres niveles de dosis (900 y 720 g e.a.ha⁻¹ glifosato + 576 y 384 g e.a.ha⁻¹ de 2,4-D sal amina) y la menor el agregado coadyuvantes - tensioactivos, con cuatro niveles. El volumen de aplicación (75 l ha⁻¹) que fue uno solo, para ambas experiencias.

Evaluación

Los tratamientos se evaluaron 10, 20 y 30 días después de la aplicación (DDA) a través de una observación visual, utilizando una escala subjetiva descrita en el Capítulo 2. A los 30 DDA se determinó la cobertura verde de las malezas a través software Cob-Cal y la biomasa aérea con 8 repeticiones por tratamiento, siguiendo la metodología de trabajo detallada en el Capítulo 2.

Análisis estadístico

Se analizaron los datos de cada año de experimentación mediante ANOVA y comparación de medias con la prueba de Tukey (P=0,05) utilizando el programa estadístico Statistix 2.0.

Resultados y Discusión

Las características de la maleza previa a la aplicación se observan en la Tabla 4.3.

Tabla 4.3. Cantidad de hojas expandidas, diámetro, altura, número y cobertura de la maleza en las parcelas.

	Hojas expandidas (n°)		Diámetro (cm)		Altura (cm)		Número de malezas m ⁻²		Cobertura parcelas (%)	
2014	12	b	8	b	5	b	39	a	35	b
2015	17	a	12	a	8	a	20	b	44	a

Letras distintas indican diferencias significativas, según prueba de t (P=0,05).

Las fechas de aplicación, finalización y hora se muestran en Tabla 4.4.

Tabla 4.4. Fechas de realización de los tratamientos.

	Fecha de realización	Hora de aplicación	Fecha de finalización
2014	12 de agosto	16:00 - 18:30	12 de septiembre
2015	04 de septiembre	10:00 - 12:30	04 de octubre

Condiciones meteorológicas

Las mismas se muestran en la Tabla 4.5.

Tabla 4.5. Condiciones meteorológicas durante la aplicación.

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad viento (Km h ⁻¹)	Δt ⁽¹⁾
2014	14 - 7	44 - 47	18 - 12	6 - 4
2015	15 - 20	49 - 38	10 - 7	5 - 8

⁽¹⁾ Diferencial termómetro seco-termómetro húmedo según humedad relativa de la tabla psicrométrica.

Según el índice de la tabla psicrométrica, se trabajó en condiciones meteorológicas buenas para ambos años (Matthews, 1988).

Calidad del agua

De acuerdo a la clasificación se la considera un agua moderadamente dura (Andersen, 2012). Los parámetros de calidad de agua se muestran en la Tabla 4.6.

Tabla 4.6. Calidad del agua de aplicación.

Parámetros	2014	2015
Dureza (mg l ⁻¹ de CaCO ₃)	142	195
pH	7,6	7,2

Laboratorio AgroSpray.

Calidad de aplicación

i. 2014

El número de impactos cm⁻² logrado (Tabla 4.7.) no presentó diferencias significativas entre coadyuvantes y fue prácticamente el doble de lo evaluado por Massaro *et al.* (2014 a) en herbicidas pos-emergentes, donde en el control de *Conyza* spp. con herbicidas sistémicos (glifosato y fluroxypir) se encontró que con 21 impactos cm⁻² y gotas muy grandes (VC) el tratamiento fue satisfactorio.

Con AMS la mayor cantidad de gotas se debió a su menor tamaño de las mismas, mientras que los otros tratamientos, presentaron un número menor de gotas, pero de mayor tamaño (tratamiento con el coadyuvante Silwet, Maxi drop). Para este último coadyuvante, coincide con Tesouro *et al.* (2003) donde encontraron que el agregado de alcohol etoxilado o de nonilfenol al caldo de pulverización incrementó el grado de cobertura logrado, a causa del aumento en el tamaño o en el número de impactos que alcanzaron el objetivo.

Tabla 4.7. Parámetros resultantes de la aplicación (2014).

Tipo de coadyuvante	Marca comercial	Impactos (N° cm ⁻²)		DVM (µm)		Factor de dispersión		Eficiencia (%)	
Fertilizante	Fulltec base	153	a	437	ab	2,4	a	89	a
Secuestrante de cationes	AFA	157	a	334	b	2,4	a	77	b
Organosiliconado	Extremo	150	a	339	b	2,2	a	73	b
Organosiliconado	Silwet	143	a	451	a	2,2	a	90	a

No iónico convencional	Maxi drop	146	a	406	ab	2,4 a	a	70	b
------------------------	-----------	-----	---	-----	----	-------	---	----	---

* Tensioactivo.

Letras distintas entre las filas indican diferencias significativas en los tratamientos coadyuvantes, según prueba de Tukey (P=0,05).

El tamaño de gotas estuvo comprendido dentro del rango de 350 y 600 μm propuesto para herbicidas por Ozkan (1998). Se evaluó el riesgo de deriva, teniendo en cuenta la norma ASABE S572 (Wolf, 2010).

Todos los tratamientos en 2014 produjeron gotas que según dicha clasificación son muy gruesas, apropiadas para las condiciones meteorológicas en que se desarrolló el ensayo. Silwet produjo mayor DVM que AMS y Extremo. La diferencia de DVM entre los organosiliconados, se explica porque Extremo tiene un agregado de aceite vegetal que sería el responsable de la disminución de la tensión superficial. El coadyuvante Maxi drop (nonilfenol) y el fertilizante Fulltec base mostraron comportamiento intermedio en el DVM.

El factor de dispersión, es otro parámetro que refleja la calidad de aplicación y no manifestó diferencias entre los tratamientos.

En el presente estudio, en general la eficiencia de todos los tratamientos fue buena, siendo mayor con los coadyuvantes Fulltec base y Maxi drop, como consecuencia de la relación entre el número de impactos y el DVM de las gotas.

ii. 2015

La mayor cobertura de gotas se obtuvo con el coadyuvante organosiliconado Superwet, si bien el tamaño de las mismas fue intermedio en comparación con GS - 40 full y Harrier que produjeron menor cantidad de gotas, pero relativamente de mayor tamaño, clasificándose como gruesas (C) y extremadamente gruesas (XC) respectivamente (Tabla 4.8.).

Tabla 4.8. Parámetros resultantes de la aplicación (2015).

Tipo de coadyuvante	Marca comercial	Impactos (N° cm ⁻²)		DVM (µm)		Factor de dispersión		Eficiencia (%)	
No iónico convencional *	GS - 40 full	172	b	329	b	1,5	a	85	b
No iónico convencional *	Harrier	176	b	454	a	1,3	a	98	a
Organosiliconado	Superwet	241	a	352	b	1,7	a	80	b
Organosiliconado	Extremo	205	a	396	a	1,8	a	94	a
--	Sin coadyuv.	213	a	330	b	1,5	a	76	b

* Tensioactivo.

Letras distintas entre filas indican diferencias significativas entre los tratamientos coadyuvantes, según prueba de Tukey (P=0,05).

La mayor eficiencia se obtuvo con Harrier (por el mayor tamaño de las gotas) y con Extremo (por la mayor cantidad de gotas).

Eficacia de control de *C. sumatrensis*

i. 2014

Entre los coadyuvantes, la eficacia en el control temprano (10 DDA) fue mayor para Fulltec base y Maxi drop, siguiéndole AMS (Tabla 4.9.). El menor control temprano se observó con Extremo y Silwet. Similar comportamiento fue evaluado por Allieri (2013). En cuanto al control final (30 DDA) Fulltec base y Maxi drop mostraron un 100% de eficacia, mientras que el resto de los tratamientos no difirieron entre sí.

Tabla 4.9. Velocidad de control de *C. sumatrensis* a los 10, 20 y 30 DDA.

Tipo de coadyuvante	Marca comercial	Control (%)					
		10 DDA		20 DDA		30 DDA	
Fertilizante	Fulltec base	70	a	90	a	100	a
Secuestrante de cationes	AFA	50	b	80	a	97	a
Organosiliconado	Extremo	40	b	60	b	95	a
Organosiliconado	Silwet	40	b	60	b	95	a
Tensioactivo no iónico convencional	Maxi drop	65	a	85	a	100	a
---	Sin coadyuvante	50	ab	85	a	95	a
---	Glifosato solo	20	c	30	c	36	b

Letras minúsculas distintas entre filas indican diferencias significativas en los tratamientos coadyuvantes, según prueba de Tukey (P=0,05)

Glifosato + 2,4-D sal amina -sin coadyuvante y con AMS mostró comportamiento similar. Con glifosato solo, el control fue muy bajo y no varió a lo largo de la experiencia. El porcentaje de cobertura verde de las malezas a los 30 DDA según el software Cob-Cal y la evaluación visual de control en *C. sumatrensis* se detallan en Tabla 4.10.

Tabla 4.10. Cobertura verde de *C. sumatrensis* a los 30 DDA.

Tipo de coadyuvante	Marca comercial	Cobertura verde (Cob-Cal) (%)		Cobertura verde respecto al testigo (%)	
Fertilizante	Fulltec base	3	b	3,1	b
Secuestrante de cationes	AFA	5	b	5,3	b
Organosiliconado	Extremo	9	b	9,05	b
Organosiliconado	Silwet	10	b	10,5	b
No iónico convencional *	Maxi Drop	3	b	3,1	b
--	Glifosato + 2,4-D sal amina (Sin coadyuvante)	9	b	9,5	b
--	Glifosato solo	35	a	36,8	a

* Tensioactivo.

Letras distintas entre filas indican diferencias significativas en los tratamientos coadyuvantes, según prueba de Tukey (P=0,05). Cobertura verde testigo 95%. Cobertura (%) / Cob. testigo = % Cobertura respecto al testigo.

El agregado de coadyuvantes a la mezcla de herbicidas no produjo diferencias significativas en ninguno de los parámetros medidos respecto del testigo sin la adición. Esto coincide con Allieri (2013) que solo observó sintomatología levemente mayor en las plantas tratadas sin diferencias significativas. En cambio, en el presente trabajo cuando se aplicó glifosato solo, el control con $1080 \text{ g e.a.ha}^{-1}$ fue muy bajo (36%) diferenciándose estadísticamente del resto de los tratamientos. Este valor fue similar al 30% de control determinado por Metzler *et al.* (2013) empleando glifosato sólo a iguales dosis, independientemente del momento de aplicación y tamaño de la maleza.

Glifosato + 2,4-D sal amina ($727,5 \text{ g e.a.ha}^{-1}$) produjo un control del 93%, mucho mayor, en comparación con glifosato solo, lo que coincide con otros trabajos en *C. bonariensis* Metzler *et al.* (2013) y con Allieri (2013) (Foto 4.2.).



Foto 4.2. Panorámica del ensayo de coadyuvantes en 2014 y detalle de control.

ii. 2015

No se observaron diferencias de control (Foto 4.3.) con la dosis más alta de glifosato ($900 \text{ g e.a.ha}^{-1}$) + 2,4-D sal amina ($576 \text{ g e.a.ha}^{-1}$) entre GS - 40 full, Harrier, Superwet, Extremo y el tratamiento sin coadyuvante a los 10, 20 y 30 DDA. Esto difiere de 2014, año en el que se observó levemente un mejor control con Superwet y Extremo sin existir diferencias significativas (Tabla 4.11.).

Tabla 4.11. Control y cobertura verde de *C. sumatrensis* a los 30 DDA.

Herbicidas (g e.a.ha ⁻¹)	Tipos de coadyuvante	Marca comercial	Control (%)		Cobertura verde (Cob-Cal) (%)		Cobertura verde respecto al testigo (%)	
Glifosato (900) + 2,4-D sal amina (576)	No iónico *	GS - 40 full	85	ab	18	cd	38	ab
	No iónico *	Harrier	85	ab	18	cd	38	ab
	Organosiliconado	Superwet	90	a	16	e	40	a
	Organosiliconado	Extremo	90	a	16	e	40	a
	---	Sin coadyuv	85	ab	18	cd	38	ab
Glifosato (720) + 2,4-D sal amina (576)	No iónico *	GS - 40 full	80	b	19	c	37	ab
	No iónico *	Harrier	80	b	19	c	37	ab
	Organosiliconado	Superwet	80	b	18	cd	38	ab
	Organosiliconado	Extremo	80	b	18	cd	38	ab
	---	Sin coadyuv	80	b	19	c	37	ab
Glifosato (720) + 2,4-D sal amina (384)	No iónico *	GS - 40 full	72	c	21	bc	35	b
	No iónico *	Harrier	72	c	21	bc	35	b
	Organosiliconado	Superwet	72	c	22	b	34	bc
	Organosiliconado	Extremo	72	c	21	bc	35	b
	---	Sin coadyuv	72	c	24	a	32	c

* Tensioactivo.

Letras distintas entre filas indican diferencias estadísticas en los tratamientos coadyuvantes, según prueba de Tukey (P=0,05). Cobertura verde testigo 56%. Cobertura (%) / Cob. testigo = % Cobertura respecto al testigo.

El control con la dosis intermedia de glifosato (720 g e.a.ha⁻¹) + 2,4-D sal amina (576 g e.a.ha⁻¹) solo Superwet y Extremo mostraron mayor control de *C. sumatrensis*, con respecto a la dosis más alta de herbicidas aplicada. La reducción de 180 g e.a.ha⁻¹ o de 0,5 l ha⁻¹ de glifosato no modificó el control, debido a la resistencia del biotipo de Entre Ríos tiene a este p.a. (Puricelli *et al.*, 2015). Con la dosis menor de glifosato (900 g e.a.ha⁻¹) + 2,4-D sal amina (384 g e.a.ha⁻¹) se alcanzó un 72% de control, sin observarse diferencias significativas entre los tratamientos con y sin coadyuvante. En cambio, se observaron diferencias con mayores dosis, fundamentalmente por la mayor dosis de 2,4-D sal amina.

La cobertura o remanente verde a los 30 DDA, se debió a la presencia de plantas controladas parcialmente y a los rebrotes de las mismas (Foto 4.4.). Con las dosis intermedias a altas de glifosato + 2,4-D sal amina no hubo diferencias significativas en la cobertura verde que estuvo comprendida en todos los casos entre un 15 a un 20%. Solo con las dosis bajas se observó mayor cantidad de materia verde sin coadyuvante, que con coadyuvante. La presencia de rebrotes fue de un 25 a 30%.

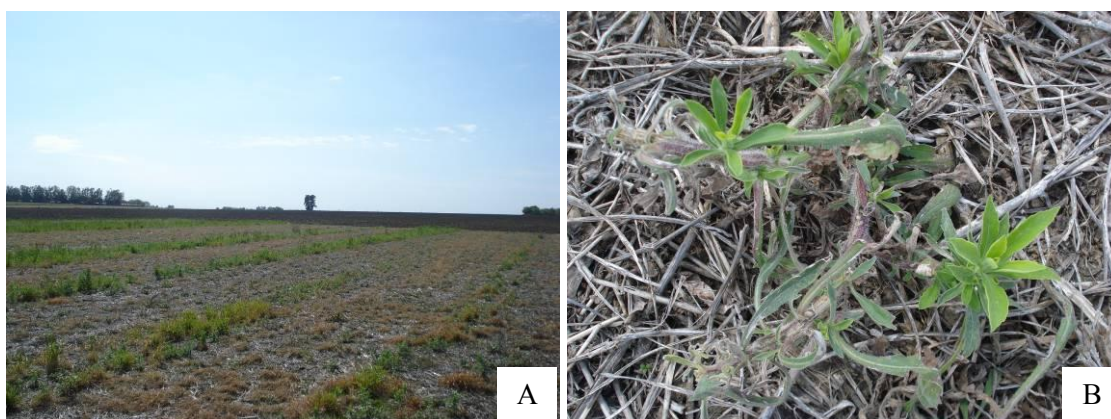


Foto 4.3. A. Panorámica ensayo de coadyuvantes (2015). B. Rebrotos de la maleza a los 30 DDA.

Conclusiones

El control de *C. sumatrensis* con coadyuvantes durante 2014 fue satisfactorio a los 30 DDA, no evidenciándose diferencias significativas entre los mismos.

Los coadyuvantes Fulltec base y Maxi drop se destacaron del resto por una mayor velocidad en la aparición de los síntomas a los 10 DDA, sin embargo no hubo diferencias entre coadyuvantes al finalizar el experimento (30 DDA).

No se observaron diferencias significativas en la eficacia de glifosato + 2,4-D sal amina con y sin coadyuvante.

La adición de 2,4-D sal amina al glifosato mejoró sensiblemente la eficacia de control.

En 2015 los resultados fueron similares a la experiencia de 2014, aunque no se observaron diferencias en el control de *C. sumatrensis* entre los coadyuvantes.

Puede concluirse que la aplicación de coadyuvantes para el control de *C. sumatrensis* en las condiciones meteorológicas existentes durante la aplicación de los tratamientos no fueron necesarios.

CAPÍTULO 5

EFECTO DE LA DOSIS HERBICIDA Y DE LA DUREZA DEL AGUA SOBRE EL CONTROL DE *Conyza sumatrensis* EN DISTINTOS ESTADOS DE DESARROLLO

Introducción

El control de malezas con glifosato y otros herbicidas está particularmente influenciado por el estado de desarrollo o tamaño de las plantas al momento de la aplicación (Devlin *et al.*, 1991; Klingaman *et al.*, 1991; Blackshaw y Harker, 1997; Vanlieshout *et al.*, 2000; Koger *et al.*, 2004; Shrestha *et al.*, 2007). Existen estudios donde el comportamiento del glifosato varía según la especie presente de *Conyza* y su grado de desarrollo (Nisensohn *et al.*, 2011). Así, en la mayoría de los biotipos de *Conyza* spp., el control con glifosato fue deficiente en aplicaciones tardías que resultan en plantas grandes (Sanson *et al.*, 2013). Debido a un mal manejo y a un retraso en el control *Conyza* spp. puede presentar reducido control en el barbecho químico, llegando a interferir con el cultivo de soja (Tuesca *et al.*, 2009).

En el ámbito de la toxicología y ecotoxicología se han desarrollado varios estudios que relacionan la respuesta de una determinada especie a la aplicación de diferentes dosis de un compuesto químico. Particularmente en malezas, es de gran importancia conocer la relación entre la dosis del herbicida y la respuesta de la planta para comenzar a dilucidar su mecanismo de acción (Seefeldt *et al.*, 1995). Para esto se realizan curvas de dosis-respuesta, que en su forma más simple, permite cuantificar la sensibilidad de una maleza a un determinado herbicida.

Streibig *et al.* (1993) propusieron utilizar el modelo log-logístico de regresión no lineal, adaptando el desarrollado inicialmente en farmacología y toxicología 40 años atrás (Jerne y Wood, 1949). Este modelo permite obtener una ecuación para la curva y también el grado de ajuste por medio de análisis de la variancia. El modelo log-logístico planteado describe a una curva del tipo sigmoidea simétrica respecto del punto de inflexión. Los parámetros son los límites superior e inferior, definidos como la respuesta de plantas no tratadas y tratadas con altas dosis de herbicida, respectivamente; la pendiente de la curva en el punto de inflexión y la dosis de herbicida que provoca una respuesta del 50%. Las variables más comúnmente evaluadas que han sido utilizadas para la construcción de estas curvas incluyen el peso fresco o seco de las plantas (Streibig y Kudsk, 1993), la biomasa

relativa (Knezevic *et al.*, 1998), estimaciones visuales de control de malezas (Knezevic *et al.*, 2004), longitud de raíz, área foliar y otras medidas de crecimiento (Evans *et al.*, 2003). La elección de la variable a evaluar, así como selección de las dosis de herbicida a aplicar, son de crucial importancia a la hora de obtener una curva representativa del comportamiento de la planta frente al herbicida y de llevar a cabo comparaciones entre experimentos.

La relación entre la dosis de herbicida y la respuesta de las malezas es importante para dilucidar la eficacia del herbicida (Seefeldt *et al.*, 1995).

Existen numerosos estudios recientes sobre el efecto de la dosis de glifosato sobre el control de *Conyza* spp.:

En España se estudió la sensibilidad de *C. sumatrensis* (10 - 12 hojas) donde difirió entre dos biotipos pertenecientes a un lote con múltiples aplicaciones de glifosato y otro lote utilizado como testigo, sin historial de tratamiento herbicida. Las DL_{50} fueron de 2.895, 1.904 y 307 g e.a.ha⁻¹ de glifosato Roundup al 36%, respectivamente (Langa *et al.*, 2015).

En otros estudios, se encontró resistencia en biotipos de *C. bonariensis* y *C. sumatrensis* con glifosato y con glufosinato (González-Torralva *et al.*, 2012). Asimismo (González-Torralva *et al.*, 2010) observaron que *C. sumatrensis* fue más susceptible a glifosato que *C. bonariensis* y *C. canadensis*, cuando las plantas se encontraban en estado de roseta (6-8 hojas). Los valores de DL_{50} fueron de 2,9, 15,7 y 3,9 g i.a.ha⁻¹, para *C. sumatrensis*, *C. bonariensis* y *C. canadensis*, respectivamente

En Argentina, en *C. bonariensis* se encontraron biotipos de difícil control (Nisensohn *et al.*, 2011) y en otro estudio se demostró la existencia de biotipos resistentes (Puricelli *et al.*, 2015). El glifosato controló satisfactoriamente a un biotipo de *C. sumatrensis* estado de roseta (3 a 8 cm de diámetro) aún con dosis bajas (Tuesca *et al.*, 2009). En otros estudios se encontraron tanto biotipos susceptibles como uno resistente correspondiente a Entre Ríos (Balassone *et al.*, 2015).

Hao *et al.* (2009) indica que la biología reproductiva de *C. sumatrensis* es poco conocida. En un estudio de la biología y fenología reproductiva de la especie, se demostró la producción autógama de semillas, con un sistema de apareamiento de autorregulación y de polinización cruzada, podrían contribuir a su dispersión invasiva de la especie. La invasión se ve reforzada por la alta y rápida producción de aquenios, la rápida tasa de germinación y la alta capacidad de dispersión de los aquenios. Este conocimiento es relevante, considerando la invasión exitosa a través de semillas en amplias áreas.

Todas las especies de *Conyza* pueden dispersar un gran número de semillas de manera efectiva a través de largas distancias, alcanzando más de 100 km (Monsanto Company, 2005) dado por la acción del viento, siendo eficiente debido a la baja velocidad de asentamiento de la semilla.

La producción de semillas de *Conyza* spp. es muy abundante (Kempen y Graf, 1981; Wu *et al.*, 2007; Hao *et al.*, 2009) y puede alcanzar en *C. bonariensis* hasta 375.561 semillas (Kempen y Graf, 1981). En *C. sumatrensis* la producción fue de 60.000 (Hao *et al.*, 2009) y en *C. canadensis* de hasta 200.000 semillas por planta, con una correlación positiva entre la altura de la planta y la fecundidad total (Weaver, 2001; Shields *et al.*, 2006).

Gianelli *et al.* (2015 b) indica que las poblaciones naturales de malezas se encuentran reguladas en su abundancia por diversos factores que dependen de las densidades, los cuales restringen el potencial reproductivo de las mismas. En tal sentido, la densa dependencia, se encuentra estrechamente asociada a la fecundidad, ya que cuanto mayor es el tamaño de la planta, por menor competencia, mayor es el número de semillas producidas por las plantas, y por lo tanto la fecundidad es mayor.

Hay también una estrecha relación entre la altura de la planta y la cantidad de semillas de *Conyza* spp. En forma aislada, una planta de 0,4 m puede tener una producción de semillas de 2000, mientras que una de 1,5 metros produce más de 230.000 semillas (Regehr y Bazzaz, 1979; Weaver, 2001; Lazaroto *et al.*, 2008). En otro estudio en un lote con infestación natural, en Buenos Aires, se determinó que la producción de semillas por planta de *C. sumatrensis* se relacionaba directamente con la altura y el peso fresco de las plantas.

Con la densidad de una planta m^{-2} la producción de semillas alcanzó valores de 3.418.293 semillas por planta, con una altura de planta de 1,23 m. En el otro extremo, con 600 plantas m^{-2} produjeron 17,6 semillas por planta, con una altura de 0,82 m.

Otros estudios indican que plantas de *C. canadiensis* tratadas con glifosato y glifosato + cloransulam produjeron cantidades similares de biomasa aérea y semillas en comparación con las plantas no tratadas (Davis *et al.*, 2009).

Siendo que la abundancia de *C. sumatrensis* está gobernada por la producción de semillas, una correcta práctica de control a largo plazo debe tener en cuenta la disminución del aporte de semillas al banco de semillas (Gianelli *et al.*, 2015 b).

Los objetivos de este capítulo son conocer el efecto de las dosis de glifosato solo y en mezcla con 2,4-D sal amina y de la dureza del agua en distintos estado de desarrollo de la maleza. Determinar la producción de semillas por planta posterior al tratamiento.

Materiales y Métodos

El experimento se realizó en 2014 y 2015, en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de Rosario (UNR), situado en Zavalla (Santa Fe), (33°0'39,06"S 60°53'06,63"O).

Identificación de los biotipos

Las semillas de *C. sumatrensis* se recolectaron de plantas adultas de cinco campos del Dpto. Paraná (Entre Ríos), donde habían sobrevivido a múltiples aplicaciones de glifosato, durante febrero y marzo y se almacenaron a temperatura ambiente. A fines de marzo se sembraron en bandejas de germinación de plástico en el laboratorio.

Posteriormente se trasplantaron a macetas de plástico con agujeros de drenaje (18 cm de profundidad, 15 cm de ancho) que contenían tres kilos de suelo tamizado (tierra y perlita) (Tabla 5.1.).

Tabla 5.1. Fechas de siembra y trasplante de *C. sumatrensis*.

	Siembra	Trasplante
2014	Marzo - abril	Fines de junio
2015	Mayo - junio *	Mediados de agosto

*En el año 2015, las semillas presentaron dificultades en la germinación

Una vez realizado el trasplante, las macetas se mantuvieron al aire libre para lograr el ambiente de luz natural y temperatura existente en forma natural durante el barbecho. Se ralearon las plantas a una por maceta. Las macetas se regaron con regularidad y se mantuvieron libres de insectos, hongos y otras malezas.

Calidad del agua y tratamientos

Se utilizó agua desmineralizada con agregado de carbonato de calcio (96%), para obtener aguas con 500 y 1000 mg l⁻¹ de dureza.

Los herbicidas utilizados fueron glifosato formulado comercial como sal monopotásica al 48% (360 g e.a.ha⁻¹) y 2,4-D sal amina formulado al 50% (480 g e.a.ha⁻¹). Los tratamientos herbicidas se detallan en Tabla 5.2.

Tabla 5.2. Tratamientos herbicidas.

Dureza (mg l⁻¹ de CaCO₃)	Dosis	Dosis de glifosato (g e.a.ha⁻¹)	Dosis de 2,4-D sal amina (g e.a.ha⁻¹)	Producto comercial (l ha⁻¹)
0	0X	--	--	--
	¼X	270	--	0,75
	½X	540	--	1,5
	1X	1080	--	3
	2X	2160	--	6
	4X	4320	--	12
	8X (*)	8640	--	24
	0X	--	--	--
¼X	270	--	0,75	

500	½X	540	--	1,5
	1X	1080	--	3
	2X	2160	--	6
	4X	4320	--	12
	8X (*)	8640	--	24
1000	0X	--	--	--
	¼X	270	--	0,75
	½X	540	--	1,5
	1X	1080	--	3
	2X	2160	--	6
	4X	4320	--	12
	8X (*)	8640	--	24
0	0X	--	727,5	0 + 1,5
	¼X	270	727,5	0,75 + 1,5
	½X	540	727,5	1,5 + 1,5
	1X	1080	727,5	3 + 1,5
	2X	2160	727,5	6 + 1,5
	4X	4320	727,5	12 + 1,5
500	0X	--	727,5	0 + 1,5
	¼X	270	727,5	0,75 + 1,5
	½X	540	727,5	1,5 + 1,5
	1X	1080	727,5	3 + 1,5
	2X	2160	727,5	6 + 1,5
	4X	4320	727,5	12 + 1,5
1000	0X	--	727,5	0 + 1,5
	¼X	270	727,5	0,75 + 1,5
	½X	540	727,5	1,5 + 1,5
	1X	1080	727,5	3 + 1,5
	2X	2160	727,5	6 + 1,5
	4X	4320	727,5	12 + 1,5
0	0X	--	727,5	1,5
500	0X	--	727,5	1,5
1000	0X	--	727,5	1,5
	Testigo	--	--	--

(*) Dosis empleada únicamente cuando la maleza presentó estado de tallo elongado.

Tecnología de aplicación

Las aplicaciones se realizaron en un equipo estático, que es un pequeño gabinete con puertas corredizas vidriadas. En la parte superior corre un carril con la boquilla de aplicación a una presión constante. La parte media del equipo presenta una bandeja perforada donde se colocan las macetas a aplicar y en la parte inferior una bandeja de decantación donde se recolecta el sobrante del caldo aplicado. Se utilizaron boquillas abanico plano erogando un volumen de aplicación de 75 l ha^{-1} en 2014 y de 60 l ha^{-1} en 2015 (Foto 5.1.).



Foto 5.1. Gabinete de aplicación.

Diseño experimental

El diseño fue de parcelas divididas con 5 repeticiones. El primer factor fue el estado de desarrollo de la planta con dos niveles (roseta: 1 - 5 cm de altura y tallo elongado: 10 - 20 cm de altura). El segundo factor fue el herbicida con dos niveles (glifosato a distintas dosis y glifosato a distintas dosis + 2,4-D sal amina), con 6 niveles: 0X, $\frac{1}{4}$ X, $\frac{1}{2}$ X, 1X, 2X, 4X y 8X. La dosis de uso de glifosato, X fue $1080 \text{ g e.a.ha}^{-1}$. La dosis de 2,4-D sal amina fue de $727,5 \text{ g e.a.ha}^{-1}$. El cuarto factor fue la dureza del agua con tres niveles (0, 500 y 1000 mg l^{-1}). La dureza se logró con la adición de carbonato de calcio al 96% al agua desmineralizada.

Evaluación

Se realizaron evaluaciones a los 7, 15, 21 y 30 días después de la aplicación (DDA) mediante una observación visual, utilizando una escala subjetiva descrita en el Capítulo 2.

La determinación de biomasa aérea de cada tratamiento, se realizó a los 30 DDA, con tres repeticiones. Una vez cortadas las plantas se llevaron a estufa hasta peso constante. Se calculó la disminución en porcentaje de la producción de biomasa aérea respecto al testigo. En las plantas restantes (no cortadas), se evaluó la presencia de rebrotes a los 60 DDA y donde hubo supervivencia, se las dejó hasta su fructificación, contabilizándose capítulos por planta, semillas por capítulo y semillas por planta.

Cálculo dosis – respuesta

Se realizó un análisis de la varianza del control de *C. sumatrensis* en porcentaje con respecto al testigo sin control. Se utilizó el Software R 2.12.1 R Statistical Software, (R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria <http://www.R-project.org>) para evaluar el efecto según la etapa de desarrollo de la planta, tipo de herbicida y dosis de herbicidas y sus interacciones en el control de las plantas ($P \leq 0,05$).

Se realizó un análisis de regresión para analizar la relación dosis-respuesta para cada tratamiento (Streibig *et al.*, 1993). La expresión matemática es la siguiente:

$$y = C + ((D - C) / (1 + (x/I_{50})^b))$$

y: peso seco ($g\ m^{-2}$); C y D: límite inferior y superior, respectivamente (respuesta a una dosis muy baja y muy alta de herbicida); b: pendiente de la curva; x: dosis del herbicida; I_{50} : dosis que causa el 50% de disminución del peso seco o el 50% de control. (Por ejemplo, control de 50%, que es también conocido como la dosis efectiva 50% (ED_{50})).

Las regresiones se realizaron mediante el procedimiento NLIN del software estadístico SAS (Seefeldt *et al.*, 1995). Además, se realizó un test de comparación de medias mediante la prueba de Di Rienzo, Guzmán y Casanoves (DGC), utilizando un nivel de significancia del 5%, para determinar diferencias entre los tratamientos.

La eficacia de *C. sumatrensis* en estado de roseta y de tallo elongado aplicadas con glifosato solo fueron diferentes según el año de experimentación y diferenciándose de

acuerdo a la dureza de agua. Mientras que con glifosato + 2,4-D sal amina, no se presentaron diferencias significativas según la dureza del agua empleada y el año de experimentación.

Resultados y Discusión

Eficacia de *C. sumatrensis* en estado de roseta

En la Tabla 5.3. se muestran características de las plantas al momento de realizar las aplicaciones (Foto 5.2.).

Tabla 5.3. Cantidad de hojas expandidas, diámetro y altura de la maleza al momento de la aplicación.

	Características de la maleza					
	Hojas expandidas (n°)		Diámetro (cm)		Altura (cm)	
2014	8	a	8	a	5	a
2015	6	a	6	a	4	a

Letras distintas indican diferencias significativas, según prueba de Tukey (P=0,05).



Foto 5.2. Estado de la maleza al momento de la aplicación.

Las fechas de aplicación, finalización y hora se muestran en Tabla 5.4.

Tabla 5.4. Fechas de realización de los tratamientos.

	Fecha de realización	Hora de aplicación	Fecha de finalización	Fecha de rebrote *
2014	8 de agosto	10:00 - 12:30	8 de septiembre	11 de octubre
2015	01 de octubre	9:15 - 11:30	01 de noviembre	01 de noviembre

* Tratamientos realizados con glifosato solo.

Eficacia de control de *C. sumatrensis* en estado de roseta

a) Control con glifosato

i. 2014

Al estado de roseta, el menor control se registró para 500 y 1000 mg l⁻¹ de CaCO₃, siendo la dosis de glifosato para alcanzar el 50% de control de 1063 y 1131 g e.a.ha⁻¹ respectivamente (Tabla 5.5.). A dosis por debajo de la de uso a campo (¼X y ½X) y utilizando agua destilada (0 mg l⁻¹ de CaCO₃), el DL₅₀ fue menor para su control (764,737 g e.a.ha⁻¹) (Figura 5.1.).

Tabla 5.5. Dureza de agua y dosis letal media para lograr un 50% de control (ciclo 2014).

Dureza de agua (mg l ⁻¹)	DL ₅₀ (g e.a.ha ⁻¹)	
0	764,7	c
500	1063	b
1000	1131	a

Letras distintas indican diferencias significativas, según prueba de Tukey (P=0,05).

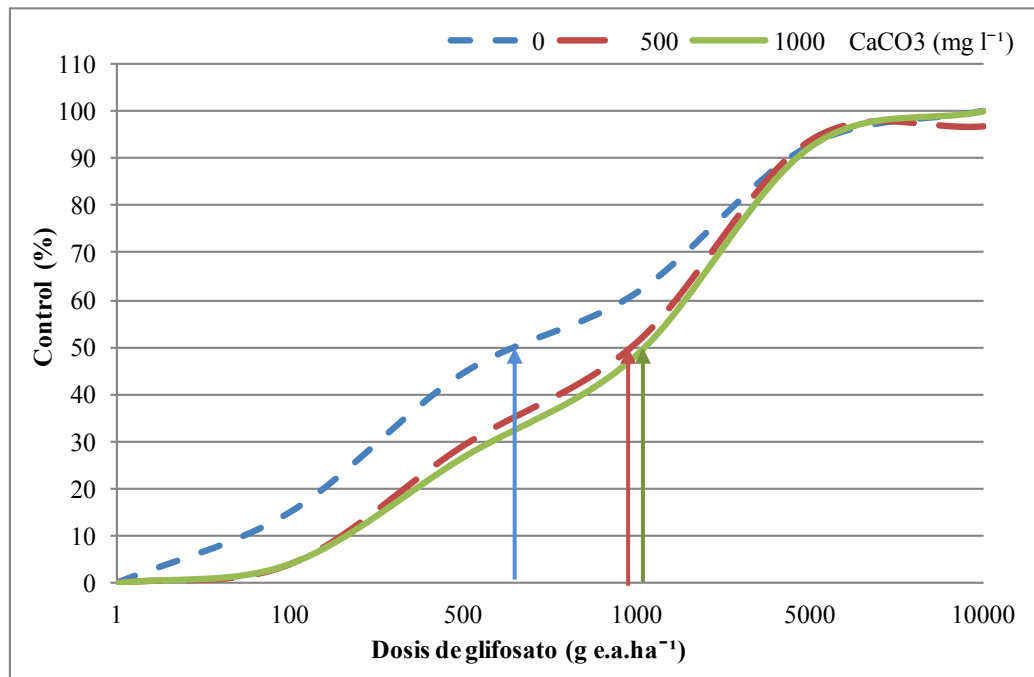


Figura 5.1. Control con glifosato a los 30 DDA. Las flechas representan la dosis con la que se obtienen el 50% de control.

El control con la dosis máxima 4320 g e.a.ha⁻¹ de glifosato (4X) o 12 l p.c. ha⁻¹ fue de 80%, independientemente de la dureza del agua (Foto 5.3.).

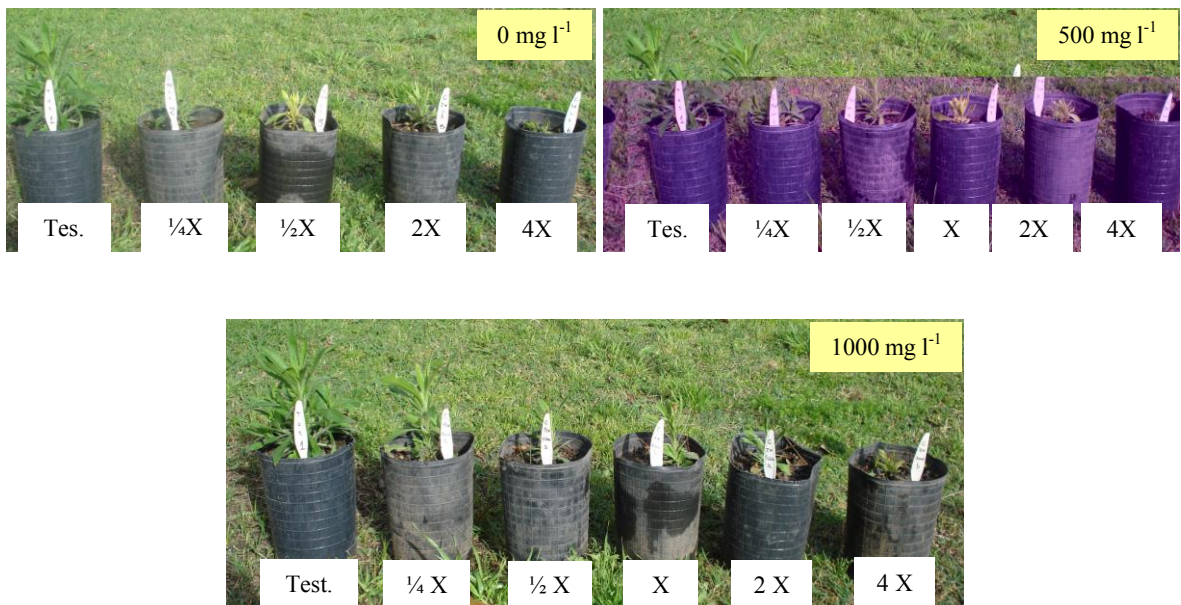


Foto 5.3. Control con glifosato a los 30 DDA.

ii. 2015

En 2015 las dosis de glifosato para obtener el 50% de control fueron más elevadas: 1064, 1214 y 1316 g e.a.ha⁻¹ (Tabla 5.6.).

Tabla 5.6. Dureza de agua y dosis letal media para lograr un 50% de control (ciclo 2015).

Dureza de agua (mg l ⁻¹)	DL ₅₀ (g e.a.ha ⁻¹)	
0	1064,6	c
500	1214,2	b
1000	1316,5	a

Letras distintas indican diferencias significativas, según prueba de Tukey (P=0,05).

Con la dosis máxima se logró un control cercano al 90%, independientemente de la dureza del agua (Figura 5.2.).

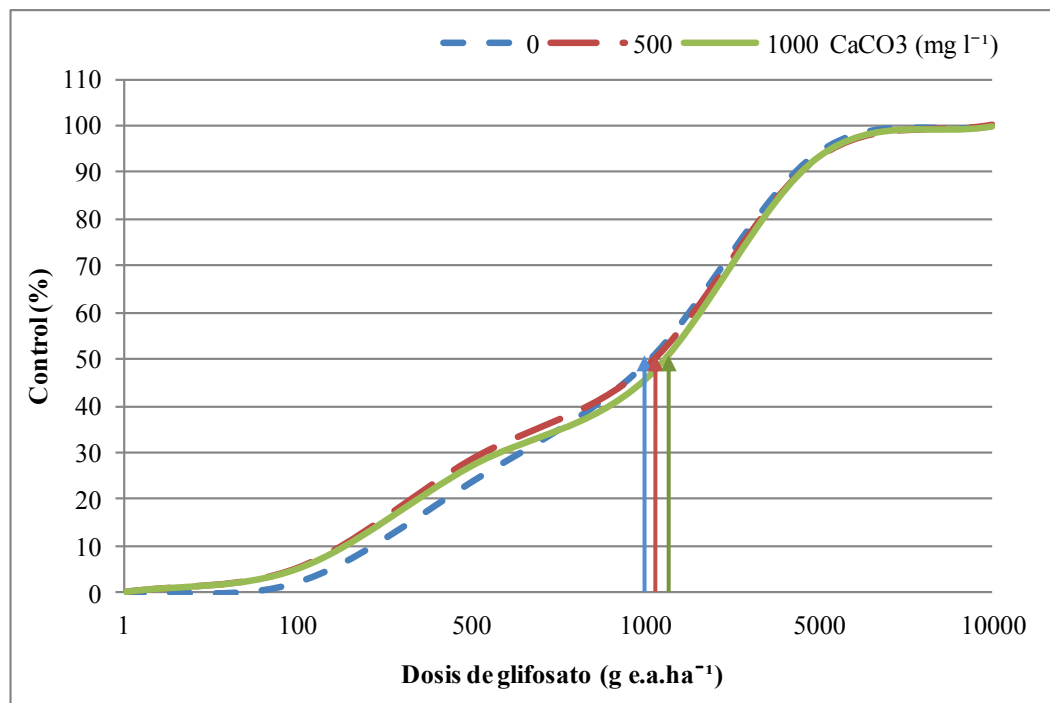


Figura 5.2. Control con glifosato a los 30 DDA. Las flechas representan la dosis con la que se obtienen el 50% de control.

En ambos años el control de *C. sumatrensis* fue creciente con el aumento de la dosis de glifosato. En 2014, se obtuvo mejor control que en 2015 con dosis más bajas, mientras que

con dosis más altas en 2014 el control fue inferior que en 2015. En estado de roseta no se logró un control del 100% aún con la dosis máxima (Foto 5.4.).

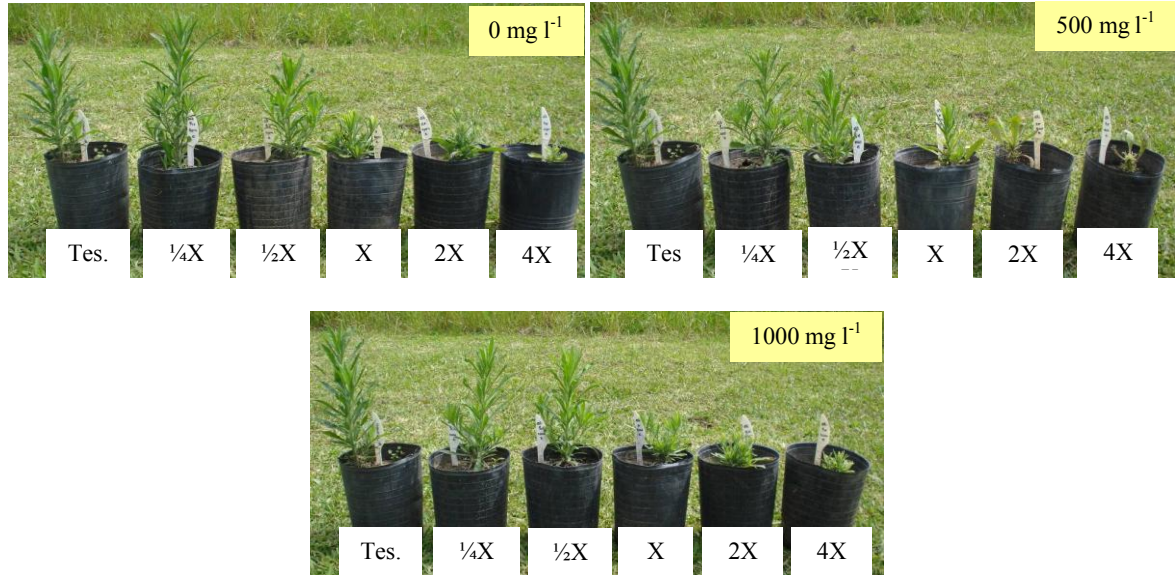


Foto 5.4. Control con glifosato a los 30 DDA.

b) Control con glifosato + 2,4-D sal amina

i. 2014

Cuando se adicionó 2,4-D sal amina al glifosato el control se incrementó notablemente. El 50% del control se logró con dosis de glifosato de aproximadamente 140 g e.a.ha⁻¹ independientemente de la dureza del agua (Figura 5.3). La dosis letal media disminuyó de aproximadamente 1012 a 140 g e.a.ha⁻¹ lo que indica que el uso de mezclas de glifosato con 2,4-D sal amina permite aumentar el control disminuyendo la dosis de glifosato, en comparación al uso de glifosato solo (Tabla 5.7.).

Tabla 5.7. Dureza de agua y dosis letal media para lograr un 50% de control (ciclo 2014).

Dureza de agua (mg l ⁻¹)	DL ₅₀ (g e.a.ha ⁻¹)	
0	139	a
500	136,5	b
1000	141,3	a

Letras distintas indican diferencias significativas, según prueba de Tukey (P=0,05).

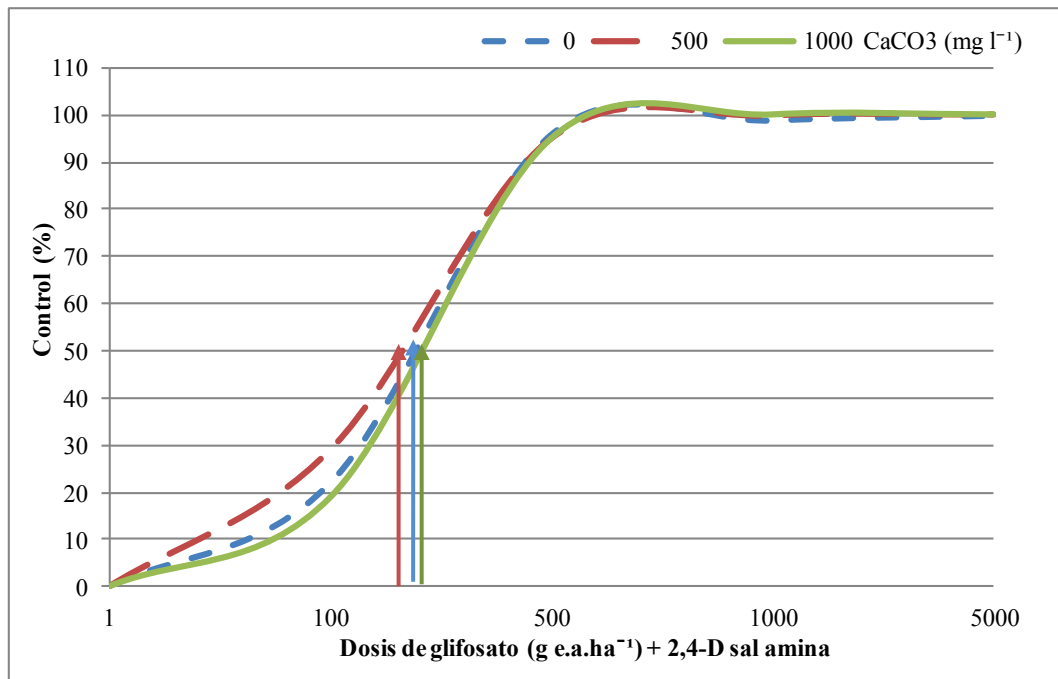


Figura 5.3. Control con glifosato y 2,4-D sal amina a los 30 DDA. Las flechas representan la dosis con la que se obtienen el 50% de control.

Con dosis bajas de glifosato ($\frac{1}{4}X$) se logró un control del 100% (Foto 5.5.).

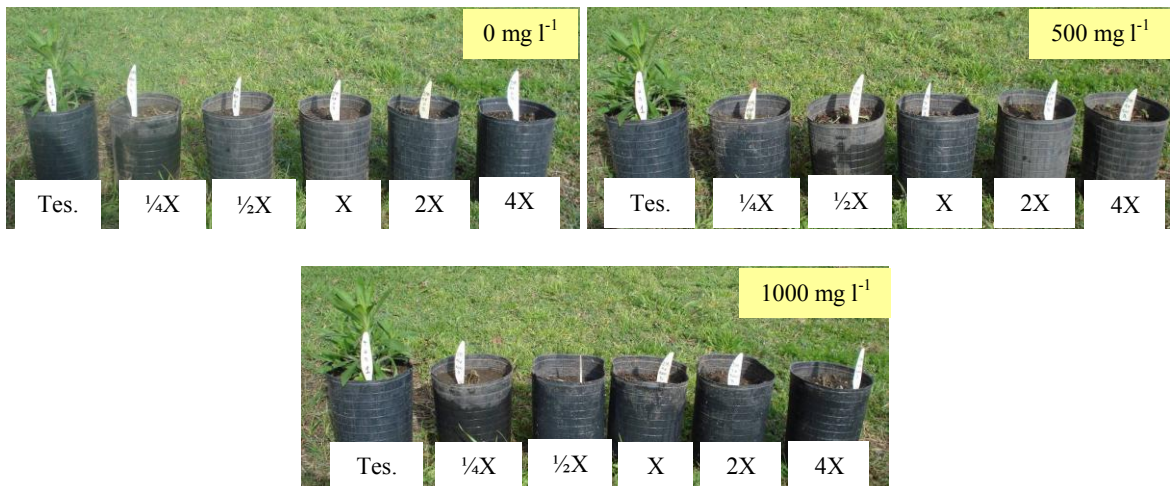


Foto 5.5. Control con glifosato + 2,4-D sal amina a los 30 DDA.

ii. 2015

En ambos años los controles fueron similares, sin presentarse diferencias entre durezas de agua (Tabla 5.8.). Se obtuvo un 50% de control con un promedio de 133 g e.a.ha⁻¹ de glifosato y 727 de 2,4-D sal amina (Figura 5.4.).

Tabla 5.8. Dureza de agua y dosis letal media para lograr un 50% de control (ciclo 2015).

Dureza de agua (mg l ⁻¹)	DL ₅₀ (g e.a.ha ⁻¹)	
0	134,2	a
500	131,3	a
1000	134,9	a

Letras distintas indican diferencias significativas, según prueba de Tukey (P=0,05).

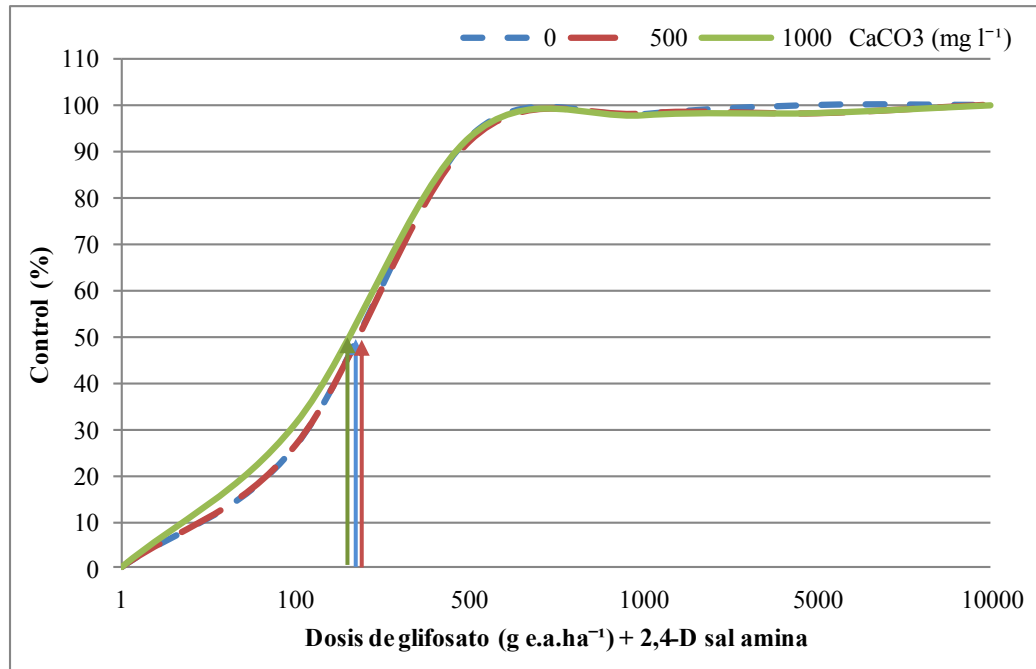
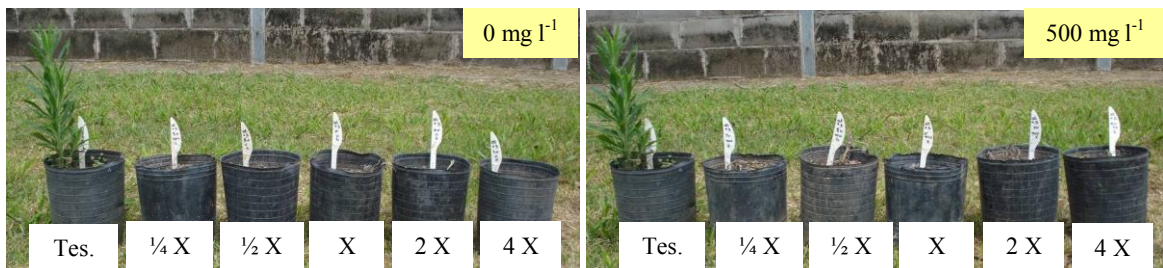


Figura 5.4. Control con glifosato y 2,4-D sal amina a los 30 DDA. Las flechas representan la dosis con la que se obtienen el 50% de control.

Con dosis bajas de glifosato + 2,4-D sal amina el control fue mejor durante 2014, mientras que con dosis altas la eficacia fue similar en ambos años. Se logró entre 96 y 100% de control con dosis de 2160 g e.a.ha⁻¹ de glifosato (2X) + 727,5 g e.a.ha⁻¹ de 2,4-D sal amina, lo que equivale a 6 l ha⁻¹ de glifosato + 1,5 l ha⁻¹ de 2,4-D sal amina (Foto 5.6.).



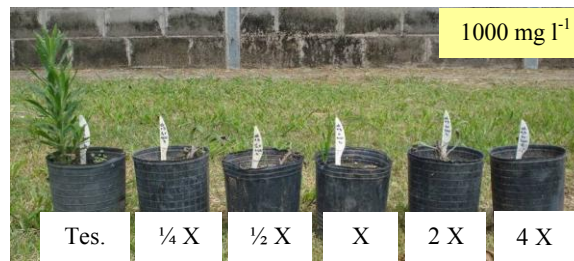


Foto 5.6. Control con glifosato + 2,4-D sal amina a los 30 DDA.

La eficacia de control de *C. sumatrensis* con glifosato solo en estado de roseta se diferenció entre los años de experimentación y dureza del agua. En ambos años se logró una menor DL_{50} empleando como vehículo agua sin presencia de cationes. En 2015 se requirió una dosis de glifosato mayor para lograr el 50% de control, que en 2014. Con la mezcla de glifosato + 2,4-D sal amina no se presentaron diferencias significativas entre las DL_{50} en 2014 y 2015, excepto la DL_{50} para la dureza de 1000 mg l^{-1} de 2014 que se diferenció estadísticamente con la de 2015 (Tabla 5.9.).

Tabla 5.9. Dosis letal media en estado de roseta para los ciclos 2014 y 2015.

	Dureza ($\text{mg l}^{-1} \text{ CaCO}_3$)	Estado de roseta			
		Dosis letal media (DL_{50})			
		Glifosato		Glifosato + 2,4-D sal amina	
2014	0	764,7	e	139	ab
	500	1063	c	136,5	ab
	1000	1131	d	141,3	a
2015	0	1064,6	c	134,2	b
	500	1214,2	b	131,3	b
	1000	1316,5	a	134,9	b

Letras distintas en filas indican diferencias significativas entre años, según prueba de Tukey ($P=0,05$).

Determinación de la biomasa aérea

La biomasa área fue un buen indicador de la eficacia, correlacionando bien con el control medio en forma visual (Tabla 5.10.).

Tabla 5.10. Biomasa aérea de *C. sumatrensis* en cada tratamiento a los 30 DDA.

Dureza (mg l ⁻¹ de CaCO ₃)	Dosis de glifosato	Biomasa aérea (Kg ha ⁻¹)					
		2014	Biomasa aérea respecto al testigo (%)		2015	Biomasa aérea respecto al testigo (%)	
0	¼X	568	71	c	1261	87	a
	½X	384	48	d	1073	74	c
	1X	312	39	e	725	50	d
	2X	280	35	fe	275	19	f
	4X	64	8	h	159	11	fg
500	¼X	744	93	a	1145	79	b
	½X	600	75	b	1087	75	bc
	1X	360	45	d	710	49	d
	2X	248	31	f	174	12	g
	4X	176	22	g	145	10	ghi
1000	¼X	720	90	a	1145	79	b
	½X	560	70	bc	1146	79	b
	1X	392	49	d	710	49	d
	2X	208	26	g	362	25	e
	4X	200	25	g	159	11	gh
0	¼X + 2,4-D	--	0	j	101	7	hij
	½X + 2,4-D	--	0	j	43	3	lmk
	1X + 2,4-D	8	1	ij	14	1	lm
	2X + 2,4-D	--	0	j	29	2	lm
	4X + 2,4-D	--	0	j	--	0	m
500	¼X + 2,4-D	64	8	h	87	6	ijk
	½X + 2,4-D	32	4	hi	88	6	ijk
	1X + 2,4-D	15	2	ij	87	6	ijk
	2X + 2,4-D	--	0	j	58	4	jkl
	4X + 2,4-D	--	0	j	--	0	m

1000	¼X + 2,4-D	31	4	hi	145	10	ghi
	½X + 2,4-D	24	3	ij	72	5	jkl
	1X + 2,4-D	14	2	ij	60	4	jkl
	2X + 2,4-D	--	0	j	57	4	jkl
	4X + 2,4-D	--	0	j	30	2	lm

Letras distintas indican diferencias significativas entre años de experimentación, según prueba de Tukey (P=0,05).
Materia seca testigo 800 kg/ha (2014) y 1450 kg/ha (2015).

Materia seca respecto a testigo= Materia seca del tratamiento (kg/ha)*100% / materia seca del testigo.

Supervivencia (rebrotos) de *C. sumatrensis*

Para todas las dosis de glifosato se observaron rebrotos laterales o basales de las plantas, en ambos años y en todas las durezas, mientras que con mezcla de glifosato + 2,4-D sal amina, no hubo rebrotos y el control a los 60 DDA fue total para todas las dosis de glifosato.

Las plantas sin aplicación alcanzaron una altura de 30 cm, con 30 a 35 hojas expandidas y rebrotos. Con las dosis más bajas (¼X, ½X) la altura fue de alrededor de 25 cm, con 25 a 30 hojas expandidas y presencia de rebrotos.

En las dosis medias (1X, 2X) la altura de plantas fue de 10 a 20 cm, con 20 hojas expandidas y presencia de rebrotos mientras que con las dosis máximas (4X) la altura de la planta fue de 4 a 12 cm, con pocas hojas expandidas (10 a 15) y menor presencia de rebrotos (Foto 5.7.).

Esta aparición de nuevas ramificaciones aéreas, es producto posiblemente de la ruptura de la dominancia apical de la planta (fenómeno hormonal que regula el crecimiento del ápice o yemas en todas las plantas).



Foto 5.7. Rebrote de *C. sumatrensis* aplicadas con glifosato a los 60 DDA.

Eficacia de control de *C. sumatrensis* en estado de tallo elongado

En la Tabla 5.11. se muestra la morfología de la maleza al momento de realizar las aplicaciones (Foto 5.8.).

Tabla 5.11. Cantidad de hojas expandidas, diámetro y altura de la maleza al momento de la aplicación.

	Características de la maleza					
	Hojas expandidas (n°)		Diámetro (cm)		Altura (cm)	
2014	16	b	16	a	13	b
2015	20	a	17	a	18	a

Letras distintas indican diferencias significativas, según prueba de Tukey (P=0,05).



Foto 5.8. Estado de desarrollo de la maleza al momento de la aplicación.

Las fechas de aplicación, finalización y hora se muestran en Tabla 5.12.

Tabla 5.12. Fechas de realización de los tratamientos.

	Fecha de realización	Hora de aplicación	Fecha de finalización	Inicio de rebrote
2014	15 de septiembre	10:00 - 12:30	15 de octubre	01 de noviembre
2015	15 de octubre	9:15 - 11:30	15 de noviembre	30 de noviembre

a) Control con glifosato

i. 2014

Las dosis de glifosato para lograr un 50% de control, se diferenciaron estadísticamente, siendo menor para el agua sin dureza (Tabla 5.13., Figura 5.4. y Foto 5.9.).

Tabla 5.13. Dureza de agua y dosis letal media para lograr un 50% de control (ciclo 2014).

Dureza de agua (mg l ⁻¹)	DL ₅₀ (g e.a.ha ⁻¹)	
0	339,2	b
500	1116,4	a
1000	1175,6	a

Letras distintas indican diferencias significativas, según prueba de Tukey (P=0,05).

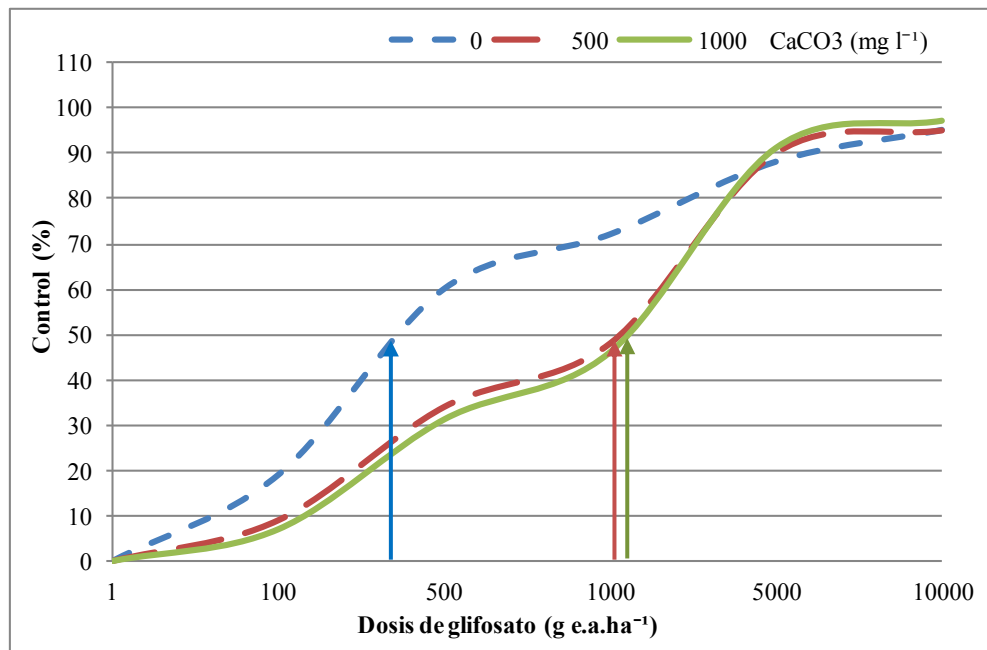


Figura 5.5. Control con glifosato a los 30 DDA. Las flechas representan la dosis con la que se obtienen el 50% de control.

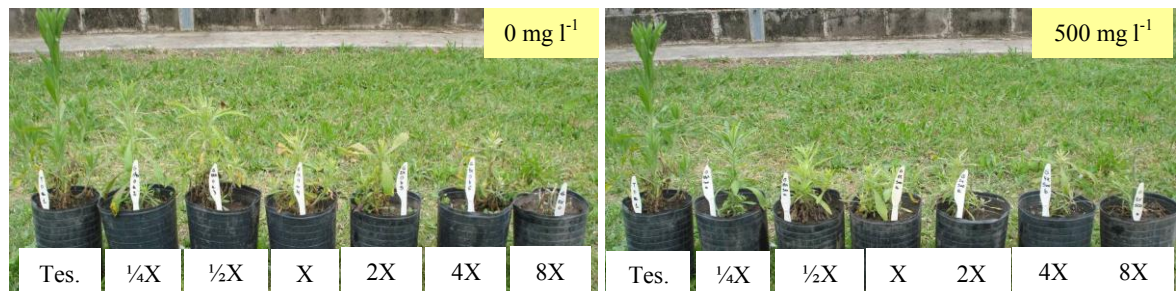




Foto 5.9. Control con glifosato a los 30 DDA.

ii. 2015

Para lograr el 50% de control de *C. sumatrensis* en estado de desarrollo de tallo elongado se requirió de una dosis letal media de glifosato de 1343 g e.a.ha⁻¹, encontrándose diferencias significativas entre las durezas de agua (Tabla 5.14.).

Tabla 5.14. Dureza de agua y dosis letal media para lograr un 50% de control (ciclo 2015).

Dureza de agua (mg l ⁻¹)	DL ₅₀ (g e.a.ha ⁻¹)	
0	1389,6	b
500	1211,8	c
1000	1430,8	a

Letras distintas indican diferencias significativas, según prueba de Tukey (P=0,05).

Las DL₅₀ fueron superiores a las determinadas por Nisensohn *et al.* (2011) en *C. sumatrensis* en estado vegetativo y con 10-15 cm de altura, la dosis requerida para alcanzar el 50% de control fue de 370 g e.a.ha⁻¹ con glifosato (48%; 360 g e.a.ha⁻¹). Y en plantas de 25 - 30 cm de altura se logró un 50% de control con 810 g e.a.ha⁻¹ (Figura 5.6.). Mientras que en el presente trabajo se requirió de mayores DL₅₀ para lograr el 50% de control.

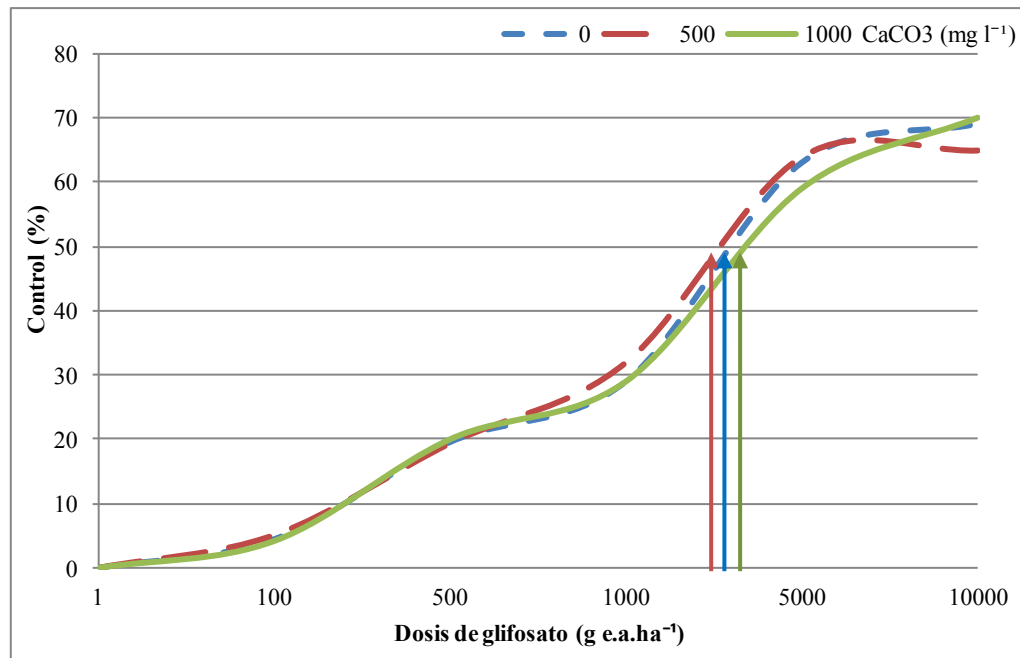
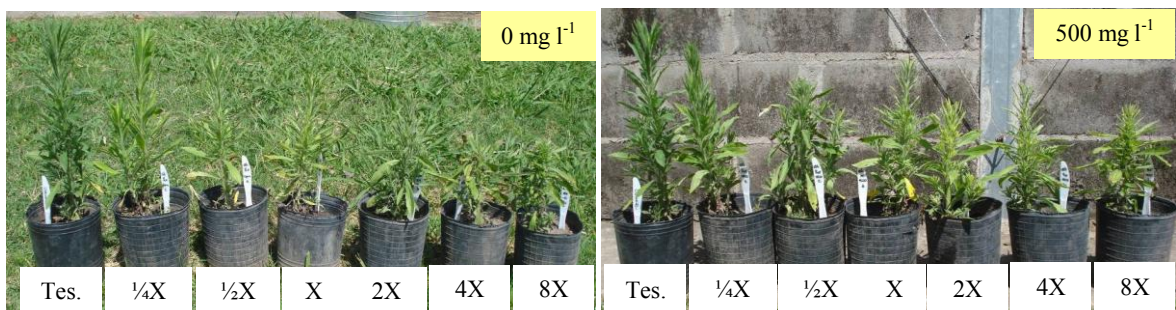


Figura 5.6. Control con glifosato a los 30 DDA. Las flechas representan la dosis con la que se obtienen el 50% de control.

Las plantas *C. sumatrensis* elongadas en 2015 mostraron un control deficiente, muy inferior que en 2014. Aún con la dosis máxima de glifosato (8640 g e.a.ha⁻¹; 8X o 24 l ha⁻¹ de p.c.) (Foto 5.10).

Otros estudios en igual tamaño de planta evaluaron que con dosis normales de uso (1080 g e.a.ha⁻¹ o 3 l ha⁻¹) de una formulación de glifosato (360 g e.a.ha⁻¹) mostraron control deficiente (20 - 40%), lo que coincide con Kahl *et al.* (2015); con otro trabajo, que con 1500 g e.a.ha⁻¹ de glifosato se logró un control de 20% (Papa y Tuesca, 2014) y en plantas de 15 cm de altura con glifosato Roundup full, formulado al 54%, se obtuvo un control de 15 - 20% (Gianelli *et al.*, 2015 a).



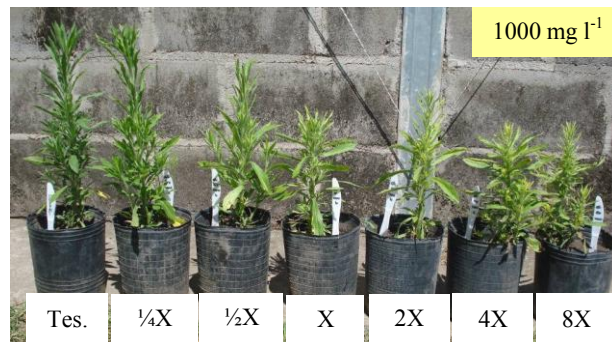


Foto 5.10. Control con glifosato a los 30 DDA.

b) Control con glifosato + 2,4-D sal amina

i. 2014

La adición de 2,4-D sal amina ($727 \text{ g e.a.ha}^{-1}$) al glifosato aumentó considerablemente el control de la maleza, obteniéndose una DL_{50} de $157 \text{ g e.a.ha}^{-1}$. (Tabla 5.15.).

Tabla 5.15. Dureza de agua y dosis letal para lograr un 50% de control (ciclo 2014).

Dureza de agua (mg l^{-1})	DL_{50} (g e.a.ha^{-1})	
0	165,7	a
500	154,9	b
1000	152,5	b

Letras distintas indican diferencias significativas, según prueba de Tukey ($P=0,05$).

La DL_{50} en ambos años fue muy similar lográndose el 100% de control con dosis de glifosato superiores a $600 \text{ g e.a.ha}^{-1}$ (Figura 5.7.).

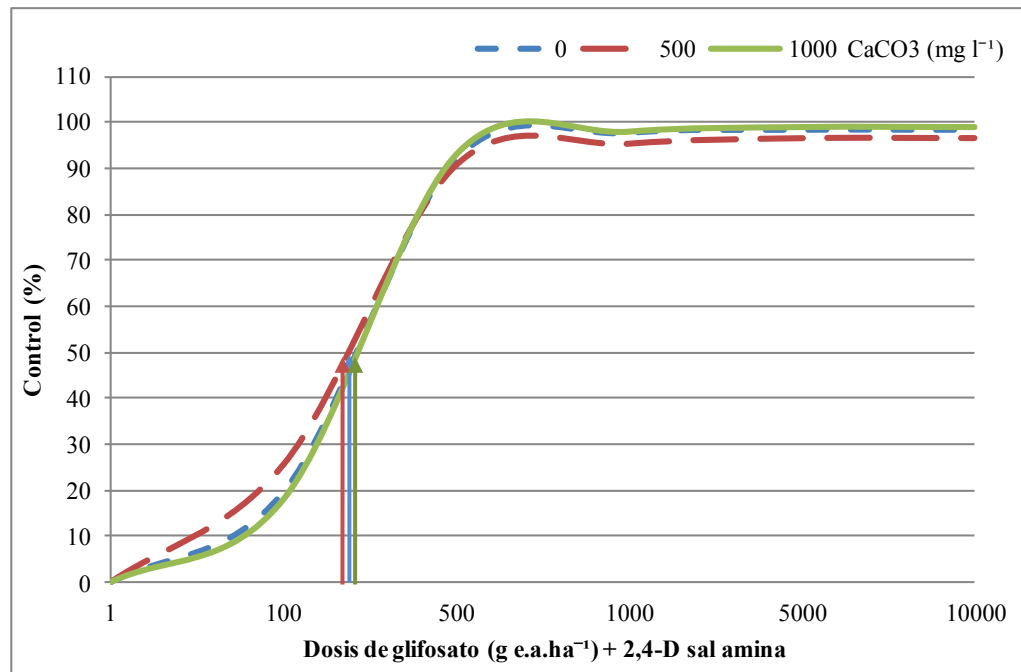


Figura 5.7. Control con glifosato y 2,4-D sal amina a los 30 DDA. Las flechas representan la dosis con la que se obtienen el 50% de control.

Con dosis de glifosato de $\frac{1}{2}X$ + 2,4-D sal amina se lograron controles cercanos al 100% (Foto 5.11.).

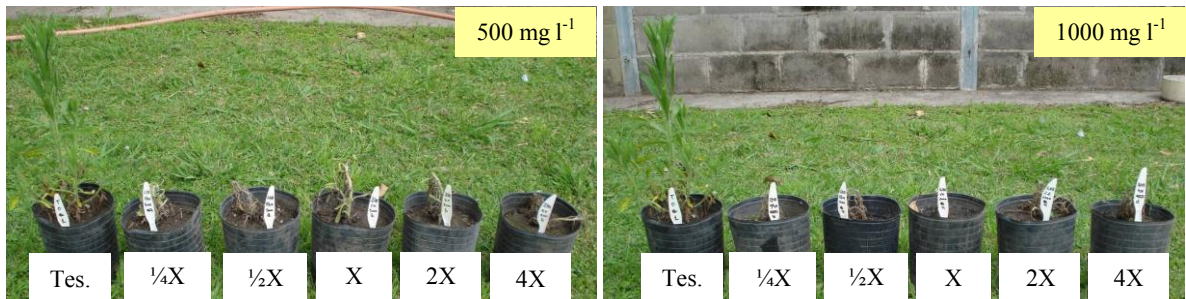


Foto 5.11. Control con glifosato + 2,4-D sal amina a los 30 DDA.

ii. 2015

El control de *C. sumatrensis* en 2015 fue deficiente para todas las dosis de glifosato evaluadas, a comparación de 2014, lo que probablemente se deba a que al momento de la aplicación, las plantas malezas presentaban un estado de desarrollo algo más avanzado que en 2014 (Tabla 5.16.).

Tabla 5.16. Dureza de agua y dosis letal media para lograr un 50% de control (ciclo 2015).

Dureza de agua (mg l^{-1})	DL_{50} (g e.a.ha^{-1})	
0	160,3	a
500	159,1	a
1000	155	b

Durante 2015, no se logró el control del 100% aún con la dosis máxima de glifosato (4X) (Figura 5.8.) (Foto 5.12.).

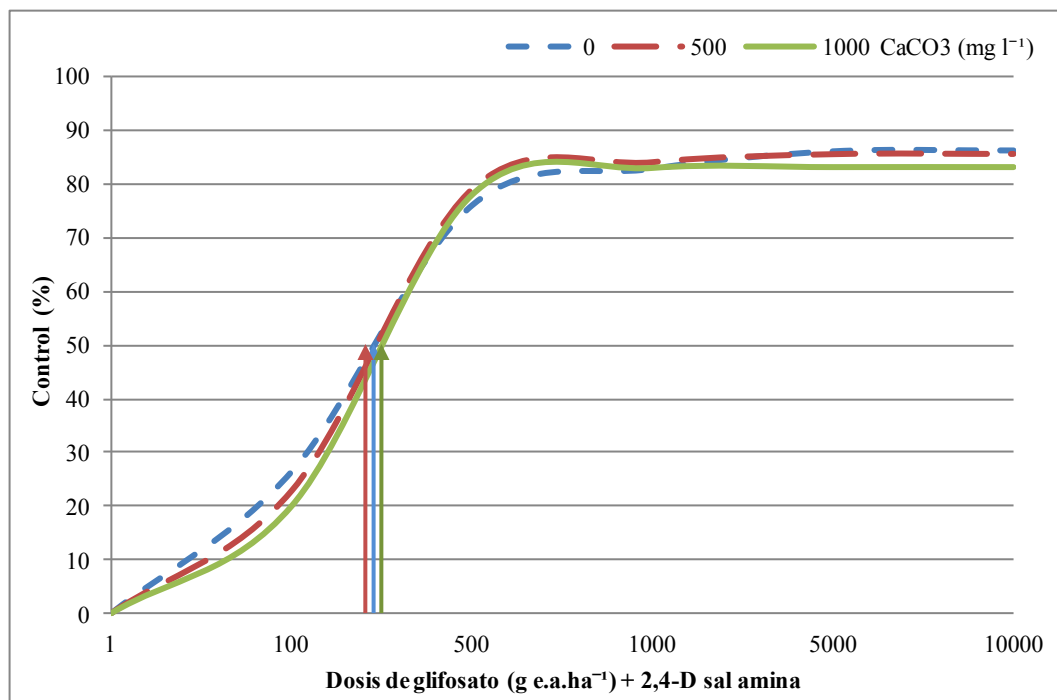


Figura 5.8. Control con glifosato + 2,4-D sal amina a los 30 DDA. Las flechas representan la dosis con la que se obtienen el 50% de control.

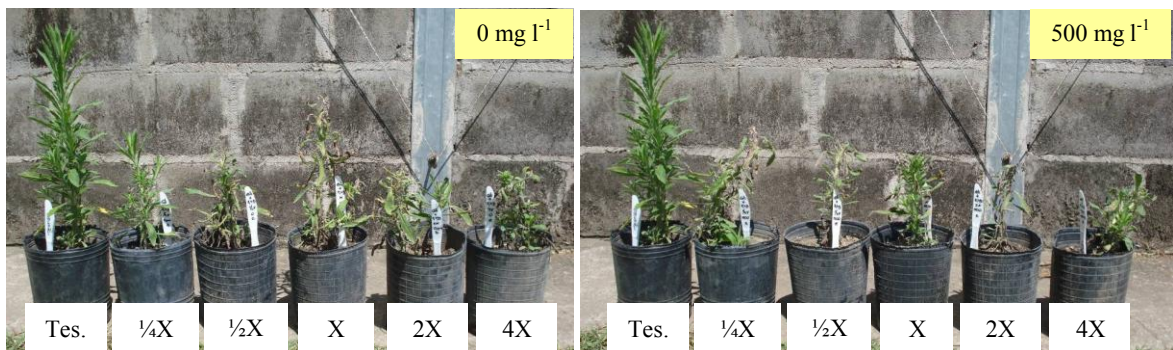




Foto 5.12. Control con glifosato + 2,4-D sal amina a los 30 DDA.

Se encontró diferencia entre años con glifosato, según la dureza de agua. La DL_{50} . Sin dureza, la DL_{50} en 2014 fue menor. La DL_{50} en 2014 y 2015 fue similar para glifosato + 2,4-D sal amina con dureza de 0, 500 y 1000 $mg\ l^{-1}$ (Tabla 5.17.).

Tabla 5.17. Dosis letal media en estado de tallo elongado para los ciclos 2014 y 2015.

	Dureza ($mg\ l^{-1}$ ($CaCO_3$))	Estado tallo elongado			
		Dosis letal media (DL_{50})			
		Glifosato		Glifosato + 2,4-D sal amina	
2014	0	339,2	f	165,7	a
	500	1116,4	d	154,9	b
	1000	1175,6	d	152,5	c
2015	0	1389,6	c	160,3	a
	500	1211,8	b	159,1	ab
	1000	1430,8	a	155	b

Letras distintas en filas indican diferencias significativas entre años, según prueba de Tukey ($P=0,05$).

En España, en un estudio utilizando la curva dosis-respuesta en *C. bonariensis*, se requirió menor dosis de glifosato al estado de roseta que a 10 - 15 cm de altura floración), indicando que la resistencia depende del momento de aplicación (De Prado, 2007).

Determinación de la biomasa aérea

El porcentaje de biomasa aérea respecto al testigo, fue similar al obtenido con evaluación visual a los 30 DDA. El menor porcentaje de biomasa se obtuvo con las dosis mayores de glifosato y con mezclas de glifosato + 2,4-D sal amina (Tabla 5.18.).

Tabla 5.18. Biomasa aérea de *C. sumatrensis* en cada tratamiento a los 30 DDA.

Dureza (mg l ⁻¹ de CaCO ₃)	Dosis de glifosato	Biomasa aérea (kg ha ⁻¹)					
		2014	Biomasa aérea respecto al testigo (%)		2015	Biomasa aérea respecto al testigo (%)	
0	¼X	819	65	c	2020	95	a
	½X	756	60	d	1870	85	b
	1X	693	55	e	2380	82	bc
	2X	592	47	fg	1804	60	ef
	4X	504	40	h	990	45	bcd
	8X	190	15	l	924	42	ab
500	¼X	882	70	b	2068	94	a
	½X	693	55	e	1716	78	c
	1X	630	50	f	1760	80	bc
	2X	567	45	g	1430	65	e
	4X	580	46	g	924	42	lm
	8X	315	25	j	1078	49	ghij
1000	¼X	1008	80	a	2090	95	a
	½X	694	55	e	1826	83	bc
	1X	695	55	e	1650	75	d
	2X	567	45	g	1584	72	d
	4X	380	30	i	1034	47	kji
	8X	302	24	j	1056	48	kjih
0	¼X + 2,4-D	252	20	k	1320	60	ef
	½X + 2,4-D	126	10	m	1144	52	ghi
	1X + 2,4-D	63	5	n	1100	50	ghi
	2X + 2,4-D	65	5	n	880	40	m
	4X + 2,4-D	40	3	n	880	40	m
500	¼X + 2,4-D	250	20	k	1364	62	ef
	½X + 2,4-D	190	15	l	1100	50	ghi
	1X + 2,4-D	189	15	l	1166	53	g
	2X + 2,4-D	192	15	l	902	41	lm

	4X + 2,4-D	40	3	n	946	43	klm
1000	¼X + 2,4-D	190	15	l	1276	58	f
	½X + 2,4-D	65	5	n	1056	48	jihg
	1X + 2,4-D	60	5	n	1122	51	gh
	2X + 2,4-D	40	3	n	924	42	lm
	4X + 2,4-D	38	3	n	880	40	m

Letras minúsculas iguales indican no diferencias significativas entre volumen de aplicación. Letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas entre años de experimentación, según prueba de Tukey ($P=0,05$). Materia seca testigo 1260 kg/ha (2014) y 2200 kg/ha (2015). Materia seca respecto a testigo= Materia seca del tratamiento (kg/ha)*100% / materia seca del testigo.

Supervivencia (rebrotos) de *C. sumatrensis* en estado de tallo elongado.

Se registró la presencia de rebrotos laterales y basales a los 30 DDA, aún con la dosis recomendadas y superiores ($4X= 12 \text{ l p.c. ha}^{-1}$; $8X= 24 \text{ l p.c. ha}^{-1}$) en ambos años (Foto 5.13.). En *Gomphrena perennis* se han observado resultados similares ya que con dosis de glifosato superiores a las recomendadas, se observó el rebrote de plántulas (Carbone, 2015).

Lorraine-Colwill *et al.* (2003) indicaron que el glifosato presenta el fenómeno de autolimitación del traslado, condicionando una reducción del proceso de transporte debido a la toxicidad provocada en la planta. Estos resultados concuerdan con las observaciones realizadas por Yanniccari *et al.* (2009; 2012; 2014) en poblaciones resistentes de *Lolium perenne* que presentaron rebrote de yemas axilares luego de ser tratadas con dosis elevadas de glifosato.



Foto 5.13. Rebrotos de *C. sumatrensis* (4X y 8X de glifosato) a los 30 DDA.

Las plantas sin aplicación de herbicidas mostraron una altura de alrededor de 65 cm, con 40 y 50 hojas expandidas. Con las dosis más bajas ($\frac{1}{4}X$, $\frac{1}{2}X$) la altura fue de 20 a 30 cm, con aproximadamente 40 a 45 hojas expandidas. En ambos casos se observaron rebrotes.

Con las dosis medias (1X, 2X) la altura de las plantas fue de 10 a 30 cm, con 20 hojas expandidas y con presencia de rebrotes. Con las dosis más altas (4X, 8X) la altura fue de 10 cm, con pocas hojas expandidas y escaso rebrote (Foto 5.14.). En todos los casos los rebrotes llegaron a fructificar.

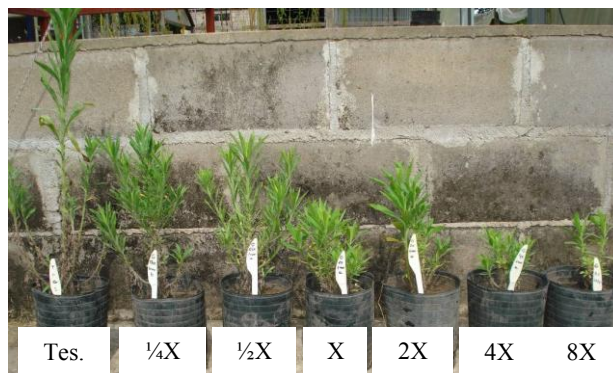


Foto 5.14. Rebrotes de *C. sumatrensis* aplicadas con glifosato a los 60 DDA. No se observaron diferencias entre la dureza de agua.

Fructificación de *C. sumatrensis*

En Argentina, la información disponible en la producción de semillas por planta de *Conyza* spp. es escasa, habiéndose publicado dos estudios, uno en Paraná, Entre Ríos (Metzler *et al.*, 2013) y el otro en Balcarce, Buenos Aires (Gianelli *et al.*, 2015 b).

i. Estado de roseta

En 2014 la fructificación de las plantas tratadas con glifosato en estado de roseta fue muy escasa y no se midió. En cambio en 2015 la fructificación fue abundante (Tabla 5.19. y Foto 5.15.).

Tabla 5.19. Inicio de fructificación de *C. sumatrensis* y semillas por plantas testigo y plantas tratadas con glifosato.

Trat.	Inicio y fin de la fructificación	Altura máxima de la planta (m)	Capítulos planta ⁻¹	Semillas capítulo ⁻¹	Semillas planta ⁻¹	
Testigo	10/02/16 al 28/02/16	1,8	275	150	41.250	b
Tratadas con glifosato	10/02/16 al 28/02/16	2,0	340	175	59.500	a

Letras distintas en filas indican diferencias significativas entre años, según prueba de Tukey (P=0,05).

Las plantas tratadas con glifosato llegaron a medir 2 m, con una producción de 59.500 semillas por planta. Los resultados coinciden con Gianelli *et al.* (2015 b), quienes encontraron que la producción de semillas se relaciona directamente con la altura de la planta.



Foto 5.15. Fructificación de *C. sumatrensis* con glifosato en estado de roseta a 135 DDA.

ii. Estado de tallo elongado

En 2014 fructificaron solamente las plantas del testigo sin aplicación y las tratadas con glifosato. En la Tabla 5.20. se muestran los valores promedio de semillas por planta del testigo (5 plantas) y tratadas con glifosato (11 plantas). En 2015 fructificaron las plantas

aplicadas con glifosato en estado de roseta y las con glifosato y glifosato + 2,4-D sal amina en estado de tallo elongado (Figura 5.16.).

Tabla 5.20. Inicio de fructificación de *C. sumatrensis* y semillas por plantas testigo y plantas tratadas con glifosato y glifosato + 2,4-D sal amina.

	Trat.	Inicio y fin de la fructificación	Altura máxima de planta (m)	Capítulos planta ⁻¹	Semillas capítulo ⁻¹	Semillas planta ⁻¹	
2014	Testigo	15/12/14 al 30/01/15	1,30	105	140	14.700	e
	Tratadas glifosato	15/12/14 al 30/01/15	1,40	324	163	53.000	a
2015	Testigo	10/02/16 al 28/02/16	1,45	250	120	30.000	c
	Tratadas glifosato	10/02/16 al 28/02/16	1,70	295	143	42.185	b
	Tratadas glifosato + 2,4-D amina	10/02/16 al 28/02/16	1,60	204	132	26.938	d

Letras distintas en filas indican diferencias significativas entre años, según prueba de Tukey (P=0,05).

Las plantas tratadas tuvieron entre 2 a 6 rebrotes basales o laterales, los que generaron más capítulos por planta y por ende más semillas que las plantas testigo que tuvieron 1 a 2 tallos principales (Foto 5.17.). Las plantas tratadas que rebrotaron produjeron una mayor cantidad de semillas (alrededor de 60.000 semillas planta⁻¹), resultado que coincide con Hao *et al.* (2009).

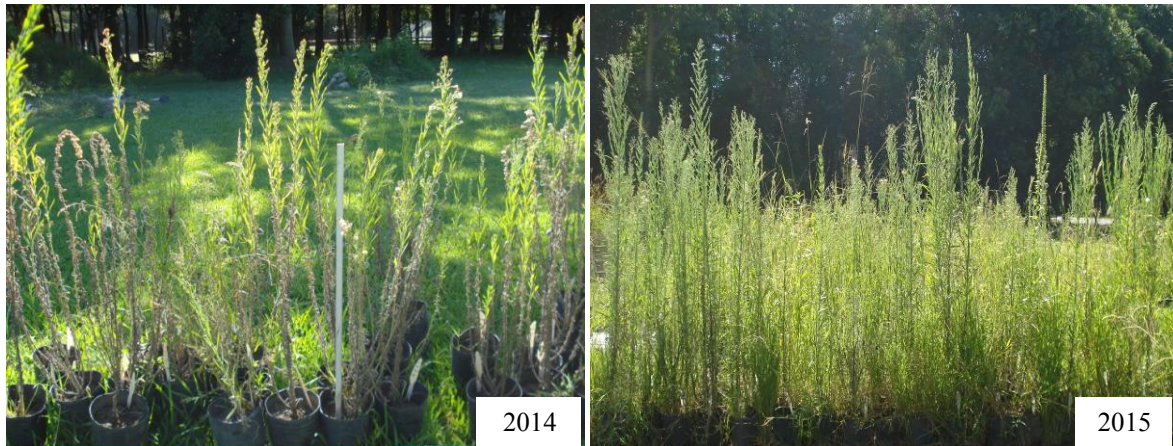


Foto 5.16. Fructificación de *C. sumatrensis* con glifosato en estado de roseta a los 120 DDA.

En 2015 las plantas tratadas con la mezcla de glifosato + 2,4-D sal amina produjeron una menor cantidad de semillas que con glifosato solo, lo que se puede atribuir al mayor control con la mezcla que redujo la producción de rebrotes.

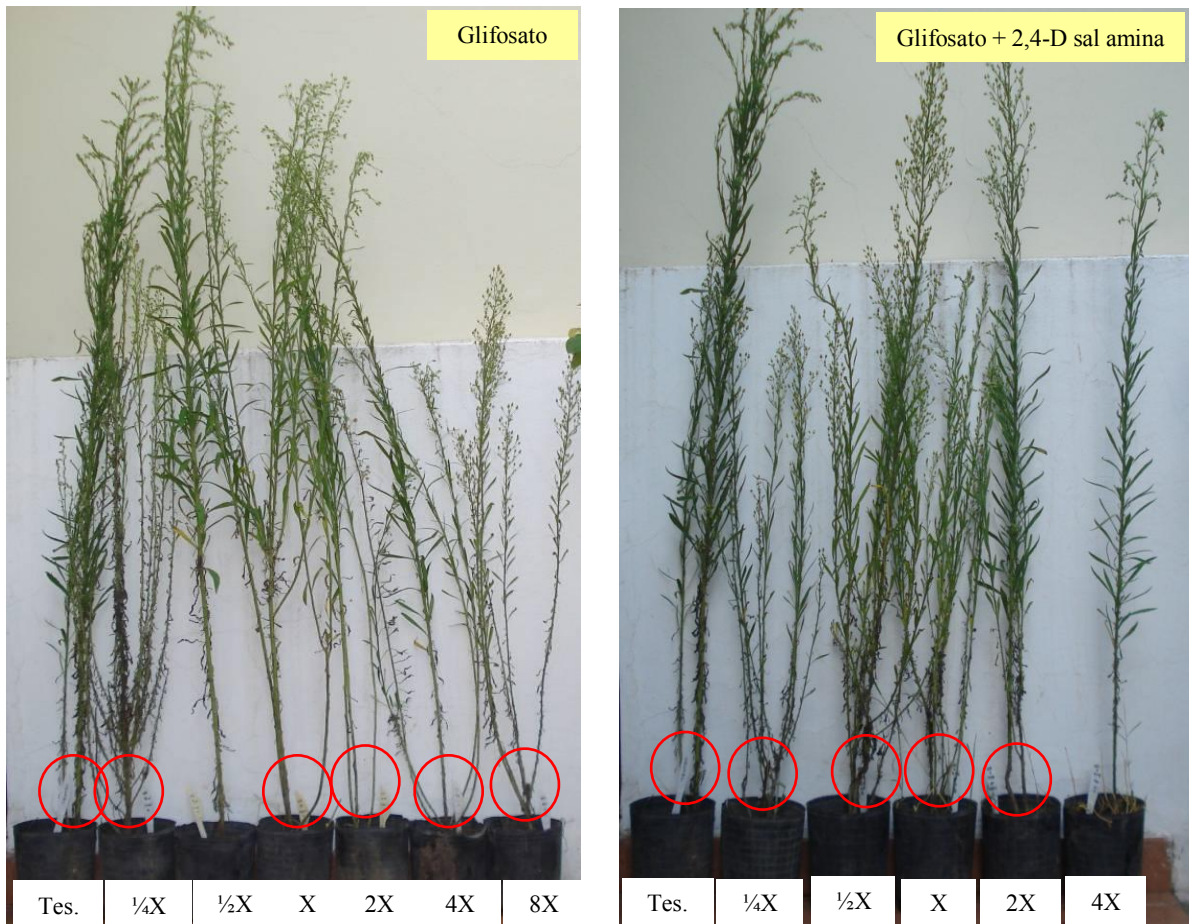


Foto 5.17. Fructificación de *C. sumatrensis* con distintas dosis de glifosato con y sin 2,4-D sal amina. En círculos se observa presencia de rebrotes basales y/o laterales que fructifican.

Eficacia de control de *C. sumatrensis* con 2,4-D sal amina

i. Estado de roseta

El control con 2,4-D sal amina ($727,5 \text{ g e.a. ha}^{-1}$) sobre las plantas fue satisfactorio, sin diferencias significativas entre las distintas durezas de agua (Tabla 5.21. y Foto 5.18.).

Tabla 5.21. Control de *C. sumatrensis* con 2,4-D sal amina a los 30 DDA.

Dureza ($\text{mg l}^{-1} \text{ CaCO}_3$)	Control (%)			
	2014		2015	
0	97,4	a	100	a
500	95	a	97	a
1000	93	a	98	a

Letras distintas indican diferencias significativas, según prueba de Tukey ($P=0,05$).

**Foto 5.18.** Control de *C. sumatrensis* en estado de roseta con 2,4-D sal amina a los 30 DDA.

ii. Estado de tallo elongado

El control con 2,4-D sal amina ($727,5 \text{ g e.a. ha}^{-1}$) fue satisfactorio, con diferencias significativas entre las durezas de agua en 2014, siendo menor con 1000 mg l^{-1} de CaCO_3 (Tabla 5.22.), mientras que en 2015 no se observaron diferencias significativas entre las durezas (Foto 5.19.).

Tabla 5.22. Control de *C. sumatrensis* con 2,4-D sal amina a los 30 DDA.

Dureza (mg l ⁻¹ CaCO ₃)	Control (%)			
	2014		2015	
0	97,5	a	93,3	a
500	94	a	95	a
1000	90	b	96	a

Letras distintas indican diferencias significativas, según prueba de Tukey (P=0,05).



Foto 5.19. Control de *C. sumatrensis* en estado de tallo elongado con 2,4-D sal amina a los 30 DDA.

Conclusiones

En 2014 los tratamientos en estado de roseta con glifosato a bajas dosis ($\frac{1}{4}X$ y $\frac{1}{2}X$) produjeron un menor control con la mayor dureza del agua, mientras que a partir de la dosis X el control de la maleza aumentó independientemente de la dureza del agua. En la mezcla de glifosato + 2,4-D sal amina el control aún con la menor dosis de glifosato ($\frac{1}{4}X$) fue cercano o igual al 100% y no se redujo por la calidad del agua.

En 2015 los resultados fueron semejantes a 2014 ya que se requirió de una mayor dosis de glifosato en el agua sin dureza para el control de *Conyza*.

La dosis máxima de glifosato empleada ($4X$ ó $4320 \text{ g e.a.ha}^{-1}$ ó 12 l p.c.ha^{-1}) no fue suficiente para lograr un control satisfactorio de la maleza.

El control de *C. sumatrensis* en estado de tallo elongado (mayor a 15 cm) con glifosato fue deficiente para todas las dosis. Después de 30 DDA continuó su emisión de rebrotes basales o laterales, aún con la dosis máxima de glifosato ($8X$ ó $8640 \text{ g e.a.ha}^{-1}$ o 24 l p.c.ha^{-1}). Con glifosato + 2,4-D sal amina no se observaron diferencias en el control con las distintas durezas del agua. En 2014 el control con la mezcla herbicida fue de un 90% con la menor dosis de glifosato ($\frac{1}{4}X$), mientras que en 2015 no se logró el 100% de control aún con la dosis máxima de glifosato ($4X$).

El control de *Conyza* utilizando solamente 2,4-D sal amina a dosis recomendadas de uso es suficiente para lograr un control del 100% en estado de roseta y cercano al 90% en estado de tallo elongado, independientemente de la dureza del agua. Se concluye que la dureza del agua no afecta la eficacia de control de la maleza cuando se utiliza 2,4-D sal amina o mezcla de glifosato con 2,4-D sal amina.

Cuando la maleza no es controlada de forma satisfactoria, presenta una capacidad de producción de semillas superior a una planta no tratada con herbicida. Esto se debe a los rebrotes que emite posteriormente al tratamiento con gran capacidad para generar semillas.

CAPITULO VI

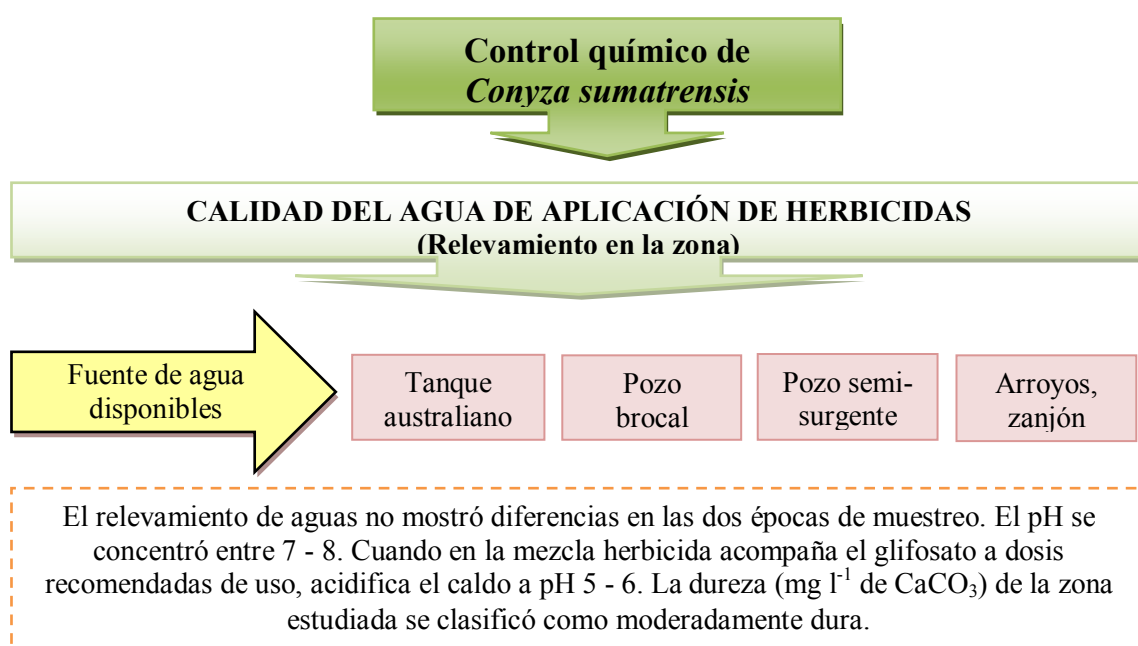
CONCLUSIONES GENERALES

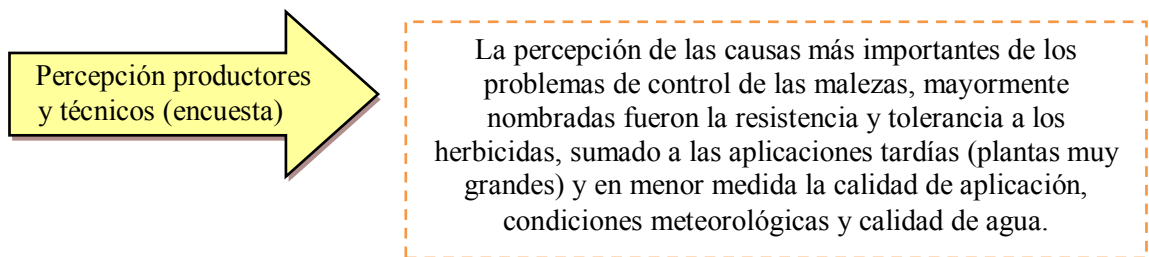
Introducción

En la presente tesis se amplía el conocimiento sobre el manejo y control de *C. sumatrensis*, maleza actualmente muy importante y difundida en los sistemas de producción de la provincia de Entre Ríos. Con este objetivo se realizó un exhaustivo relevamiento de las prácticas de aplicación de la región. Se estudiaron técnicas de aplicación de los herbicidas más utilizados, dosis, uso de coadyuvantes y el efecto de la calidad de agua de aplicación, así como aspectos de la biología de la maleza. En relación a este último punto se realizaron una serie de experimentos en dos estados de desarrollo de *C. sumatrensis* para conocer en detalle el momento adecuado de control. Este capítulo analiza los resultados obtenidos para mejorar el control de *C. sumatrensis*, mediante un esquema, se discute sobre la aceptación o no de las hipótesis planteadas para cada objetivo y se describen algunas prioridades de investigación a futuro.

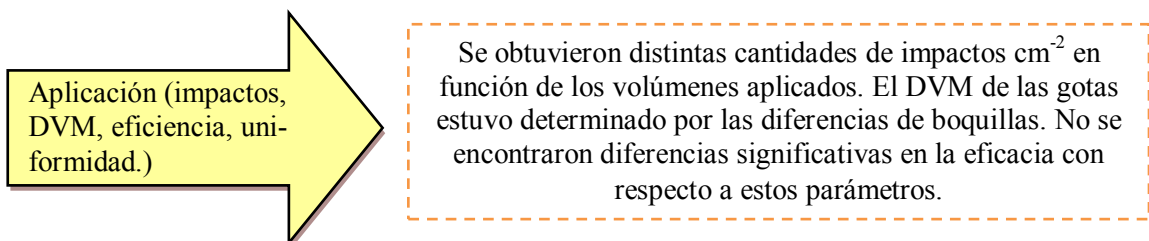
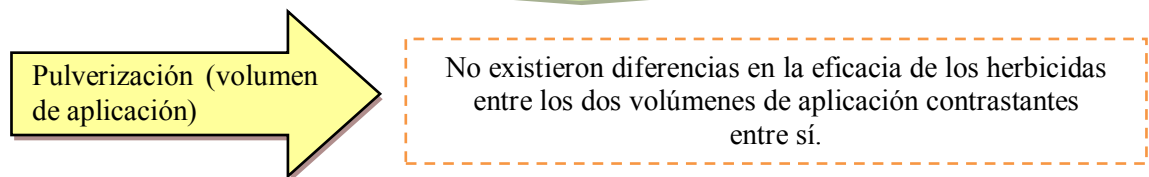
Resultados de la investigación

A continuación se muestra un breve esquema de los factores que afectarían o no el control químico de *C. sumatrensis*. En las flechas color amarillo se muestran las variables estudiadas y en recuadros de color naranja se describen y discuten los resultados de la presente tesis.





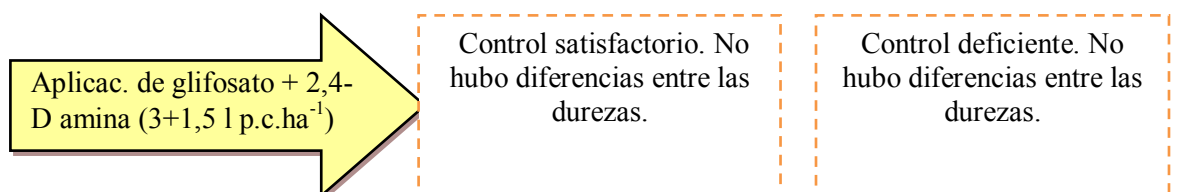
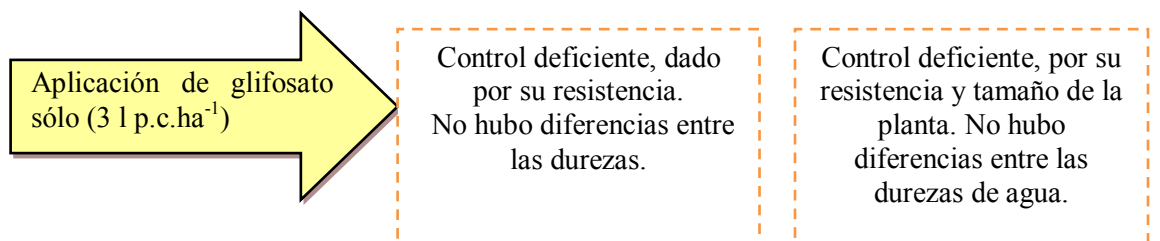
TECNOLOGÍA DE APLICACIÓN (Tratamientos a campo)

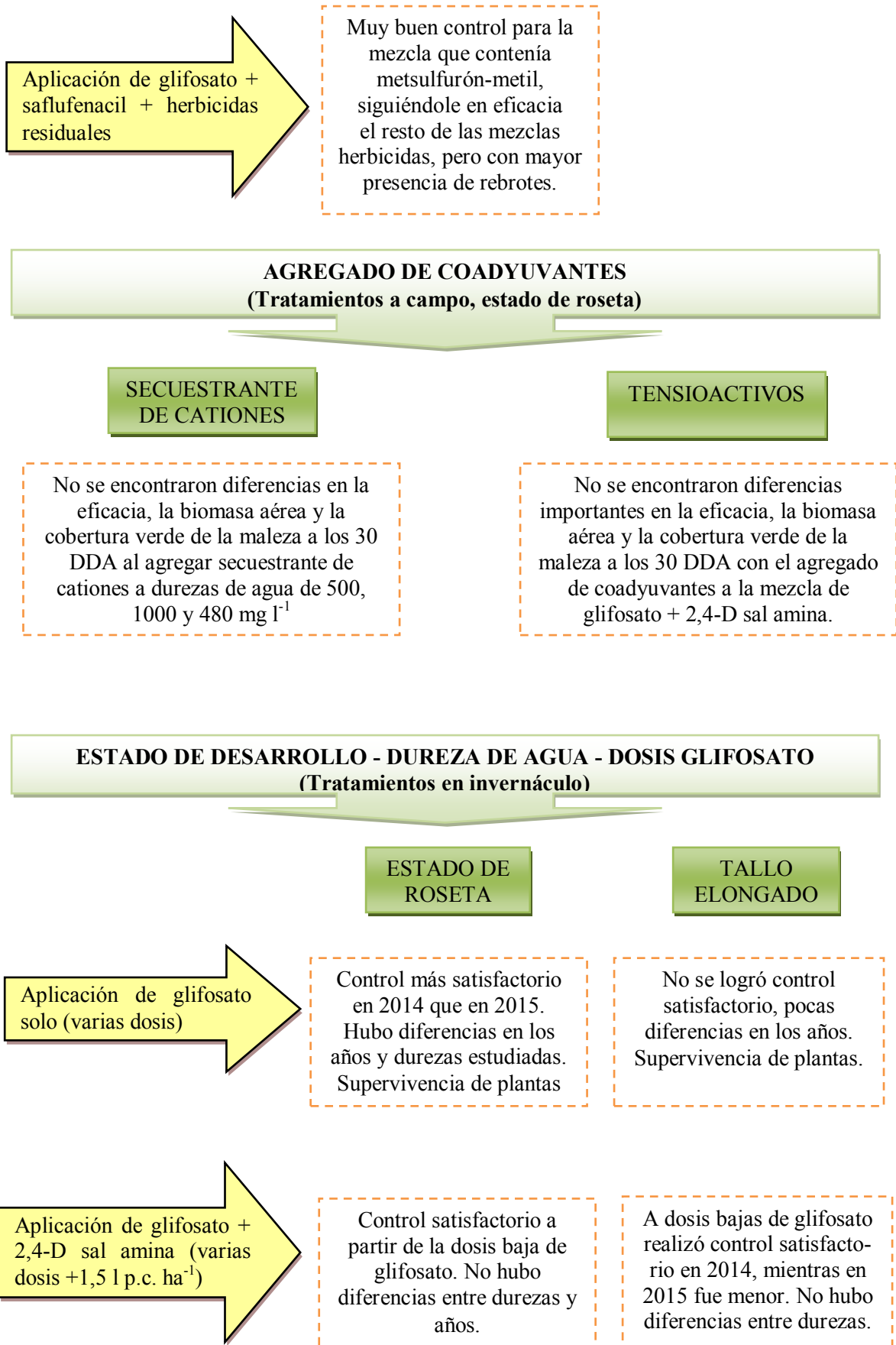


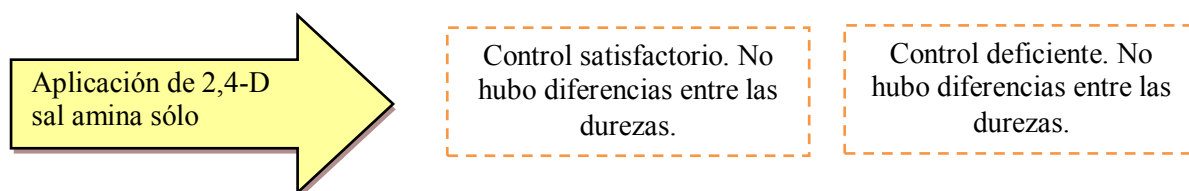
ESTADO DE DESARROLLO DE LA MALEZA - DUREZA DEL AGUA (Tratamientos a campo)

ESTADO DE ROSETA

TALLO ELONGADO







Hipótesis planteadas

Hipótesis general

La eficacia de glifosato solo o en mezcla con 2,4-D sal amina sobre *C. sumatrensis* depende de la interacción de varios factores: volumen y calidad del agua de aplicación, coadyuvantes, dosis de herbicidas y tamaño de la planta al momento de la aplicación.

Hipótesis particulares

La eficacia de control de *C. sumatrensis* con glifosato solo y en mezcla con 2,4-D sal amina aumenta con:

- i) bajos niveles de dureza de agua
- ii) mayor volumen de aplicación.
- iii) agregado de coadyuvantes, entre ellos secuestrante de cationes.
- iv) el aumento de las dosis de cada herbicida.
- v) plantas al estado de roseta.

La eficacia de control de *C. sumatrensis* con glifosato solo es deficiente, mientras que cuando se incluye a 2,4-D sal amina en la mezcla herbicida aumenta considerablemente su control, dependiendo del estado de desarrollo. Utilizando como vehículo para la aplicación de los herbicidas agua desionizada o agua con cantidades de 500 y 1000 mg l⁻¹ de CaCO₃ se alcanza similar eficacia. Se rechaza la hipótesis planteada.

La eficacia de control de *C. sumatrensis* utilizando distintos volúmenes de agua en la aplicación de los herbicidas glifosato solo y glifosato + 2,4-D sal amina en dos estados de desarrollo (roseta y tallo elongado) y las mezclas de glifosato + saflufenacil, glifosato + saflufenacil + atrazina, glifosato + saflufenacil + clorimurón-etil y glifosato

+ saflufenacil + metsulfurón-metil en estado de roseta, no difirió significativamente por lo que se rechaza la hipótesis planteada.

La eficacia de control de *C. sumatrensis* no se vio afectada por la utilización de aguas con dureza y con el agregado de secuestrante de cationes previo a la preparación del caldo con glifosato o glifosato + 2,4-D sal amina. Al igual que el agregado de tensioactivos en la mezcla glifosato + 2,4-D sal amina a dosis recomendadas y por debajo de ellas en ambos herbicidas, de esta forma se rechaza la hipótesis.

La eficacia de control de *C. sumatrensis* es afectada por las dosis de herbicida aplicado. Se acepta la hipótesis planteada. El control con glifosato solo aumenta con la dosis aplicada, de la misma forma cuando glifosato se mezcla con 2,4-D sal amina. Dosis crecientes de 2,4-D sal amina con glifosato también aumentan su eficacia.

La eficacia de control de *C. sumatrensis* es afectada por el estado de desarrollo de la maleza, se acepta la hipótesis. El control es mayor utilizando glifosato solo, glifosato + 2,4-D sal amina y 2,4-D sal amina solo en estado de roseta.

Investigación futura

Se sugiere profundizar las dificultades de control con respecto a la calidad del agua de aplicación en otras malezas presentes en la zona, incluyendo malezas latifoliadas y gramíneas, como también con el uso de otras mezclas herbicidas. Es relevante comprobar si la calidad del agua (pH y dureza) tiene real incidencia en la eficacia de los herbicidas sobre otras malezas de difícil control en la zona.

Se requiere profundizar la temática del uso de secuestrante de cationes utilizados en la zona, determinando si cumplen la función de disminuir los cationes presentes en el agua de aplicación y de esta forma aumentar el control de las malezas, que se verían afectadas por la dureza del agua.

El principal problema en el control se debe a la realización de aplicaciones tardías con plantas grandes. Esto se debe a estrategias de manejo de los productores o contratistas que no tiene en cuenta el monitoreo y que buscan minimizar costos sin

atender a las características bioecológicas de las malezas. Es importante entonces realizar una adecuada campaña de concientización de los actores relacionados con las tareas de control de malezas en Entre Ríos respecto a la oportunidad, racionalidad y diversos aspectos relacionados al manejo de herbicidas y malezas.

A través de esta tesis se exploraron estrategias de manejo de *C. sumatrensis* en Crespo (Entre Ríos) descartando algunos factores a los que se ha atribuido el insuficiente control de la maleza como la dureza del agua y se describieron y analizaron los factores que permiten obtener las máximas eficacias.

CAPITULO 5: Curvas de dosis respuesta para los distintos niveles de CaCO₃

ESTADO DE ROSETA DE *C. sumatrensis*

1. Control con glifosato

i. 2014

$$0 \text{ mg l}^{-1} \text{ CaCO}_3: y = -3,07583 + (109,76236 + 3,07583) / (1 + (\text{dosis}/764,737)^{-0,90370})$$

$$500 \text{ mg l}^{-1} \text{ CaCO}_3: y = 0,91079 + (98,03309 - 0,91079) / (1 + (\text{dosis}/1062,98)^{-1,43689})$$

$$1000 \text{ mg l}^{-1} \text{ CaCO}_3: y = -0,61455 + (105,32177 + 0,61455) / (1 + (\text{dosis}/1131,03)^{-1,32398})$$

ii. 2015

$$0 \text{ mg l}^{-1} \text{ CaCO}_3: y = (2,54416 + (102,48125 - 2,54516) / (1 + (\text{dosis}/1064,57)^{-1,58176}))$$

$$500 \text{ mg l}^{-1} \text{ CaCO}_3: y = (1,77323 + (111,65741 - 1,77323) / (1 + (\text{dosis}/1214,19)^{-1,20459}))$$

$$1000 \text{ mg l}^{-1} \text{ CaCO}_3: y = (2,20209 + (112,63909 - 2,20209) / (1 + (\text{dosis}/1316,52)^{-1,18654}))$$

2. Control con glifosato + 2,4-D sal amina

i. 2014

$$0 \text{ mg l}^{-1} \text{ CaCO}_3: y = 4,63211 + (99,17812 - 4,63211) / (1 + (\text{dosis}/139,092)^{-3,79319})$$

$$500 \text{ mg l}^{-1} \text{ CaCO}_3: y = 2,12579 + (100,15822 - 2,12579) / (1 + (\text{dosis}/136,538)^{-2,83547})$$

$$1000 \text{ mg l}^{-1} \text{ CaCO}_3: y = 6,97036 + (100,05286 - 6,97036) / (1 + (\text{dosis}/141,321)^{-4,21292})$$

ii. 2015

$$0 \text{ mg l}^{-1} \text{ CaCO}_3: y = 4,33522 + (99,92003 - 4,33522) / (1 + (\text{dosis}/134,240)^{-3,50912})$$

$$500 \text{ mg l}^{-1} \text{ CaCO}_3: y = 4,43283 + (98,12481 - 4,43283) / (1 + (\text{dosis}/131,282)^{-3,68247})$$

$$1000 \text{ mg l}^{-1} \text{ CaCO}_3: y = 1,79430 + (98,32767 - 1,79430) / (1 + (\text{dosis}/133,912)^{-2,64569})$$

ESTADO DE TALLO ELONGADO DE *C. sumatrensis*

1. Control con glifosato

i. 2014

$$0 \text{ mg l}^{-1} \text{ CaCO}_3: y = -3,22211 + (84,99743 + 3,22211) / (1 + (\text{dosis}/339,250)^{-1,19647})$$

$$500 \text{ mg l}^{-1} \text{ CaCO}_3: y = 0,58674 + (101,45276 + 0,58674) / (1 + (\text{dosis}/1116,431)^{-1,29224})$$

$$1000 \text{ mg l}^{-1} \text{ CaCO}_3: y = -0,50377 + (111,2112 + 0,50377) / (1 + (\text{dosis}/1175,581)^{-1,10153})$$

ii. 2015

$$0 \text{ mg l}^{-1} \text{ CaCO}_3: y = -0,85086 + (77,52814 + 0,85086) / (1 + (\text{dosis}/1389,56)^{-1,06209})$$

$$500 \text{ mg l}^{-1} \text{ CaCO}_3: y = -1,41268 + (66,16759 + 1,41268) / (1 + (\text{dosis}/1211,81)^{-0,99288})$$

$$1000 \text{ mg l}^{-1} \text{ CaCO}_3: y = -1,00196 + (81,38422 + 1,00196) / (1 + (\text{dosis}/1430,86)^{-1,06492})$$

2. Control con glifosato + 2,4-D sal amina**i. 2014**

$$0 \text{ mg l}^{-1} \text{ CaCO}_3: y = 3,17579 + (98,41998 - 3,17579) / (1 + (\text{dosis}/165,713) ^{-2,75758})$$

$$500 \text{ mg l}^{-1} \text{ CaCO}_3: y = 1,45755 + (96,79426 - 1,45755) / (1 + (\text{dosis}/154,894) ^{-2,33462})$$

$$1000 \text{ mg l}^{-1} \text{ CaCO}_3: y = 7,37127 + (99,87294 - 7,37127) / (1 + (\text{dosis}/152,527) ^{-4,98109})$$

ii. 2015

$$0 \text{ mg l}^{-1} \text{ CaCO}_3: y = -0,58348 + (86,25572 + 0,58348) / (1 + (\text{dosis}/160,313) ^{-1,73438})$$

$$500 \text{ mg l}^{-1} \text{ CaCO}_3: y = 0,72557 + (85,31027 - 0,72557) / (1 + (\text{dosis}/159,124) ^{-2,17496})$$

$$1000 \text{ mg l}^{-1} \text{ CaCO}_3: y = 6,84102 + (83,13244 - 6,84102) / (1 + (\text{dosis}/155,036) ^{-3,40454})$$

Bibliografía

AAPRESID 2014. Red de conocimiento en malezas resistentes (REM).

Almeida, D.P. 2014. Tecnologia de aplicação de herbicidas na dessecação de coberturas vegetais. Universidade Federal de Goiás Câmpus Jataí, 53 p.

Altieri, E. 2014. Control de malezas y resistencia a herbicidas. Curso de Agrobiotecnología. Nidera S.A. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.

http://www.fbmc.fcen.uba.ar/materias/agbt/teoricos/2011_%20%20Tolerancia%20a%20herbicidas.pdf

Allieri, L. y Papa, J.C. 2009. Efecto de la dureza del agua sobre la eficacia de distintas formulaciones de glifosato. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria EEA Oliveros.

http://www.agroconsultasonline.com.ar/ticket.html/Agua%20y%20glifosato.pdf?op=d&ticket_id=10339&evento_id=21463

Allieri, L. 2013. Evaluación del efecto de diferentes adjuvantes en control de Rama negra - *Conyza bonariensis* - en condiciones de barbecho químico largo. http://www.spraytecfertilizantes.com/hojas_de_seguridad_14/Ensayo_Barbecho_2013_Luis_Allieri.pdf

Alvez, A., Piedrachita, W., López, H., Kogan, M., Espinosa, E., Helfgott, S. y Hansen R. 1974. Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación de ensayos de control de malezas. II Reunión de ALAM, Cali, Colombia. Revista ALAM, I:35-38.

Ambach, R.M. y Ashford R. 1982. Effects of variation in drop makeup on the phytotoxicity of glyphosate. Weed Science, 30:221-224.

Amrhein, N., Deus, B., Gehrke, P. y Steinrucken H. 1980. The site of inhibition of the shikimate pathway by glyphosate. Plant Physiology, 66:830-834.

ANDEF, 2010. Associação Nacional de Defesa Vegetal. Manual de tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários, São Paulo, 52 p.

http://www.nufarm.com/Assets/15064/1/Manual_Tecnologia.pdf

Andersen, B. 2012. Water quality effects herbicides effectiveness. Saskatchewan Agriculture. <http://www.prairiewaternews.ca/water/vol7no2/story8.html>

Arregui, C. y Puricelli, E. 2008. Mecanismos de acción de plaguicidas. Dow AgroSciences Argentina S.A., 173 -176.

Arregui, C. y Puricelli, E. 2013. Mecanismo de acción de plaguicidas. Cap. 3. Mecanismos y modos de acción de herbicidas. Edición Universidad Nacional de Rosario, 153-241.

Arrospide, G. 2004. Criterios para el uso de aditivos y coadyuvantes. Calister S.A., 1-6.

http://www.calister.com.uy/wp-content/files_mf/1311182916Criterios_para_el_uso_de_Aditivos_y_Coadyuvantes.pdf

ASAE S-572, 1991. Spray Tip Classification by Droplet Size, 64-68. <http://www.sherwoodpumps.com/FileAttachments/Spray/en-us/Spray%20Tip%20Classification%20by%20Droplet%20Size.pdf>

ASTM, 1995. Terminology relating to agricultural tank mix adjuvants. In Annual Book of ASTM Standards. Volume 11.05: Biological Effects and Environmental Fate; Biotechnology; Pesticides. Philadelphia, PA, Pp. 966-967.

Bailey, W.A., Poston, D.H., Wilson, H.P. y Hines, T.E. 2002. Glyphosate interactions with manganese. *Weed Technology*, 16:792-799.

Baird, D., Upchurch, R., Homesley, W. y Franz, J. 1971. Introduction of a new broadspectrum postemergence herbicide class with utility for herbaceous perennial weed control. *Proceedings North Central Weed Control Conference*, 64-68.

Balassone, F.E. Puricelli, E. Faccini, D. Meztler, M. 2015. Control de biotipos de *Conyza sumatrensis* (Retz.) E. H. Walker con glifosato e inhibidores de la acetolactato sintasa (ALS). XXII Congreso de la ALAM I Congreso de la ASACIM.

Banks, P.A. y Schroeder, J. 2002. Carrier volume affects herbicide activity in simulated spray drift studies. *Weed Technology*, 16:833-837.

Belluccini, P. 2012. Control de rama negra en el cultivo de soja. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria EEA Marcos Juárez. inta.gob.ar/.../control-de-rama-negra-en.../inta_soja_ramanegra12.pdf

Bernards, M.L., Thelen, K.D. y Penner, D. 2005 a. Glyphosate efficacy is antagonized by manganese. *Weed Technology*, 19:27-34.

Bernards, M.L., Thelen, K.D., Penner, D., Muthukumar, R.B. y McCracken, J.L. 2005 b. Glyphosate interaction with manganese in tank mixtures and its effect on glyphosate absorption and translocation. *Weed Science*, 53(6):787-794.

Biset, M., Colomé, S., Copioli, A., Hurtado, P., Lombardi, N., Morán, M., Nisensohn, L., Faccini, D. y Tuesca, D. 2011. Control químico de malezas en barbecho. Revista Agromensajes Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario.

Bogliani, M., Masia, G. y Onorato, A. 1999. Pulverizaciones Agrícolas Terrestres. La exactitud mejora el rendimiento y asegura la protección del medio ambiente. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Instituto de Ingeniería Rural Castelar. 1-2 p. http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_combate_de_plagas_y_malezas/52-manual_pulverizacion.pdf

Borger, C.P., Doncon, G. y Hashem, A. 2009. Colonization of agricultural regions in Western Australia by *Conyza bonariensis*. Seventh Australasian Weeds Conference, 182-185.

Bueno, M.R., Alves, G.S., Paula, A.D. y Cunha, J.P. 2013. Volumes de calda e adjuvante no controle de plantas daninhas com glyphosate. Spray volume and adjuvant effects on weed control with glyphosate. Planta Daninha, 31(3):705-713.

Buhler, D.D. y Burnside, O.C. 1983 a. Effect of spray components on glyphosate toxicity to annual grasses. Weed Science, 31(1):124-130.

Buhler, D.D. y Burnside, O.C. 1983 b. Effect of water quality, carrier volume, and acid on glyphosate phytotoxicity. Weed Science, 31(2):163-169.

Buhler, D.D. y Owen, M.D. 1997. Emergence and survival of horseweed (*Conyza canadensis*). Weed Science, 45(1):98-101.

Buisman, P., Sundaram, K., Sundaram, A. y Trammel, K. 1989. Field deposit patterns of a diflufenzuron spray mix, after application to apple orchard using an airblast sprayer, and a laboratory evaluation of physical properties and atomization characteristics. Journal of Environmental Science and Health, New York, 24(4):389-411.

Burkart, A. 1973. Flora Ilustrada de Entre Ríos. Tomo VI. Colección Científica del INTA. Buenos Aires, 6:328-324.

Bustamante Espinosa, A. 2007. Efecto de tres reguladores de pH en la efectividad de paraquat y glifosato. Tesis para optar al título de Ingeniera Agrónoma, Zamorano Honduras, p. 27.

Blackshaw, R.E., O'Donovan, J.T., Sharma, M.P., Harker, K.N. y Maurice D. 1996. Response of triallate-resistant wild oat (*Avena fatua*) to alternative herbicides. *Weed Technology*, 10(3):258-262.

Blackshaw, E.B. y Harker, N. 1997. Scentless chamomile (*Matricaria perforata*) growth, development, and seed production. *Weed Science*, 45:701-705.

Cabrera, A. y E. Zardini 1978. Manual de la flora de los alrededores de Buenos Aires. Buenos Aires. ACME. 715 pp.

Campbel, D. 2011. Potential impacts of water quality y chemistry on herbicide applications.

http://www.clallam.net/WeedControl/assets/applets/Water_Quality_Chemistry.pdf

Campbel, D.J., Fellowes, R.W. y Sheers, J. 1984. Glyphosate use in lower water volumes a review. Monsanto, Australia, 1:153-156.

<http://eurekamag.com/research/001/376/001376748.php>

Carbone, A. 2015. Caracterización morfo-anatómica de dos poblaciones de *Gomphrena perennis* L. y su posible relación con la sensibilidad al herbicida glifosato. Tesis de maestría en Protección Vegetal, FCAyF – UNLP, 122 p.

CASAFE, 2013. Estadísticas. http://www.casafe.org/estadisticas_links.php.

CASAFE, 2015. Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes - Guía de Productos Fitosanitarios, 16° edición, 2013/2015, 1185 p.

Carrasco-Letelier, L., Beretta-Blanco, A., Bassahún, D., García, L., Musselli, R., Oten, R., Torres, D., Torres, O. y Tellechea, G. 2015. Aptitud de la calidad del agua para uso agropecuario: riego y preparación de pesticidas. *Revista Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay (INIA)*, 41:45-48.

Carrow, R.N., Duncan, R.R. y Huck, M.T. 2009. Turfgrass and Landscape Irrigation Water Quality: Assessment and Management. Cap. 15 Integration of Irrigation Water Sources to Minimize Environmental Concerns. *An Increasing Challenge to Turfgrass Performance*, 327-337.

Carvalho, S.J., Ribeiro Dias, A.C., Damin, V., Nicolai, M. y Christoffoleti, J.P. 2008. Glifosato aplicado com diferentes concentrações de uréia ou sulfato de amônio para dessecação de plantas daninhas. *Pesquisa Agropecuaria Brasília*, 43(11):1501-1508.

Carvalho, S.J., Damin, V., Dias, A.C., Melo, M.S., Nicolai, M.I., Christoffoleti, P.J. 2009 a. Dessecação de plantas daninhas com glyphosate em mistura com uréia ou sulfato de amônio. *Planta Daninha*, 27(2):353-361.

Carvalho, S.J., Damin, V.; Dias, A.C., Yamasaki, G.M., Christoffoleti, P.J. 2009 b. Eficácia e pH de caldas de glifosato após adição de fertilizantes nitrogenados e utilização de pulverizador pressurizado por CO₂. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 44(6):569-575.

Carvalho, S.J. Dias, A.C., Shiomi, G.M., Christoffoleti, P.J. 2010. Adição simultânea de sulfato de amônio e uréia à calda de pulverização do herbicida glyphosate. *Planta Daninha*, 28(3):575-584.

Carvalho, S.J., Damin, V., Dias A.C, Filho, H.T. y Christoffoleti, P.J. 2012. Pulverização de glyphosate utilizando solução de uréia + sulfato de amônio. *Revista Brasileira de Herbicidas*, 11(1):84-95.

Cid, R. y Masiá, G. 2011. Manual para Agroaplicadores. Uso responsable y eficiente de fitosanitarios. Aguas, mezclas y coadyuvantes. Ediciones Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 79-91.

Circunvis, B.C., Renesto, E., Mangolin, C.A., Machado, M.F. y Takasusuki, M.C. 2014. Caracterização genética de amostras de *Conyza* spp. do estado do Paraná. *Planta Daninha*, 32:173-179.

Conceição, M.Z. 2003. Defesa vegetal: legislação, Normas e produtos fitossanitários. In: Zambolim, L.; Conceição, M.Z.; Santiago, T. O que Engenheiros Agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários, 2a. Viçosa: UFV/ANDEF, 1-68.

Cortés, E. y Venier, F. 2012. 2Alternativas de control de *Conyza bonariensis* (L. Cronquist) (rama negra) – Implementación del doble knock down (DKD). Hoja de información técnica, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - San Francisco. 7 p.

Costa, J. y Appleby, A.P. 1986. Effects of ammonium sulphate on leaf growth inhibition by glyphosate in *Cyperus esculentus* L. *Crop Protection*, Guildford, 5(5):314-318.

Cousens, R. y Mortimer, M. 1995. Dynamics of Weed Populations. Cambridge. Cambridge University Press, 332.

Cunha J.P. y Alves, G.S. 2009. Características físicoquímicas de soluções aquosas com adjuvantes de uso agrícola. *Interciência*, 34(9):655-659.

Cunha, J.P., Teixeira M.M., Castillo B. y Rodríguez, G. 2010. Tecnología de Aplicación de Agroquímicos. Cap. 2 Formulación de agroquímicos para el control de plagas. CYTED, Edición Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - Alto Valle, 27-44.

Curtis, R. 2007. Impact of water quality on herbicide efficacy. Everglades REC Spray Smart. <http://ebookbrowse.net/impact-of-water-quality-on-herbicide-efficacy-ppt-d12823455>

Chahal, G., Roskamp, J., Legleiter, T. y Johnson, B. 2012. The influence of spray water quality on herbicide efficacy. *Weed Science*. Purdue Agriculture. https://ag.purdue.edu/btny/weedscience/Documents/Water_Quality.pdf

Chaila, S. 1986. Métodos de evaluación de malezas para estudios de población y de control. *Malezas*, Revista de la Asociación Argentina para el Control de Malezas, 2(14):79.

Chaim, A., Castro, V.L., Corrales, F., Galvão, J.A. y Cabral, O.M. 1999. Método para monitorar perdas na aplicação de agrotóxicos na cultura do tomate. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 34(5):741-747.

Chappell, M.A., Laird, M.A., Thompson, M.I., y Evangelou, V.P. 2005. Cosorption of atrazine and a lauryl polyoxyethylene oxide nonionic surfactant on smectite. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 53:10127-10133.

Chism, W.J., Birch, J.B., Bingham, S.W. 1992. Nonlinear regressions for analyzing growth stage and quinclorac interactions. *Weed Technology*, 6(4):898-903.

Christoffoleti, P.J. 1999. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas inibidores da acetolactato sintase e acetil coenzima A carboxilase. Tese (Livre Docência) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

Creech, C. 2015. Herbicide application technology impacts on herbicide spray characteristics and performance. Doctorado. Lincoln, USA. Universidad de Nebraska. 186 p.

Czapar, G.F., Curry, M.P. y Brink, W.H. 2002. Pest management recommendations and water quality concerns: An Illinois Agribusiness Perspective, *Weed Technology*, 16:440-443.

Dauer, J.T., Mortensen, D.A. y Van Gessel, M.J. 2007. Temporal and spatial dynamics of long-distance *Conyza canadensis* seed dispersal. *Journal of Applied Ecology*, 44:105-114.

Dauer, J.T., Mortensen, D.A., Luschei, E.C., Isard, S.A., Shields, E. y Van Gessel, M.J. 2009. *Conyza canadensis* seed ascent in the lower atmosphere. *Agricultural and Forest Meteorology*, 149(3-4):526-534.

Davalos, M. 2008. Monografía Uso Eficiente del Agua en Pulverizaciones Agrícolas. Curso de Posgrado Bases del Diagnóstico Ambiental en Sistemas Agropecuarios, 13 p. <http://poweragro.com.ar/site/wp-content/uploads/2014/10/Uso-Eficiente-del-Agua-en-Pulverizaciones-Agr%C3%ADcolas.pdf>

Davis, V.M., Gibson, K.D. y Johnson, W.G. 2008. A field survey to determine distribution and frequency of glyphosateresistant horseweed (*Conyza canadensis*) in Indiana. *Weed Technology*, 22:331-338.

Debbie Coakley, 2013. The impact of water quality on herbicide performance. The better the water quality in a spray tank, the better herbicides will perform [http://vegetationmanagement.pwmag.com/bestpractices/the_impact_of_water_quality_o
n_herbicide_performance.html](http://vegetationmanagement.pwmag.com/bestpractices/the_impact_of_water_quality_on_herbicide_performance.html)

Dekker, J. 1997. Weed diversity and weed management. *Weed Science*, 45: 357-363.

De la Fuente, E., Suárez, S., Ghera, C. y León, R. 1999. Soybean weed communities: relationships with cultural history and crop yield. *Agronomy Journal*, 91:234-241.

De la Fuente, E., Suárez, S. y Ghera, C. 2006. Soybean weed community composition and richness between 1995 and 2003 in the Rolling Pampas (Argentina). *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 115:229-236.

De la Vega, M. 2013. Resistencia de malezas a herbicidas. *Revista Especial Malezas AAPRESID*, 29-34.

De Prado, R. 2007. Agronomic, biological and molecular bases of *Lolium* spp. and *Conyza* spp. biotype resistant to glyphosate in Spain. Project collaboration between University of Córdoba and Monsanto.

De Villiers, B.L., Lindeque, R.C. y Knobel, H.H. 1996. Calcium and Magnesium in Spray Carriers antagonize Glyphosate Performance. *Applied Plant Science*, 10(1):10-11.

Devlin, D.L., Long, J.H. y Maddux, L.D. 1991. Using reduced rates of postemergence herbicides in soybeans (*Glycine max*). *Weed Technology*, 5:843-840.

Dill G., Sammons D., Feng P., Kohn F., Kretzmer K., Mehrsheikh A., Bleeke M., Honegger J., Farmer D., Wright D. y E. Hauptfear 2010. Glyphosate: discovery, development, applications and properties. En: "Glyphosate resistance in crops and weeds: history, development, and management". Nandula V. (Ed.) Nueva Jersey. Willey & Sons. 321 p.

Disagro, 1994. Suplemento Prensa Libre, beneficios del SAM en el suelo, Junio 1994, Guatemala.

Donald, W.W. 1988. Established foxtail barley, *Hordeum jubatum*, control with glyphosate plus ammonium sulfate. *Weed Technology*, 2:364-368.

Duke, S.O. y Powles, S.B. 2008. Mini-review Glyphosate: a once-in-a-century herbicide. *Pest Management Science*, 64:319-325.

Durigan, J.C. 1992. Efeito de adjuvantes na calda e no estágio de desenvolvimento das plantas, no controle do capim-colonião (*Panicum máximum*) con glyphosate. *Planta Daninha*, Brasilia, 10(1/2):39-44.

Durigan, J.C. 1993. Efeitos de adjuvantes na aplicação e eficácia dos herbicidas. Jaboticabal, FUNEP, 42 p.

Esqueda Esquivel, V.E. y Tosquy Valle, O.H. 2015. Efecto del volumen y el pH del agua en el control de *Ixophorus unisetus* (J. Presl.) Schltld. con glifosato. *Valle Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(1):97-109.

Etchegoyen, J. 2014. Portfolio de productos coadyuvantes Rizobacter. Aplicaciones agrícolas de calidad y uso de coadyuvantes de última generación. Gota protegida. Rizobacter. 83 p. <http://www.youblisher.com/p/1105354-Aplicaciones-agricolas-de-calidad-y-uso-de-coadyuvantes-de-ultima-generacion/>

Etiennot, A. E. 1990. Cuarto Curso de Actualización para Pilotos Aeroaplicadores. Instituto Nacional de Aviación Civil (INAC), Buenos Aires, 119 p.

Evans, S., Knezevic, S., Shapiro, C. y Lindquist, J. 2003. Influence of nitrogen level and duration of weed interference on corn growth and development. *Weed Science*, 51:546-556.

Faccini, D. y Puricelli, E. 2007. Efficacy of herbicide dose and plant growth stage on weeds present in fallow ground. *Agriscientia*, 24:23-29.

Faccini, D., Nisensohn, L., Puricelli, E., Tuesca, D. y Allieri, L. 2008. Malezas frecuentes en los agroecosistemas de la región sojera núcleo. Parte I. Facultad de Ciencias Agrarias. UNR y Dow AgroSciences, 42-43.

Faccini, D. y Puricelli, E. 2010. Efecto de la dureza del agua y del sulfato de amonio sobre la eficacia de herbicidas de barbecho químico en *Carduus acanthoides* y *Conyza bonariensis*. Revista de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Rosario. Ciencias Agronómicas N° XVI, 13-16.

Facility, G.B. 2010. Maps of distribution of *Conyza*. Global Biodiversity Information. Available at <http://us.mirror.gbif.org/species/15121153>, 13749344, 13749345.

Farias, M., Schlosser, J.F., Casali, A.L., Frantz, U.G. y Rodríguez, F.A. 2013. Qualidade da água utilizada para aplicação de agrotóxicos na região central do Rio Grande do Sul. Revista Agrarian ISSN: 1984-2538 Comunicação Científica, 7 (24):355-359.

Farias de Silveira, M., Schlosser, J.F. Casali, A.L. Frantz, U.G., Rodrigues, F.A. 2014. Qualidade da água utilizada para aplicação de agrotóxicos na região central do Rio Grande do Sul. Revista Agrarian Comunicação Científica Farias, 7(24):355-359.

Fernandez, O.A. 1982. Manejo integrado de malezas. Planta Daninha, (2):69-79. <http://www.scielo.br/pdf/pd/v5n2/a10v5n2.pdf>

Ferrari, D., Pozzolo, O. y Ferrari, H.2006. Desarrollo de software para estimación de cobertura vegetal. VII Congreso latinoamericano y del Caribe de Ingeniería agrícola. V Congreso Internacional de Ingeniería Agrícola 58 p.

Ferreira, M.C., Machado-Neto, J.G. y Tomomassa, M. 1998. Redução da dose e do volume de calda nas aplicações noturnas de herbicidas em pósemérgencia na cultura da soja. Planta Daninha, 16(1):25-36.

Ferreira Da Costa, M. 2009. Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas. UFMT - Universidade Federal de Mato Grosso. FAMEV - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Curso de Agronomia. 128 p. <http://www.slideshare.net/MarcosFerreira2/aplicao-de-defensivos-agrcolas>

Fischel, F. 2013. Water quality and the effectiveness of pesticides. University of Florida IFAS Extensión.

Franz, J., Mao, M. y Sikorski, J. 1997. Glyphosate: A unique and global herbicide. ACS Monograph No. 189. Washington. American Chemical Society. 653 p.

Friensen, L.F; Morrison, I.N.; Rashid, A y Devine, M.D. 1993. Response of a chlorosulfuron resistant biotype of *Kochia scoparia* to sulfonylurea and alternative herbicides. *Weed Science*, Champaign, 41(1):100-106.

Galon, L., Oliveira Pinto, J.J., Agostinetto, D. y Dal Magro, T. 2007. Controle de plantas daninhas e seletividade de herbicidas à cultura da soja, aplicados em dois volumes de calda. *Revista Brasileira Agrociencia*, 13(3):325-330.

García, R.I. y Sánchez, O.M. 2005. Influencia del pH del agua sobre la efectividad de varios herbicidas utilizados en caña de azúcar. *Fitosanidad* 9(3):37-40.

Gaskin, R.E. y Stevens, P.J. 1993. Antagonism of the foliar uptake of glyphosate into grasses by organosilicone surfactants. *Pesticide Science*, 38:203-206.

Gauvrit, C. 2003. Glyphosate response to calcium, ethoxylated amine surfactant, and ammonium sulfate. *Weed Technology*, 17(4):799-804.

Gebhardt, M.R., Webber, C.L. y Bouse, L.F. 1986. Comparison of a rotary atomizer to a fan nozzle for herbicide application. *Trans. American Society of Agricultural Engineers*, 28:232-385.

Gianelli, V., Bedmar, F., Panaggio, N. y Leaden, M.I. 2015 a. Eficacia de control de *Conyza sumatrensis* (Retz.) en dos estados de desarrollo. XXII Congreso de la ALAM y I Congreso de la ASACIM, Buenos Aires, 4 p.

Gianelli, V., Panaggio, H., Bedmar, F., Diez de Ulzurum P. y Leaden, M.I. 2015 b. Efecto de la densidad de plantas en el crecimiento y fecundidad de *Conyza sumatrensis* (Retz.). XXII Congreso de la ALAM y I Congreso de la ASACIM, Buenos Aires, 4 p.

Gigón, R. y Istilart, C. 2013 a. Manejo y control de “rama negra” en sistemas de producción del sur de la provincia de Bs. As.

<http://www.ridzo.com.ar/2013/jatfina2013/3-Manejo%20de%20rama%20negra%20-Ram%C3%B3n%20Gigón%20-JAT%20Fina%202013.pdf>

Gigón, R. y Istilart, C. 2013 b. Control de *Conyza* sp. en barbecho largo para soja. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - Tres Arroyos.

http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_barrow_-_control_de_conyza_sp_en_barbecho_largo_.pdf

Giménez, M. 2015 Evaluación de mezclas de herbicidas para el control de malezas difíciles en barbechos de soja. Top Ciencia 2015 Basf, Mendoza, Argentina. 19 p.

- Goldar, F. 2010. Barbechos químicos. FAUBA 16 p.
http://ced.agro.uba.ar/moodle/pluginfile.php/12260/mod_resource/content/0/Barbecho_y_Carryover.pdf
- Gómez Vargas, J.M., Pitty, A. y Miselem, J.M. 2006. Efecto del pH del agua en la efectividad de los herbicidas glifosato, fluazifop-p-butyl y bentazon. *Ceiba*, 47(1-2):19-23.
- González-Torralva, F., Cruz-Hipolito, H., Bastida, F., Mülleder, N., Smeda, R.J., De Prado, R. 2010. Differential Susceptibility to Glyphosate among the *Conyza*. *Weed Species in Spain. Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58:4361-4366.
- González-Torralva, F., Ríos-Gómez J., Cruz-Hipolito, H.E. y De Prado R. 2012. Response of *Conyza bonariensis*, *Conyza canadensis* and *Conyza sumatrensis* to glufosinate *Communications in Plant Sciences*, 2(1):1-4.
- González-Torralva, F., Pérez-López, M. y De Prado, R. 2013. Viabilidad del glifosato en sistemas productivos sustentables. Resistencia a glifosato: aspectos biológicos y agronómicos. INIA La Estanzuela, 1-14.
- Glass, R. 1984. Metal complex formation by glyphosate. *Agriculture Food Chemical*, 32:1249-1253.
- Green, J.M. y Bailey, S.P. 1987. Herbicide interactions with herbicides and other agricultural chemicals. In: McWhorter, C.G.; Gebhardt, M.R. *Methods of applying herbicides*. Champaign: WSSA, 37-61.
- Green, J.M. y Hale, T. 2005. Increasing and decreasing pH to enhance the biological activity of nicosulfuron. *Weed Technology*, 19:468-475.
- Green, T.D. 2010. The ecology of fleabane (*Conyza* spp.). Thesis Doctoral of Philosophy, University of New England, 183 p.
- Griffin, J.L. 2009. Water quality effects on pesticides. Louisiana Agricultural Technology and Management Conference, AgCenter Research y Extension 32 p.
<http://www.laca1.org/Presentations/2009/WaterQualityEffects2009.pdf>
- Gronwald, J.W., Jourdan, S.W., Wyse, D.L., Somers, D.A. y Magnusson, M.U., 1993. Effect of ammonium sulfate on absorption of imazethapyr by quackgrass (*Elytrigia repens*) and maize (*Zea mays*) cell suspension cultures. *Weed Science*, 41:325-334.
- Hakansson, S. 2003. Weeds and weed management on arable land. An ecological approach. Cambridge. CABI Publishing, 274 p.

Hall, F.R. y Reichard, D.L. 1978. Effects of spray droplets size, dosage and solution per ha rates on mortality of two-spotted spitter mite. *Journal of Economical Entomology*, 70 (2):185-186.

Hall, G., Hart, C. y Jones, C. 2000. Plants as sources of cations antagonistic to glyphosate activity. *Pest Management Science*, 56:351-358.

Hamish Turner, 2008. Melpat Ammonium Sulphate Spray Grade. http://www.melpat.com.au/documents/AmmoniumSulphate_TechNote.pdf

Hao, J-H., Qiang, S., Liu, Q., y Cao, F. 2009. Reproductive traits associated with invasiveness in *Conyza sumatrensis*. *Journal of Systematics and Evolution*, 47(3):245-254.

Harker, K.N. 1995. Ammonium sulfate effects on the activity of herbicides for selective grass control. *Weed Technology*, 9(2):260-266.

Hartzler, B. 2001. Role of AMS with glyphosate products. Iowa State University Extension Agronomy. *Weed Science*.
<http://www.weeds.iastate.edu/mgmt/2001/ams.htm>

Hazler, B., Boerboom, C., Nice, G. y Sikkiema, P. 2011. La importancia de entender el glifosato para mejorar su performance. (Texto traducido de la publicación de extensión sobre control de malezas con glifosato). Agromeat.
<http://www.cuencarural.com/agricultura/71196-la-importancia-de-entender-el-glifosato-para-mejorar-su-performance/>

Hensley, D.L., Beuerman, D.S. y Carpenter, P.L. 1978. The inactivation of Glyphosate by various soils and metal salts. *Weed Research*, 18:287-291.

Herrera, M., Anglada, M., Pereyra, C., Toledo, C. y Pozzolo, O. 2007. Eficiencia y eficacia en el uso de fitosanitarios. Informe Técnico N° 1. Proyecto de Extensión Uso Eficiente de Fitosanitarios. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UNER.
http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_combate_de_plagas_y_malezas/96-fitosanitarios.pdf

Hess, F.D. 1995. Absorption. In: *Herbicide action: An intensive course on the activity, selectivity, behavior, and fate of herbicides in plants and soils*. West Lafayette: Purdue University, 13-33.

Holm, L.G., Doll, J., Holm, E., Pancho, J.V., Herberger, J.P. 1997. *World weeds: natural histories and distribution*. Toronto, Wiley and Sons, 226-235.

Holm, F. y Henry, J. 2005. Water quality and herbicides. Agriculture and Food Produced by Canada-Saskatchewan Agriculture Green Plan Agreement.

Holloway, P.J. y Edgerton, M. 1992. Effects of formulation with different adjuvants on foliar uptake of difenzoquat and 2,4-D. *Weed Research*, 32, 183-95.

HRAC, 2014. Classification of herbicides according to site of action. <http://www.hracglobal.com/>

Iost, C.A. y Raetano, C.G. 2010. Tensão superficial dinâmica e ângulo de contato de soluções aquosas com surfatantes em superfícies artificiais e naturais. *Engenharia Agrícola*, 30(4):670-680.

Jalil Maluf, E. 2006. Importancia de la aplicación en el uso de agroquímicos. 1º Seminario taller internacional sobre aplicación aérea y terrestre de plaguicidas, realizado del 26 al 28 de octubre de 2006 en Córdoba.

<http://www.sembrandosatelite.com.ar/index.php?menu=notas&tipo=nota¬a=3324>

Jalil Maluf, E. 2014. Aplicaciones agrícolas de calidad y uso de coadyuvantes de última generación. Gota protegida. *Rizobacter*. 83 p.

Johnson, D.H. y Young, B.G. 2002. Influence of temperature and relative humidity on the foliar activity of mesotrione. *Weed Science*, 50(2):157-161.

Jerne, N. y Wood, E. 1949. The validity and meaning of the results of biological assays. *Biometrics*, 5:273-299.

Jordan, D.L., York, A.C., Griffin, J.L., Clay, P.A., Vidrine, P.R. y Reynolds, D.B. 1997. Influence of application variables on efficacy of glyphosate. *Weed Technology*, 11(2):354-362.

Jordan, T.N. 1981. Effects of diluent volumes and surfactant on the phytotoxicity of glyphosate to bermudagrass (*Cynodon dactylon*). *Weed Science*, 29:79-83.

Jordan, T.N. y Vatovec, C. 2004. Agroecological benefits from weeds. En *Weed biology and management* (Inderjit, ed.). Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 137-158.

Kahl, M. y Kleisinger, G. 2015. Control químico de rama negra (*Conyza sumatrensis*) en barbecho químico y como alternativa de “doble golpe”. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria AER Crespo. 9 p.

Kahl, M., Behr, E. y De Carli, R. 2015 a. Tecnologías de aplicación para el control de *Conyza sumatrensis* utilizando en mezcla saflufenacil y glifosato en barbecho largo.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria AER Crespo. Trabajo presentado en forma de póster presentado en Top Ciencia 2015, Mendoza.

Kahl, M., Berh, E., De Carli, R. y Kleisinger, G. 2015 b. Desempeño de coadyuvantes en mezcla con glifosato más 2,4-D amina para el control de *Conyza sumatrensis*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria AER Crespo. Congreso de malezas XXII ALAM y I ASACIM, 9 y 10 de septiembre de 2015, Buenos Aires.

Kempen, H. M. y Graf, J. 1981. Weed seed production. *Weed Science*, 34:78-81.

Kirkwood, R.C. 1993. Use and mode of action of adjuvants to herbicides: a review of some current work. *Pesticide Science*, 38:93-102.

Kissmann, K.G. y Groth, D. 1999. Plantas infestantes e nocivas. 2da. edición São Bernardo do Campo: Basf., 152-156, 278-284.

Kogan, M. y Zuriña, M. 2001. Dew and spray volumen effect on glyphosate efficacy. *Weed Technology*, 15:590-593.

Kogan, M. 2002. Programa para el control de la chufa en huertos frutales. Agronomía y Forestal UC. Santiago, Chile. Pontificia Universidad Católica de Chile, 17:13-16.

Kogan, A.M. y Alister, H.C. 2008. Factores que pueden afectar la efectividad del herbicida glifosato. Seminario Internacional Viabilidad del glifosato en sistemas productivos sustentables. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay. Serie de actividades de difusión 554:12-25.

Koger, C.H., Poston, D.H., Hayes, R.M y Montgomery, R.F. 2004. Glyphosate-resistant horseweed (*Conyza canadensis*) in Mississippi. *Weed Technology*, 18(3):820-825.

Kleffmann y Partner S.R.L. 2012. Mercado argentino de productos fitosanitarios 2008. Buenos Aires. Informe para la Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes (CASAFE), 9 p.

Klingaman, T.E., King, C.A. y Oliver, R.L. 1991. Effect of application rate, weed species, and weed stage of growth on imazetaphyr activity. *Weed Science*, 40:227-232.

Knoche, M. y Bukovac, M.J. 1993. Interaction of surfactant and leaf surface in glyphosate absorption. *Weed Science*, 41:87-93.

Knoche, M. 1994. Effect of droplet size and carrier volume on performance of foliage-applied herbicides. *Crop Protection*, 13(3):163-178.

Labrada, R. y Parker, C. 1996. El control de malezas en el contexto del manejo integrado de plagas. En: Manejo de malezas para países en desarrollo. Roma.

Langa, R., Aibar, J., Cirujeda, A., Marí, A.I., León, M. y Pardo, G. 2015. Estudio de la resistencia de *Conyza* spp. al herbicida glifosato en Aragón. XV Congreso de la Sociedad Española de Malherbología: La Malherbología y la transferencia tecnológica: Sevilla, 99-105.

Lazaroto, C.A., Fleck, N.G. y Vidal, R.A. 2008. Biology and ecophysiology of hairy fleabane (*Conyza bonariensis*) and horseweed (*Conyza canadensis*). *Ciência Rural*, 38(3):852-860.

Lazzaretti Galante, M., Kalnay, P. y Cornejo, V.N. 2014. Control de rama negra (*Conyza* spp. L.) en barbecho en otoño. *Revista Cultivos Invernales, Cereales de Invierno*. AAPRESID, 34-37.

Leite, S.M., Zanchetini, C.M., Da Silva, R.S. 2014. Avaliação da qualidade da água utilizada para pulverização em propriedades rurais do município de Pompeia-SP. 10 p.

Leiva, P.D. 1996. Manejo de la deriva en la aplicación de agroquímicos. *Carp. Producción Vegetal*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria EEA Pergamino. Generalidades, Tomo XIV (Información N° 139, Editorial: Puig, R), 6 p.

Leiva, P.D. y Araujo, E. 2009. Comparación de programas de computación para recuento y tipificación de impactos de aspersion sobre tarjetas sensibles. 7 p. http://www.agrotec.etc.br/downloads/Comparacion_de_programas_de_computacion_para_recuento.pdf

Leiva, P.D. 2010. Consideraciones generales sobre calidad de agua para pulverización agrícola. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria EEA Pergamino, 1-6.

http://www.sindag.org.br/App_Uploads/trabalhos_tecnicos/32_documents_trabalhos_tecnicos.pdf

Leguizamón, E. 2007. Herbicidas aplicados al follaje. Cátedra de Malezas. Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad Nacional de Rosario.

<http://www.engormix.com/MA-agricultura/soja/articulos/herbicidas-aplicados-follaje-t1211/415-p0.htm>

Lima, P.R. y J.G. Machado, N. 2001. Otimização da aplicação de fluazifop-p-butil em pós-emergência na cultura da soja (*Glycine max*). *Planta Daninha*, 19(1):85-95 p.

Lima, S.F., Almeida, D. P., Timossi, P.C., Silva, U. R. y Silva, W.S. 2013. Taxa de aplicação e espectro de gotas na dessecação de vegetação espontânea. In: Simpósio Internacional de tecnologia de Aplicação, Londrina, 1- 4.

Liu, H.S., Campbell, R.A., Studens, J.A., Wagner, R.G. 1996. Absorption and translocation of glyphosate in aspen (*Populus tremuloides*) as influenced by droplet size, droplet number, an herbicide concentration, *Weed Science*, 44(3):482-488.

Liu-Shuhua, R., Campbell, S., Liu, H. y Griffith, J. 1996. Efficacy of glyphosate on *Populus tremuloides* as affected by droplet size and spray volume. *New Zealand Journal of Forestry*, 26:1-2, 276-287.

López, J.S.E. 2014. Efectos sinérgicos del sulfato de amonio y el glifosato n-(fosfometil) glicina sobre el control de malezas en el cultivo de banano. Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas - Universidad Rafael Landívar, 1-36.

Lorraine-Colwill, D., Powles, S., Hawkes, T., Hollinshead, P., Warner, S. y Preston, C. 2003. Investigations into mechanism of glyphosate resistance in *Lolium rigidum*. *Pesticida Biochemistry and Physiology*, 74:62-72.

MacIsaac, S.A., Paul, R.N. y Devine, M.D.A. 1991. A scanning electron microscope study of glyphosate deposits in relation to foliar uptake. *Pesticide Science*, 31(1):53-64

Madalosso, M.G., Tormen, N.R., Marques, L.N., Gulart, C.A. y Balardin, R.S. 2015. Doenças da Soja. Gungos e Cromistas. 1ª edición, Instituto phytus, Pp. 98.

Madsen, K.H. y Jensen, J.E. 1995. Weed control in glyphosate tolerant sugarbeet (*Beta vulgaris* L.). *Weed Research*, Oxford, 35(2):105-111.

Magnadena, J.C., Fernández, D., Di Prinzio A. y Bedmar, S. 2010. Tecnología de aplicación de agroquímicos. Pasado y presente de la aplicación de agroquímicos en agricultura. CYTED. Capítulo 1:18-24.

Marochi, A.I. 1996. Influência do horário de aplicação e volume no controle de *Avena sativa* (Aveia branca) em condições de seca com herbicidas sulfosate e glyphosate no sistema de plantio direto na palha. In: ZAPP: O desafio do novo, Zeneca Agrícola, São Paulo, 67-80.

Marshall, E.J., Brown, V.K., Boatman, N.D., Lutman, P.J, Squire G.R. y Ward, L.K. 2003. The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields, *Weed Research*, 43(2):77-89.

Martino, D.L. 1995. El Herbicida Glifosato: su manejo más allá de la dosis por hectárea. Serie Técnica N° 61. Instituto Nacional de Investigación Agropecuario Uruguay - INIA La Estanzuela, 1-26.

Martínez, J.P. y Sarubbi, C.A. 2015. Influencia de la eficiencia de aplicación, eficacia de control y tamaño de gota en el empleo de herbicidas sistémicos y hormonales. JPM, CASS. XXII Congreso de la ALAM I, Congreso de la ASACIM, Buenos Aires.

<http://www.asacim.com.ar/congreso/pdf/CQ.EP.55PeraltaMartinezEXP.pdf>

Marzocca, A., Mársico, O.J. y Del Puerto, O. 1984. Manual de Malezas. Editorial Hemisferio Sur, 460-461.

Marzzeti, M., Faccini, D., Nisensohn, L. y Tuesca, D. 2014. Situación actual de las malezas difíciles en diferentes zonas de Argentina. Soja 2014 Malezas, 82-96.
<http://www.aapresid.org.ar/rem/wp-content/uploads/sites/3/2014/09/Marzetti-et-al-Situacion-Actual-de-las-Malezas.pdf>

Marques, L. 1994. Aplicaciones en cultivos bajos y hortícolas: problemática y soluciones: Curso de Aplicación Eco compatible de Productos fitosanitarios. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Madrid, ES, 28 p.

Massaro, R.A. 2004. Tecnología para la aplicación de fungicidas foliares en soja con equipos terrestres. Información técnica de cultivos de verano, campaña 2004, Publicación Miscelánea N° 102, Pp. 10.

Massaro, R., García, A. y Magnano, L. 2014 a. Evaluación de técnicas de pulverización antideriva para el control de malezas en barbecho químico. Para Mejorar la Producción. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria EEA Oliveros, 52:147-150.

Massaro, R., Kahl, M. y Behr, E. 2014 b. Aplicación de herbicidas con pastillas antideriva para el control de malezas en barbecho químico. Para Mejorar la Producción. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria EEA Oliveros, 52:133-138.

Masiá, G. y Cid, R. 2010. Tecnología de aplicación de fitosanitarios. Las boquillas de pulverización. CYTED. Capítulo 6:78-87.

Matuo, T. 1990. Fundamentos da tecnologia de aplicação de agrotóxicos. Jaboticabal, Funep, 139 p.

Matuo, T., Pio, L.C., RAMOS, H.H., y FERREIRA, L.R. 2001. Tecnologia de aplicação e equipamentos. In: ABEAS. Curso de proteção de plantas. Viçosa-MG: UFV, (Módulo 2. Brasília, DF, ABEAS.), 85 p.

Matthews, G.A. 1988. Métodos para la Aplicación de Pesticidas. Compañía Editorial Continental S.A., 365.

Matthews, G.A. 2000. Pesticide application methods. Oxford: Wiley-Blackwell, 449.

Mellendorf, T.G., Young, J.M., Matthews, J.L. y Young, B.G. 2015. Influence of application variables on the foliar efficacy of saflufenacil on horseweed (*Conyza canadensis*). Weed Science, 63:578-586.

Menalled, F.D. 2010. Consideraciones ecológicas para el desarrollo de programas de manejo integrado de malezas. Agroecología, 5:73-78.

<http://revistas.um.es/agroecologia/article/viewFile/160581/140441>

Messersmith, C.K. Christianson y Thorsness, K. 1992. Influence of glyphosate rate, application date, and spray volume on cattail control. North Dakota Farm Research 49:7-28.

Metzler, M., Papa, J.C. y Peltzer, H. 2011 a. Eficacia del control de *Conyza* spp. con herbicidas residuales en postemergencia del cultivo de soja. Acta del V Congreso de la Soja del Mercosur. Primer Foro de la Soja Asia-Mercosur, 140-142.

Metzler, M., Puricelli, E. y Peltzer, H. 2011 b. Control de *Conyza* spp. en barbecho de soja con glifosato en mezcla con herbicidas residuales y de contacto. Acta del Quinto Congreso de la Soja del Mercosur. Primer Foro de la Soja Asia-Mercosur, 138-140.

Metzler, M., Papa, J.C., Peltzer, H.F. y Puricelli, E. 2013. Manejo y control de rama negra. <http://inta.gob.ar/documentos/manejo-y-control-de-rama-negra/>

Metzler, M. 2014. Manejo Integrado de Malezas. Actualidades Técnicas Argentina. Bayer CropScience. Newsletter N° 22, 20 p.

http://cropscience.bayer.com.ar/upload/AT/AT22_ManejoIntegradoDeMalezas.pdf

Metzler, M., Kahl, M. y Ahumada, M. 2015. Interacción de la mezcla de glifosato + saflufenacil con diferentes coadyuvantes y volúmenes de aplicación. Presentado en Top Ciencia 2015 Basf (29 y 30 de julio, Mendoza, Argentina). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria EEA Paraná <http://www.aapresid.org.ar/rem/wp-content/uploads/sites/3/2015/12/Metzler-et-al-Interaccion-Glifo-Saflufenacil-con-volumenes-y-coadyuvantes.pdf>

Montoya, J. 2011. Manejo de rama negra en lotes destinados al cultivo de soja. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - EEA Ánguil.

<http://sergiolacorte.blogspot.com.ar/2011/02/soja-manejo-de-rama-negra-coniza.html>

Montoya, J. 2013. Manejo de rama negra Producir XXI, Bs. As., 21(255):22-30. Instituto Nacional de tecnología Agropecuaria - EEA Ánguil.

Monsanto Company, 2005 Management Guide for Marestalk. For Cropland and Orchards in CA and AZ. Available at

<http://www.monsanto.com/weedmanagement/Documents/Marestalk.pdf>

Montoya, J. 2014. Claves en el control de rama negra.

<http://www.agritotal.com/0/vnc/nota.vnc?id=3391>

Montoya, J. 2010. Claves para el control de rama negra.

<http://www.agritotal.com/0/vnc/nota.vnc?id=3391>

Moreira, M.S., Nicolai, M., Carvalho, S.J. y Christoffoleti, P.J. 2007. Glyphosate-resistance in *Conyza canadensis* and *C. bonariensis*. Planta Daninha, 25(1):157-164.

Mortensen, D.A., Bastiaans, L., Sattin, M. 2000. The role of ecology in the development of weed management systems: an outlook. Weed Research, 40:49-62.

Mortimer, A., McMahon, D., Manlove, R. y Putwain, P. 1980. The prediction of weed infestations and cost of differing control strategies. En: Proceedings British Weed Control Conference. Weeds, 415-422.

Mueller, T.C., Main, C.L, Thompson, M.A. y Steckel, L.E. 2006. Comparison of glyphosate salts (Isopropylamine, Diammonium, and Potassium) and calcium and magnesium concentrations on the control of various weeds. Weed Technology, 20(1):164-171.

McKinley, K.S., Ashford, R. y Ford, R.J. 1974. Effects of drop size, spray volume, and dosage on paraquat toxicity. Weed Science, 22:31-34.

McMullan, P.M. 2000. Utility adjuvants. Symposium. Weed Technology, Vol. 14:792-797.

<http://passel.unl.edu/Image/Robles%20VazquezWilfredo1129928587/utility.pdf>

McWhorter, C.G. 1982. The use of adjuvants. En: Adjuvants for Herbicides. Weed Science Society of America. Champaign Illinois, 2:10-25.

Nandula, V.K., Eubank, T.W., Poston, D.H., Koger, C.H. y Reddy, K.N. 2006. Factors affecting germination of horseweed (*Conyza canadensis*). Weed Science. 54:898-02.

- Nalewaja, J.D. y Matyasiak, R. 1991. Salt antagonism of glyphosate. *Weed Science*, 39:622-628 p.
- Nalewaja J.D. y Matyasiak, R. 1992 a. Species differ in response to adjuvants with glyphosate. *Weed Technology*, 6:561-566.
- Nalewaja, J.D. y Matyasiak, R. 1992 b. 2,4-D and salt combinations affect glyphosate phytotoxicity. *Weed Technology*, 6(2):322-327.
- Nalewaja, J.D. y Matyasiak, R. 1993 a. Influence of diammonium sulfate and other salts on glyphosate phytotoxicity. *Pesticides Science*, 38:77-84.
- Nalewaja, J.D. y Matyasiak, R. 1993 b. Optimizing adjuvants to overcome glyphosate antagonistic salts. *Weed Technology*, 7(2):337-342.
- Nicholls, C. 2006. Bases agroecológicas para diseñar e implementar una estrategia de manejo de hábitat para control biológico de plagas. *Agroecología* 1:37-48.
- Nisensohn, L., Tuesca, D. y Papa, J.C. 2011. Diferencias en la susceptibilidad al glifosato en plantas de *Conyza bonariensis* (L.) Cronquist y *Conyza sumatrensis* (Retz) con distinto grado de desarrollo. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria EEA Oliveros. Para mejorar la producción, 46:105-108.
- Nurse, R.E., Hamill, A.S., Kells, J.J. y Sikkema, P.H. 2008. Annual weed control may be improved when AMS is added to below-label glyphosate doses in glyphosate-tolerant maize (*Zea mays* L.). *Crop Protection*, 27(3-5):452-458.
- Olivella, J., Panigo, E., Dellaferrera, I.M. y Perreta, M.G. 2015. Aspectos botánicos, ecofisiológicos e diferenciação de espécies do gênero *Conyza*. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Litoral - CONICET, 11 p.
- Onorato, A. y Tesouro, M.O. 2006. Pulverizaciones Agrícolas Terrestres. Cap. 2 La gota: Vehículo de los plaguicidas. Ediciones aplicar Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 33-46.
- Ozkan E.H. 1998. Effectiveness of Turbodrop® and Turbo Teejet® Nozzles in Drift Reduction. <http://ohioline.osu.edu/aex-fact/0524.html>
- O'Keefe, M.G. 1975. The addition of ammonium sulphate to glyphosate (Monsanto 'Roundup') for control of *Agropyron repens*. Herb. Newsl. No. 87 Weed Research Org., Oxford, England.
- O'Sullivan, P., O'Donovan, J. y Hamman, W. 1981. Influence of non-ionic surfactants, ammonium sulphate, water quality and spray volume on the phytotoxicity of glyphosate. *Canadian Journal of Plant Science*, 61(2):391-400.

Papa, J.C. 2004. Evaluación de la eficacia de varias formulaciones de glifosato. Agrositio.com. <http://www.agrositio.com/vertext/vertext.asp?id=34407&se=1000>

Papa, J.C. 2005. Efecto sobre la eficacia de glifosato del empleo de agua rica en calcio como vehículo para su aplicación. ACTIVATE PLUS - Acondicionador y corrector de aguas. Quimeco. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - EEA Oliveros, 6 p. <http://www.quimeco.com.ar/uploads/informe/archivos/informe-32.pdf>

Papa, J.C. y Bruno, M.E. 2006. Determinación del efecto activador del sulfato de amonio y el de un coadyuvante comercial. X-Trim, Quimeco.

Papa, J.C., Tuesca, D. y Nisensohn, L. 2010 a. Control tardío de rama negra (*Conyza bonariensis*) y peludilla (*Gamochaeta spicata*) con herbicidas inhibidores de la protoporfirin-IX-oxidasa previo a un cultivo de soja. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria EEA Oliveros. Para mejorar la producción soja 45:85-89.

Papa, J.C., Tuesca, D. y Nisensohn, L. 2010 b. Control tardío de rama negra (*Conyza bonariensis*) sobre individuos sobrevivientes a un tratamiento previo con glifosato. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria EEA Oliveros. Para mejorar la producción soja, 45:81-84.

Papa, J.C., Tuesca, D. y Bacigaluppo, D. 2010 c. Detección reciente en la provincia de Santa Fe de biotipos de *Echinochloa colona* sospechosos de presentar resistencia a glifosato. Para Mejorar la Producción, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - EEA Oliveros, 45:91-94.

Papa, J.C. 2014. Malezas tolerantes y resistentes a herbicidas. <http://agrolluvia.com/wp-content/uploads/2014/03/MALEZAS-TOLERANTES-y-RESISTENTES-A-HERBICIDAS.pdf>

Papa, J.C. y Tuesca, D. 2014 a. El doble golpe como táctica para controlar malezas “difíciles” Características de una técnica poco comprendida. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - EEA Oliveros, 8 p. <http://www.produccion-animal.com.ar/>

Papa, J.C. y Tuesca, D. 2014 b. Los problemas actuales de malezas en la región sojera núcleo argentina: origen y alternativas de manejo. <http://agrolluvia.com/wp-content/uploads/2014/03/INTA-problem%C3%A1tica-malezas-regi%C3%B3n-sojera.pdf>

Paparotti, O. y Gvozdénovich, J. 2010. Caracterización de zonas y subzonas RIAP Entre Ríos. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-caracterizacin_zonas_y_subzonas_entre_ros.pdf

Peltzer, H. y Faya de Falcon, L. 1987. Las malezas en el cultivo de lino en el oeste entrerriano. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria EEA Paraná. Serie técnica, 56:15.

Perozo, A. y Somensari, M. 2009. XIII Simposium Internacional de Citricultura. México. <http://www.imok.ufl.edu/hlb/database/pdf/00001453.pdf>

Peterson, 1999. Farm chemical Spraying and Mixing Water Quality. Wate Research Corp. and Agriculture and Agri-Food Canada-Prairie Farm Rehabilitation Administration, 28 p.

Peterson, D. y C. Thompson. 2007. Comparison of ammonium sulfate and commercial water conditioners on glyphosate efficacy. Abstract 66. Weed Science, Society América.

Picapietra, G. y Ponsa, J.C. 2013. Control de *Conyza* spp. con aplicaciones secuenciales. Basf Top Ciencia 2013, Buenos Aires.

Pinzon, R.B., Argel, J.P. y Montenegro, R. 1985. Control de malezas en el establecimiento de Kudzú tropical. Pasturas tropicales, boletín 7(2):6-8.

Ponchio, J.A. 1997. Resistência de *Bidens pilosa* aos herbicidas inibidores da enzima acetolactato synthase. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo, 138 p.

Ponsa, J.C. y Ferraris, G. 2006. Evaluación del Sulfato de amonio líquido como activador de Glifosato sobre el control de malezas en barbecho químico. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - EEA Pergamino, Buenos Aires.

<http://www.saymeagropecuaria.com.ar/wp-content/uploads/Complex-como-activador-del-Glifosato.pdf>

Ponsa, J.C., Bustos, D. y Picapietra, G. 2012. Con la rama negra se puede. Recomendaciones para que la maleza deje de ser un problema. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - EEA Pergamino, Buenos Aires.

<http://inta.gob.ar/noticias/con-la-rama-negra-se-puede/>

Powles, S.B. y Holtum, J.A. 1994. Herbicide resistance in plants: biology and biochemistry. Boca Raton: Lewis, 353 p.

Puricelli, E. y Tuesca, D. 2005. Riqueza y diversidad de malezas en trigo y barbechos de secuencias de cultivos resistentes a glifosato. Agriscientia, 22:69-78.

<http://www.revistas.unc.edu.ar/index.php/agris/article/download/2682/1918>

Puricelli, E. y March, H.D. 2014. Formulaciones de Productos Fitosanitarios para Sanidad Vegetal. Cap. 3: El agua y la aplicación de productos fitosanitarios. Editorial Rosario, 57-82, 93-110 y 49-89 p.

Puricelli, E., Faccini, D., Metzler, M. y Torres, P. 2015. Differential Susceptibility of *Conyza bonariensis* Biotypes to Glyphosate and ALS-Inhibiting Herbicides in Argentina. *Agricultural Sciences*, 6:22-30.

Puricelli, E., Faccini, D., Balassone, F. y Metzler, M. 2015. ALERTA: *Conyza sumatrensis* y *Conyza bonariensis* resistentes a glifosato en la provincia de Entre Ríos. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria EEA Paraná. http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-aerta_conyza_resistente_a_glifosato_150904.pdf

Phillips, W.M. 1975. Glyphosate phytotoxicity as affected by carrier quality and application volume. *Proceedings of the Northeastern Weed Control Conference*, Bridgeton, 30, 115.

Pline, W.A., Wu, J. y Hatzios, K.K. 1999. Absorption, translocation and metabolism of glufosinate in five weed species as influenced by ammonium sulfate and pelargonic acid. *Weed Science*, 47:636-643.

Prasad, R. y Cadogan, B.L. 1992. Influence of droplet size and density on phytotoxicity of three herbicides. *Weed Technology*, 6:415-423.

Pratt, D., Kells, J.J. y Penner, D. 2003. Substitutes for ammonium sulfate as additives with glyphosate and glufosinate. *Weed Technology*, 17(3):576-581.

Procópio, S.O., Ferreira, E.A., Silva, E.A.M.; Silva, A.A.; Rufino, R.J.N., Santos, J.B. 2003. Estudos anatômicos de folhas de espécies de plantas daninhas de grande ocorrência no Brasil. III -*Galinsoga parviflora*, *Crotalaria incana*, *Conyza bonariensis* e *Ipomoea cairica*. *Planta Daninha*, 21(1):1-9.

Pitty, A. y Solval, A.M. 2015. Eficacia de los reguladores de pH del agua con cletodim. Trabajo presentado en Congreso de malezas, XXII Congreso de la ALAM I Congreso de la ASACIM. Buenos Aires. <http://www.asacim.com.ar/congreso/pdf/CQ.EP.58PittyBR.pdf>

Radosevich, S., Holt, J. y Ghersa, M. 1997. *Weed ecology. Implications for management*. Nueva York. Wiley & Sons, 589 p.

Rainero, H. 2008. Problemática del manejo de malezas en sistemas productivos actuales. Boletín de Divulgación Técnica N° 3. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria EEA Manfredi, 14 p.

Rambakudzibga, A. 1989. Effect of spray volume and additives on the activity of glyphosate on purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.). Zimbabwe Journal of Agricultural Research, 27:113-121.

Ramos, H.H. y Durigan, J.C. 1998. Efeitos da qualidade da água de pulverização sobre a eficácia de herbicidas aplicados em pós-emergência. Bragantia, Campinas, 57(2):313-324.

Ramos, C.D. 2011. Efectividad del herbicida Flex® 25 SL (Fomesafen) en el control de malezas al reducir el pH del agua con Sinercid Buffer®. Zamorano, Honduras. <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/556/1/T3125.pdf>

Ramsdale, B.K. y Messersmith, C.G. 2001. Nozzle, spray volume, and adjuvant effects on carfentrazone and imazamox efficacy. Weed Technology, 15(3):485-491.

Ramsdale, B.K., Messersmith, C.G. y Nalewaja, J.D. 2003. Spray volume, formulation, ammonium sulfate, and nozzle effects on glyphosate efficacy. Weed Technology, 17(3):589-598.

Reddy, K.N. y Singh, M. 1992. Organosilicone adjuvant effects of glyphosate efficacy and rainfastness. Weed Technology, 6:361-365.

Regehr, D.L. y Bazzaz, F.A. 1979. The population dynamics of *Erigeron canadensis*, a successional winter annual. Journal of Ecology, Oxford, 67(3):923-933.

Rem - AAPRESID 2015. Red de conocimiento en malezas resistentes. <http://www.aapresid.org.ar/rem/mapa-de-malezas-tolerantes-de-diez-provincias-argentinas/>

Richard, Jr. R.E. 1991. Optimizing diluent volume improves johnsongrass control in sugarcane (*Saccharum* sp.) with asulam. Weed Technology, 5:363-368.

Rizzardi, M.A., Vargas, L., Roman, E.S. y Kissmann, K. 2004. Aspectos gerais do manejo controle de plantas daninhas. In Vargas L., Roman E.S. (Ed.) Manual de manejo e controle de plantas daninhas. Bento Goncalves: Embrapa Uva e Vinho, 105-144.

Robertson, G.P. y Swinton, S.M. 2005. Reconciling agricultural productivity and environmental integrity: a grand challenge for agriculture. Frontiers in Ecology and the Environment, 3:38-46.

Robinson, R.A. y Sutherland, W.J. 2002. Post-war changes in arable farming and biodiversity in Great Britain. *Journal of Applied Ecology* 39: 157-176

Rodríguez, J.D. 1995. Fisiología da cana de açúcar. Botucatu: Unesp, 75 p.

Rodríguez, N. 2000. Calidad de agua y agroquímicos. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - EEA Anguil "Ing. Agr. Guillermo Covas". Boletín de Divulgación Técnica N° 68, 1-24.

Rodríguez, N. 2005 a. Estrategias de intervención de tecnología en la aplicación de herbicidas. Química del agua. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - EEA Anguil. Cosecha gruesa, 18(8):105-119.

Rodríguez, N. 2005 b. Estrategias de intervención de tecnología en la aplicación de herbicidas. Calidad de agua de pulverizado. Agua dura y pH de la solución. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - EEA Anguil. Cosecha gruesa, 18(9):111-113.

Rodríguez, E.B., Otavio, J.G., Abi Saab, y Gandolfo, M.A. 2011. Cana-de-açúcar: avaliação da taxa de aplicação e deposição do herbicida glyphosate. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 15(1):90-95.

Roggenbuck, F.C., Penner, D., Burow, R.F. y Thomas, B. 1993. Study of the enhancement of herbicide activity and rainfastness by an organosilicone adjuvant utilizing radiolabelled herbicide and adjuvant. *Pesticide Science*, 37(2):121-125.

Roman, E.S., Vargas, L., Ribeiro, M.C. y Luiz, A.R. 2004. Influence of dew and spray volume on the efficacy of glyphosate for *Brachiaria plantaginea* burndown. *Planta daninha*, 22(3):479-482.

Roman, E.S., Beckie, H., Vargas, L., Hall, L., Rizzardi, M.A. y Wolf, T.M. 2007. Como funcionan os herbicidas: da biologia a aplicação. Passo Fundo: Berthier, 160 p

Roskamp, J. 2012. La influencia del pH del agua, la dureza del agua, y co-herbicidas y fertilizantes aplicados sobre la eficacia de herbicidas seleccionados.

Roskamp, J.M., Chahal, S.G. y Johnson, W.G. 2013 a. The effect of cations and ammonium sulfate on the efficacy of dicamba and 2,4-D. *Weed Technology*, 27(1):72-77.

Roskamp, J.M., Ronald, F.T., Marianne, B. y Johnson, W.G. 2013 b. The influence of carrier water pH and hardness on saflufenacil efficacy and solubility, *Weed Technology*, 27(3):527-533.

- Roundup Full II. 2005. Monsanto. Hoja de datos de seguridad. 5 p.
<http://www.monsanto.com/global/py/productos/documents/roundup-full-ii-mon-78864.pdf>
- Ruiter, H.D. y Meinen, E. 1996. Adjuvant increased glyphosate uptake by protoplasts isolated from quackgrass *Elytrigia repens* (L.) Nevski. *Weed Science*, 44(1):38-45.
- Ruiter, H., Downer, R.A., Uffing, A.J., Ebert, T.A., Pikaar, P.J. y Hall, F.R. 2002. The influence of inorganic cations on glyphosate activity-review and perspectives. 10 p.
- Ryan, G.F. 1970. Resistance of common groundsel to simazine and atrazine. *Weed Science*, 18:614-616.
- Sandberg, L. Meggitt, W. y Penner, D. 1978. Effect of diluent volume and calcium on glyphosate phytotoxicity. *Weed Ciencia*, 26(5):476-479.
- Sansom, M., Saborido, A.A. y Dubois, M. 2013. Control of *Conyza* spp. With Glyphosate – A Review of the Situation in Europe. *Plant Protect. Science*, 49(1):44-53
- Sarubbi, A. 2010. Tecnología de aplicación de productos fitosanitarios en equipos pulverizadores terrestres. La gota de aspersion y las boquillas pulverizadoras, 4:37-106 p.
- Santos, F.M., Vargas, L., Christoffoleti, P.J., Agostinetto, D., Martin, T.N., Ruchel, Q., Fernando, J.A. 2014 a. Estádio de desenvolvimento e superfície foliar reduzem a eficiência de chlorimuron-ethyl e glyphosate em *Conyza sumatrensis*. *Planta Daninha*, 32(2):361-375.
- Santos, G., Oliveira, J.R., Constantin, J., Francischini, A.C. y Osipe, J.B. 2014 b. Resistência múltipla de *Conyza sumatrensis* ao chlorimuron-ethyl e ao glyphosate. *Planta daninha*, 32(2):409-416.
- Sánchez Medina, M.T. 2011. Efectividad del nicosulfurón al cambiar el pH del agua. Tesis para obtener título de Ingeniero Agrónomo, Zamorano Honduras, p. 18.
- Senseman, S. 2007. *Herbicide Handbook*. Editorial 9. Lawrence. Weed Science Society of America, 458 p.
- Seefeldt, S.S., Jensen, S.E. y Fuerst, E.P. 1995. Log-Logistic analysis of herbicide dose-response relationships. *Weed Technology*, 9:218-227.
http://msue.anr.msu.edu/news/effect_of_water_ph_on_the_stability_of_pesticides

Shields, E. J., Dauer, J.T. VanGessel, M.J. y Neumann, G. 2006. Horseweed (*Conyza canadensis*) seed collected in the planetary boundary layer. *Weed Science*, 54:1063-1067.

Shrestha, A., Hembree, K.J. y Va, N. 2007. Growth Stage Influences Level of Resistance in Glyphosate-Resistant Horseweed. *California Agriculture*, 61:67-70. <http://dx.doi.org/10.3733/ca.v061n02p67>

Shrestha, A, Hembree, K.J. y Wright, S. 2008. Biology and management of Horseweed and Hairy Fleabane in California. UC. Publication 8314, 9 p.

Sprankle, P., Meggitt, W. y Penner, D. 1975. Adsorption, action and translocation of glyphosate. *Weed Science*, 23:235-240.

Stahlman, P.W. y Phillips, W.M. 1979. Effects of water quality and spray volume on glyphosate phytotoxicity. *Weed Science*, 27(1):38-41.

Stevens, P.J.G. 1993. Organosilicone surfactants as adjuvants for agrochemicals. *Pesticide Science*, 38:103-122.

Steckel, G.J.; Wax, L.M.; Simmons, F.W. y Phillips W.H. 1997. Glufosinate efficacy on annual weeds is influenced by rate and growth stage. *Weed Technology*, 11:484-488.

Streibig, J. y Kudsk, P. 1993. Herbicides – a two-edged sword. *Herbicide bioassays*. Boca Raton. Press F.L., 43:90-102.

Streibig, J., Rudemo, M. y J.E. Jensen 1993. Dose-response curves and statistical models. *Herbicide Bioassays*. Boca Raton. Press F.L., 219-224.

Smeda, R.J. y Putnam, A. 1989. Effect of adjuvant concentration and carrier volume on large crabgrass (*Digitaria sanguinalis*) control with fluazifop. *Weed Technology*, 10:105-109.

Silva, J.F., Silva F., Ferreira L.R., Ferreira, F.A. 2007. Herbicidas: absorção, translocação, metabolismo, formulação e misturas. Capítulo 4.149-177. <http://www.lpv.esalq.usp.br/lpv671/15%20HERBICIDAS%20ABSORcaO%20TRANSLOCAcaO%20METABOLISMO%20FORMULAcA%20E%20MISTURAS.pdf>

Soltani, N., Nurse, R.E., Robinson, D.E. y Sikkema, P.H. 2011. Effect of ammonium sulfate and water hardness on glyphosate and glufosinate activity in corn. *Canadian Journal of Plant Science*, 91:1053-1059.

Souza, L.A., Arantes, J.P. Da Cunha, R. y Pavanin, L.A. 2012. Deposição do herbicida 2,4-D amina com diferentes volumes e pontas de pulverização em plantas daninhas. *Revista Ciência Agronômica*, 43(1):78-85.

Teixeira, M. 2010. Tecnología de Aplicación de Agroquímicos. Capítulo 5: Estudio de la población de gotas de pulverización. Edición Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Alto Valle, 67-75.

Tesouro, M.O., Fuica, A.M., Masiá, G., Venturelli, L. y Smith, J. 2003. “El uso de tensioactivos y su relación con el porcentaje de cobertura”. *RIA*, 32(1): 89-98. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina.

Tuesca, D., Puricelli, E. y Papa, J.C. 2001. A long-term study of weed flora shifts in different tillage systems. *Weed Research*, 41:369-382.

Tuesca, D., Nisensohn, L., Papa, J.C. y Prieto, G. 2009. Alerta Rama Negra (*Conyza bonariensis*). Maleza problema en barbechos químicos y en cultivos estivales. http://www.inta.gov.ar/actual/alert/09/rama_negra_barbechos.pdf

Turner, D.J. 1985. Effects on glyphosate performance of formulation, additives and mixing with other herbicides. In: Grossbard E., Atkinson D.A. (Ed.) *The herbicide glyphosate*. London: Butterworths, 221-240.

Tharp, C. 2003. Water quality and pesticide performance. Montana State University Pesticide Education Program <http://www.pesticides.montana.edu/present/Water%20Quality%20and%20Pesticide%20Performance%20Handout.pdf>

Tharp, C. y Sigler, A. 2013. Pesticide Performance and Water Quality. Montana State University Extensión. <http://www.pesticides.montana.edu/Reference/pesticidesandwaterquality.pdf>

Thebaud, C. y Abbott, R.J. 1995. Characterization of invasive *Conyza* species (Asteraceae) in Europe: Quantitative trait and isozyme analysis. *American Journal of Botany*, 82(3):360-368.

Thelen, K.D., Jackson, E.P. y Penner, D. 1995. The basis for the hard-water antagonism of glyphosate activity. *Weed Science*, 43(4):541-548.

Troiani, H. y Steibel, H. 2008. Reconocimiento de Malezas de la región subhúmeda y semiárida pampeana. Colegio de Ingenieros Agrónomos de La Pampa (CIALP). Versión digital (CD).

Ustarroz, D., Puricelli, E., Rainero, H. y Bellon, D. 2010. Control de rama negra (*Conyza bonariensis*) con glifosato en distintos estados de desarrollo de la maleza. Facultad de Ciencias Agrarias – Universidad Nacional de Rosario.

<http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/30/2AM30.htm>

Ustarroz, D. y Rainero, H.P. 2012. Control de *Conyza bonariensis* “rama negra” durante el barbecho. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - EEA Manfredi. Cartilla Digital Manfredi, 5 p.

Ustarroz, D. y Cerutti, D. 2015. Control de *Conyza bonariensis* (L.). cronquist. durante el período de barbecho con herbicidas residuales. XXII Congreso de ALAM I Congreso de la ASACIM 2015, Buenos Aires.

<http://www.asacim.com.ar/congreso/pdf/CQ.EP.65Ustarroz2EX.pdf>

Urdampilleta, J., Amat, G. y Bidau, C. 2005. Karyotypic studies and morphological analysis of some reproductive features in five species of *Conyza* Less. (Astereae: Asteraceae) from Northeastern Argentina. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica, 40(1-2):91-99.

Valensuela, W.T., De Lima, A., Riedo, I.C., Simão, R.S. y Fornarolli, D.A. 2009. Influência de diferentes valores de pH da água na eficácia do glifosato em espécies perenes. In: III Congresso Científico da região Centro-Occidental do Paraná.

Vidal, R.A., Kalsing, A., Ruiz-Santaella, J.P., De Prado, R. y Christoffoleti, P.J. 2007. *Conyza bonariensis* and *Conyza canadensis* seed germination as affected by soil depth and composition, light and temperature. In: Weed Science of America Annual Meeting (47°, 2007, San Antonio, Texas). Abstract. Texas, USA, Weed Science Society of America. s.p.

Villalba, A. 2009. Resistance to Herbicides. Glyphosate. Ciencia, Docencia y Tecnología N° 39, Año XX, Communications Exact and Naturales Sciencies, 169-186 p. <http://www.scielo.org.ar/pdf/cdyt/n39/n39a10.pdf>

Vitta, J., Tuesca, D. y Puricelli, E. 2004. Widespread use of glyphosate tolerant soybean and weed community richness in Argentina. Agriculture, Ecosystems & Environments, 103:621-624.

Vivot, E., Cruañes, M.D. y Cruañes, M.J. 1999. Calidad de agua subterránea rural. Laboratorio de Agua, Cátedra de Química I. Facultad de Ciencias Agropecuarias UNER. 5 p.

Vivot, E., Rugna, M.C., Gioco, A, Sánchez, C., Ormaechea, M.V. y Sequín, C. 2010. Calidad del agua subterránea para usos agropecuarios en el departamento Villaguay, Entre Ríos. AUGMDOMUS. 2:14 p. Asociación de Universidades Grupo Montevideo, Universidad Nacional de La Plata, Argentina. ISSN: 1852-2181.

<http://www.revistas.unlp.edu.ar/index.php/domus/article/viewFile/96/159>

Watanabe Tanaka, S.Y. y Salas Pino, P.A. 2008. Efecto de sulfato de amonio en la eficiencia del herbicida glyphosate para el control del *ysypo'l* (*Ipomoea grandifolia* L.). Investigación Agraria, 1(10):12-17.

Weaver, S.E. 2001. The biology of Canadian weeds. 115. *Conyza canadensis*. Canadian Journal of Plant Science, 81(4):867-875.

Weed Science Society of America (WSSA). 1998. Resistance and tolerance definitions. Weed Technology, 12:789.

Weed Science 2015. International survey of herbicide resistant weeds. Herbicide Resistant Sumatran Fleabane Globally <http://weedsociety.org/>

Wilson, P.C. 2011. Water Quality Notes: Alkalinity and Hardness. University of Florida, IFAS Extension, 6 p. <https://edis.ifas.ufl.edu/ss540>

Wills, G.D. y McWhorter, C.G. 1985. Effect of inorganic salte on the toxicity and translocation of glyphosate and MSMA in purple nutsedge (*Cyperus rotundus*). Weed Science, 33(6):755-761.

Willard, T. Shilling, D., Haller, W. y Langeland, K. 1998. Physico-chemical factors influencing the control of torpedograss with glyphosate. Journal of Aquatic Plant Management 36:11-15.

Williamson, K. 2003. Water quality for mixing herbicides. Alberta Agriculture and Rural Development, 641-14.

[http://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/agdex7573](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/agdex7573)

Wolf, R.E. y Bretthauer, S. 2009. Droplet Size Calibration: A New Approach to Effective Spraying. Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service.

<http://www.bae.ksu.edu/faculty/wolf/PDF/MF2869%20Droplet%20Calibration.pdf>

Wolf, R.E. 2010. Revising the ASABE S-572 Droplet standard and its practical use. Biological and agricultural engineering, Kansas State, 42 p.

Woodburn, A. 2000. Glyphosate: production, pricing and use worldwide. Pest Management Science, 56:309-312 p.

- Wu, H., Walker, S., Rollin, M., Yuen Tan, D., Robinson, G. y Werth, J. 2007. Germination, persistence and emergence of flaxleaf fleabane (*Conyza bonariensis* [L.] Cronquist). *Weed Biology and Management*, 7:192-199.
- Wu, H., Walker, S., Robinson, G. y Coombes, N. 2010. Control of Flaxleaf Fleabane (*Conyza bonariensis*) in Wheat and *Sorghum*. *Weed Technology*, 24(2):102-107.
- Whitford, F., Penner, D., Johnson, B., Bledsoe, L., Wagone, N., Garr J., K. Wise, Obermeyer, J. y Blessing, A. 2009. The Impact of Water Quality on Pesticide Performance. *Water Chemistry Impacts Pesticide Performance*. Purdue Agriculture University Extensión 38 p. <https://www.extension.purdue.edu/extmedia/ppp/ppp-86.pdf>
- Zimdahl, R.L. 1993. *Fundamentals of Weed Science*. Chapter 2 y 3, 13-46. Academic Press Inc. San diego, California. U.S.A.
- Zoschke, A. 1994. Toward reduced herbicide rates and adapted weed management. *Weed Technology*, 8:376-386.
- Yamashita, O.M. y Guimarães, S.C. 2011. Biología e resistência a herbicidas de espécies do gênero *Conyza*. *Amb. Guarapuava*, 7(2):383-398.
- Yannicari, M., Istilart, C. y Gimenez, D. 2009 Evaluación de la resistencia a glifosato de una población de *Lolium perenne* L. del sur de la provincia de Buenos Aires. XII Congreso de la Sociedad Española de Malherbología. XIX Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas. II Congreso Iberoamericano de Ciencias de las Malezas. Lisboa - Portugal. 91
- Yannicari, M., Istilart, C., Gimenez, D y Castro, A. 2012. Effects of glyphosate on the movement of assimilates of two *Lolium perenne* L. populations with differential herbicide sensitivity. *Environmental and Experimental Botany*, 82:14-19.
- Yannicari, M. 2014. Estudio fisiológico y genético de biotipos de *Lolium perenne* L. resistentes a glifosato. Tesis doctoral Facultad de Ciencias Exactas, Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de La Plata.
- Yerkes, C.D. y Weller, S.C. 1996. Diluent volumes influence susceptibility of field bindweed (*Convolvulus arvensis*) biotypes to glyphosate. *Weed Technology*, 10:565-569.
- Young, B.G., Knepp, A.W., Cera, L.M. y Hart, S.E. 2003 Glyphosate translocation in common lambsquarters (*Chenopodium album*) and velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) in response to ammonium sulfate. *Weed Science*, 51(2):151-156.