



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Control químico de malas hierbas en viñedo para
vinificación. Caso del género *Conyza*.

Autor/es

Carlos Cirac Pérez

Director/es

Joaquín Aibar Lete

Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural

Escuela Politécnica Superior

Huesca-Junio 2019

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, Carlos y Rosa María, y a mis hermanos, Alberto e Ignacio, GRACIAS por la paciencia, comprensión y apoyo que habéis demostrado conmigo durante estos 25 años, sin los cuales, no lo hubiese llegado a donde estoy ahora.

A mi familia, que siempre habéis estado presentes y ayudándome con los problemas que se me han ido planteando durante todos estos años, colegio, bachillerato, universidad y vida.

A mis amigos Marc, Antonio y Carlos Manuel, y a Yana, por estar a mi lado y hacerme saber que puedo contar con vosotros cuando os necesito, a pesar de la distancia.

A Joaquín Aibar, por la paciencia que has demostrado conmigo y tú tiempo.

A Viñas del Vero, y en especial a Adrián y a Sergio, por vuestra amabilidad, disposición y ayuda cuando la he necesitado.

A los profesores de la Escuela Politécnica Superior de Huesca, por haberme enseñado los conocimientos necesarios para afrontar un futuro en un sector que cuando empecé, no podía imaginar que me iba a gustar tanto.

En definitiva, Gracias a todos los que habéis creído en mí durante estos años, Gracias.

RESUMEN

En Aragón, el viñedo para vinificación ocupa 36.470 hectáreas, mayoritariamente conducidas en espaldera, lo que favorece el manejo pero dificulta la escarda y el tratamiento de malas hierbas. El control químico más frecuente es el realizado con glifosato sobre las líneas. El tratamiento reiterado con la misma sustancia activa, selecciona individuos resistentes a la misma y el tratamiento no es eficaz. Este trabajo está motivado por esta problemática.

Se ha llevado a cabo en una parcela de Viñas del Vero, en Barbastro (Huesca). Realizando tres ensayos en este trabajo, un tratamiento en campo con seis productos de pre-emergencia, otro con ocho productos de post-emergencia y el último en invernadero, repitiendo estos últimos productos solamente contra *Conyza*. Además se evaluó la eficacia de glifosato con distintas dosis, en invernadero, sobre tres especies del género *Conyza*.

Los tratamientos de pre-emergencia que mejor controlaron las distintas especies arvenses, y las poblaciones de *Conyza*, fueron flazasulfuron y la orizalina. En cuanto a los herbicidas de post-emergencia, se puede afirmar que los que mejor control realizaron, con una única aplicación, fueron la carfentrazona, el dicuat, el piraflufen y la mezcla de ácido perlargónico con glifosato.

Los tratamientos realizados con los herbicidas de post-emergencia en invernadero nos muestran que a excepción del dicuat, ninguno de ellos consigue controlar satisfactoriamente las poblaciones de *Conyza*, aunque esta sustancia activa tuvo un rebrote en la especie *C. bonariensis*.

Los tratamientos realizados en invernadero, sobre *Conyza*, con las distintas dosis de glifosato, han evidenciado, que para realizar un control satisfactorio de las poblaciones, las dosis necesarias deben ser superiores a las recomendadas por el ministerio, del orden de 4 u 8 veces.

ABSTRACT

In Aragon, the vineyard for vinification occupies 36,470 hectares, mainly conducted on trellis, which favours the management but it makes it difficult to weeding and the treatment of weeds. The most frequent chemical control is carried out with glyphosate on the lines. Repeated treatment with the same active substance selects resistant individuals and treatment is not effective. This work is motivated by this problem.

It has been carried out in a parcel of Viñas del Vero, in Barbastro (Huesca). Conducting three trials in this work, a field treatment with six pre-emergence products, another with eight post-emergence products and the last in greenhouse, repeating these last products only against *Conyza*. In addition, it assessed the efficacy of glyphosate with different doses, in greenhouse, on three species of the genus *Conyza*.

The pre-emergence treatments that best controlled the different weeds species, and the populations of *Conyza*, were Flazasulfuron and Orizalina. As for post-emergence herbicides, it can be said that the best control performed, with a single application, were Carfentrazone, Diquat, Piraflufen and perlargonic acid mixture with glyphosate.

The treatments carried out with the herbicides of post-emergence in greenhouse show to us that with the exception of the Diquat, none of them manages to control satisfactorily the populations of *Conyza*, although this active substance had a regrowth in the species *C. Bonariensis*.

The treatments carried out in greenhouse, on *Conyza*, with the different doses of glyphosate, have shown, that to carry out a satisfactory control of the populations, the necessary doses must be higher than those recommended by the Ministry, of the Order of Four or eight times.

ÍNDICE GENERAL

Resumen	i
Abstract	ii
Índice general	III
Índice de imágenes	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos	vi
1.- Introducción	1
1.1.- El viñedo en España	1
1.2.- Las malas hierbas	3
1.3.- El género <i>Conyza</i>	4
1.3.1.- <i>Conyza bonariensis</i>	6
1.3.2.- <i>Conyza canadensis</i>	9
1.3.3.- <i>Conyza sumatrensis</i>	11
1.4.- Formas de control de malas hierbas	13
1.4.1.- Métodos de control químico	13
1.4.2.- Métodos de control no químicos	13
1.5.- Los herbicidas: resistencia	15
1.5.1.- El glifosato.	19
1.6.- Antecedentes	20
2.- Objetivos	21
3.- Material y métodos	23
3.1.- Diseño	23
3.2.- Clima	24
3.3.- Suelo	25
3.4.- Trabajo de campo	27
3.5.- Trabajo en invernadero y laboratorio	32
4- Resultados y discusión	39
4.1.- Tratamiento de pre-emergencia	39
4.2.- Tratamientos de post-emergencia	40
4.2.1.- En campo	40
4.2.2.- En invernadero	66
5.- Conclusiones	75
6.- Bibliografía	79

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Distribución de <i>C. bonariensis</i> en la península ibérica	7
Imagen 2. Inflorescencia <i>C. bonariensis</i>	8
Imagen 3. Distribución de <i>C. canadensis</i> en la península ibérica	9
Imagen 4. Inflorescencia <i>C. canadensis</i>	10
Imagen 5. Distribución de <i>C. sumatrensis</i> en la península ibérica	11
Imagen 6. Inflorescencia <i>C. sumatrensis</i>	12
Imagen 7. Vista aérea parcela estudio	23
Imagen 8. Textura de la parcela del ensayo	25
Imagen 8A. Contenido en limo de la parcela	25
Imagen 8B. Contenido en arena de la parcela	25
Imagen 9A. Conductividad eléctrica a 35 cm de profundidad	26
Imagen 9B. Conductividad eléctrica a 85 cm de profundidad	26
Imagen 10. Capacidad de retención de agua de la parcela	27
Imagen 11. Disposición herbicidas de pre-emergencia	31
Imagen 12. Disposición herbicidas de post-emergencia	31
Imagen 13. Mochila manual tratamientos en campo	31
Imagen 14. Marco muestreo malas hierbas	31
Imagen 15A. Capítulos sembrados inicialmente de las 3 especies	33
Imagen 15B. Macetas con dos plántulas recién trasplantadas	33
Imagen 15C. Plantas del género <i>Conyza</i> en el momento del tratamiento	33
Imagen 16A. Equipo de pulverización	34
Imagen 16B. Tratamiento con herbicidas de las 3 especies de <i>Conyza</i>	34
Imagen 17. <i>Conyzas</i> en estufa para su secado	36
Imagen 18A. <i>Conyza canadensis</i> a D.D.T.15	37
Imagen 18B. <i>Conyza sumatrensis</i> a D.D.T.15	37
Imagen 18C. <i>Conyza bonariensis</i> a D.D.T.15	37
Imagen 19A. <i>Conyza canadensis</i> a D.D.T.30	38
Imagen 19B. <i>Conyza sumatrensis</i> a D.D.T.30	38
Imagen 19C. <i>Conyza bonariensis</i> a D.D.T.30	38
Imagen 20. Efectos Dicuat a 7 D.D.T.	57
Imagen 21. Rebrote de <i>Conyza bonariensis</i> a 7 D.D.T.	57
Imagen 22. Peso en la balanza de precisión.	58
Imagen 23. <i>Conyzas</i> en la estufa	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Listado malas hierbas en viñedo de transformación	4
Tabla 2. Comparación de caracteres discriminantes de las tres especies del género <i>Conyza</i>	6
Tabla 3. Resistencias al glifosato y año de aparición en <i>C. bonariensis</i>	7
Tabla 4. Resistencias al glifosato y año de aparición en <i>C. canadensis</i>	10
Tabla 5. Resistencias al glifosato y año de aparición en <i>C. sumatrensis</i>	12
Tabla 6. Herbicidas autorizados viñedo	13
Tabla 7. Especies con ecotipos resistentes en España	18
Tabla 8. Datos de precipitaciones durante el estudio	24
Tabla 9. Herbicidas y dosis utilizados en pre-emergencia	28
Tabla 10. Herbicidas y dosis utilizados en post-emergencia	28
Tabla 11. Coste tratamientos utilizados	29
Tabla 12. Escala utilizada para evaluar el porcentaje de suelo cubierto por malas hierbas	32
Tabla 13. Escala porcentual de clasificación de los niveles de control de malezas del 0 al 100	34
Tabla 14. Relación de los herbicidas, dosis y volumen de caldo utilizados para el tratamiento	35
Tabla 15. Relación dosis glifosato utilizadas	37
Tabla 16. Malas hierbas presentes en la parcela del ensayo	39
Tabla 17. Datos de campo de los tratamientos de post-emergencia	41
Tabla 18. Normalidad datos sin transformar	42
Tabla 19. Media datos en campo corregidos para cumplir normalidad	42
Tabla 20. Pruebas de normalidad post-emergencia.	43
Tabla 21. ANOVA datos post-emergencia en función del tratamiento.	43
Tabla 22. Test de separación de medias para dicotiledóneas.	44
Tabla 23. Test de separación de medias para perennes	44
Tabla 24. Efecto herbicidas a la semana del tratamiento	56
Tabla 25. Efecto de los herbicidas a las dos semanas del tratamiento.	57
Tabla 26. Pesos a los 15 días después del tratamiento.	58
Tabla 27. Efecto de los herbicidas a la tercera semana del tratamiento	58
Tabla 28. Efecto de los herbicidas a la cuarta semana del tratamiento	59
Tabla 29. Pesos a los 30 días después del tratamiento	59
Tabla 30. Evaluación visual del efecto del glifosato a la semana del tratamiento	61
Tabla 31. Evaluación visual del efecto del glifosato a las dos semanas del tratamiento	61
Tabla 32. Pesos <i>Conyza</i> -glifosato a los 15 días del tratamiento	61
Tabla 33. Evaluación visual del efecto del glifosato a las tres semanas del tratamiento	62
Tabla 34. Evaluación visual del efecto del glifosato a las cuatro semanas del tratamiento	63
Tabla 35. Pesos <i>Conyza</i> -glifosato a los 30 días del tratamiento	63

Índice de gráficos

Gráfico 1. Evolución especies resistentes	16
Gráfico 2. Evolución del número de especies resistentes según el sitio de acción	16
Gráfico 3. Especies resistentes agrupadas por familias	17
Gráfico 4. Diagrama climático Huesca	24
Gráfico 5. Porcentaje de suelo cubierto a los 45 D.D.T.	40
Gráfico 6. Densidad de ejemplares por metro cuadrado, el día del tratamiento (testigo)	44
Gráfico 7. Evolución en el tiempo de la densidad de ejemplares por metro cuadrado, para ácido perlargónico.	46
Gráfico 8. Evolución en el tiempo de la densidad de <i>Conyza</i> , para ácido perlargónico	46
Gráfico 9. Evolución en el tiempo de la densidad de ejemplares por metro cuadrado, para carfentrazona.	47
Gráfico 10. Evolución en el tiempo de la densidad de <i>Conyza</i> , para carfentrazona	47
Gráfico 11. Evolución en el tiempo de la densidad de ejemplares por metro cuadrado, para dicuat.	48
Gráfico 12. Evolución en el tiempo de la densidad de <i>Conyza</i> , para dicuat.	49
Gráfico 13. Evolución en el tiempo de la densidad de ejemplares por metro cuadrado, para glufosinato.	49
Gráfico 14. Evolución en el tiempo de la densidad de <i>Conyza</i> , para glufosinato	50
Gráfico 15. Evolución en el tiempo de la densidad de ejemplares por metro cuadrado, para ácido caprílico.	51
Gráfico 16. Evolución en el tiempo de la densidad de <i>Conyza</i> , para ácido caprílico	51
Gráfico 17. Evolución en el tiempo de la densidad de ejemplares por metro cuadrado, para diflufenican + glifosato.	52
Gráfico 18. Evolución en el tiempo de la densidad de <i>Conyza</i> , para diflufenican + glifosato.	52
Gráfico 19. Evolución en el tiempo de la densidad de ejemplares por metro cuadrado, para ácido perlargónico + glifosato.	53
Gráfico 20. Evolución en el tiempo de la densidad de <i>Conyza</i> , para ácido perlargónico + glifosato.	54
Gráfico 21. Evolución en el tiempo de la densidad de ejemplares por metro cuadrado, para piraflufen.	55
Gráfico 22. Evolución en el tiempo de la densidad de <i>Conyza</i> , para piraflufen	55
Gráfico 23. Biomasa poblaciones <i>Conyzas</i> a 15 D.D.T.	62
Gráfico 24. Biomasa poblaciones <i>Conyzas</i> a 30 D.D.T.	64
Gráfico 25. Dosis-respuesta glifosato.	65
Gráfico 26. Ecuaciones lineales biomasa	65

1.- Introducción

1.1.- El viñedo en España

España ocupa el primer puesto a nivel mundial en cuanto a superficie de viñedo plantado (13%) y el tercer puesto en producción de vino (13%), tras Italia (18%) y Francia (17%) (MAPA, 2016a).

En total el Potencial Vitícola de España es de 1.013.011 hectáreas, potencial que incluye la superficie actualmente plantada de viñedo, los derechos de plantación de viñedo que se encuentran en poder de los agricultores sin utilizar y los derechos de las reservas regionales. En España la superficie plantada de viñedo según datos de Registro Vitícola de cada comunidad autónoma a 31 de julio de 2016 asciende a 959.535 has, de las que el 85% corresponde a zonas potencialmente aptas para la elaboración de vinos D.O.P. (Denominación de Origen Protegida) y el 8% I.G.P. (Indicación Geográfica Protegida) (MAPA, 2016a).

La evolución de esta superficie ha sido descendente en los últimos años, si bien en la última campaña, 2013/2014, se ha invertido la tendencia con un incremento de la superficie plantada en 4.400 ha respecto a la superficie de la campaña anterior (MAPA, 2016b).

Las variedades tintas representan el 54% del total de la superficie de viñedo de uva de vinificación plantado en nuestro país. La producción de vino y mosto en España se caracteriza por su gran variabilidad de unas campañas a otras debido a la fuerte dependencia del cultivo de las condiciones climatológicas. Así, si la media de las cinco últimas campañas (2008/2009 a 2012/2013) alcanza los 38,6 millones de hectolitros (MAPA, 2016b).

Actualmente el cultivo de la vid se realiza conducido en espaldera, frente a la conducción tradicional en vaso. Esto mejora el manejo pero dificulta la escarda en la línea del cultivo y el tratamiento de las malas hierbas.

En Aragón, el viñedo para vinificación ocupa 36.470 hectáreas, el 92% de las cuales están en producción y pertenecen a alguna de las 14.040 explotaciones activas que hay en la Comunidad. En total, 6.500 explotaciones producen uva para vino DOP, más del 80% del total de viñedos que hay en la Comunidad y 4.750 para IGP el 14,5% de la extensión de viñedos (Gobierno de Aragón, 2019a).

La Denominación de Origen “Calatayud” data de 1989, está localizada en la parte más occidental de la provincia de Zaragoza, siendo distribuida en 46 municipios. Cuenta con una superficie de 3.200 hectáreas de viñedo y 16 bodegas (Gobierno de Aragón, 2019a).

La Denominación de Origen “Campo de Borja” data de 1980, está situada al noroeste de la provincia de Zaragoza, siendo una zona de transición entre las montañas del Sistema Ibérico y el Valle del Ebro. Se extiende por 16 municipios donde se cultivan 7.000 hectáreas de viñedo y elaboran sus vinos 17 bodegas (Gobierno de Aragón, 2019a).

La Denominación de Origen “Cariñena” data de 1932, ubicada en pleno valle del Ebro, abarca 14 poblaciones y tiene una extensión de 14.500 hectáreas de viñedo de la que obtienen su materia prima 35 bodegas. Cariñena es la más antigua de las DOP existentes en Aragón (Gobierno de Aragón, 2019a).

La Denominación de Origen “Somontano” data de 1984, resguardada por las primeras estribaciones de los Pirineos, ha sido una zona tradicional de producción vinícola., que se extiende por 43 municipios y más de 4.659 hectáreas cultivadas, con un total de 33 bodegas (Gobierno de Aragón, 2019a). Es la Denominación de Origen en la que tiene lugar el presente estudio.

La Denominación de Origen de El Vino de Pago “Aylés” nace en el año 2011 como el primer Vino de Pago reconocido en Aragón. Una única bodega conforma el Pago, la cual dispone de 46 hectáreas cultivadas situadas en el término municipal de Mezalocha, Zaragoza (Gobierno de Aragón, 2019a).

En diferentes lugares de Zaragoza existía la tradición de elaborar vinos espumosos siguiendo el llamado método de champenoise. En 1986 se creó la Denominación “Cava”, que abarca municipios de Ainzón, Cariñena y Calatayud. La peculiaridad de estos espumosos es que han sido elaborados siguiendo el método tradicional, y que la segunda fermentación del vino base ha tenido lugar en la propia botella, con un periodo mínimo de estancia en las cavas de nueve meses (Gobierno de Aragón, 2019a).

El manejo tradicional de la viña, extrae toda la biomasa producida por el sistema: la uva como producto económico, los sarmientos como residuo y las malas hierbas al ser consideradas como plantas competitivas para la viña son eliminadas prácticamente en estado de plántula. Con este manejo se obtiene un balance energético negativo ya que es extraída toda la energía acumulada en el cultivo y además no se permite la posibilidad de que se fije en las plantas herbáceas acompañantes del cultivo (Hernández *et al.*, 2000).

Los cultivos leñosos sufren problemas de erosión grave en condiciones de secano, donde tradicionalmente se eliminan la flora herbácea muy pronto y se mantiene el suelo desnudo, para limitar la competencia por agua (técnicas del mínimo laboreo y no-laboreo). Como consecuencia, tras unas lluvias intensas, se producen cárcavas que llegan a impedir el paso de la maquinaria, de ahí, el utilizar cubiertas vivas como método para luchar contra la erosión (Hernández *et al.*, 2000).

Las raíces de las plantas que forman la cubierta vegetal, mullen el suelo, constituyen un fuerte entramado de sujeción, al mismo tiempo que proporcionan canales de infiltración para el agua cuando mueren. Por otro lado, la parte aérea protege el suelo e impide el impacto directo de las gotas de lluvia, evitando su degradación, constituyendo un entramado que reduce la velocidad del agua en caso de que se produzca escorrentía (Hernández *et al.*, 2000).

Las cubiertas vegetales en la viña es una técnica muy empleada desde la antigüedad en zonas de pluviometría elevada y especialmente en viñedo con pendiente, mientras que en zonas de baja pluviosidad, es conocido el efecto depresivo sobre la vegetación ya que puede

ser negativo sobre la producción. Siempre que su periodo de crecimiento sea en invierno y primavera, ya que la competencia por el agua es prácticamente nula (Hernández *et al.*, 2000).

1.2.-Las malas hierbas

Por mala hierba entendemos una planta que coloniza hábitats alterados, que no es un componente habitual en la composición natural original del área geográfica en la que se encuentra, es abundante, al menos localmente, es nociva, destructiva o problemática, y tiene poco valor económico (Mendiola, 2000).

Las malas hierbas han sido y son, un gran problema para la agricultura, ya que compiten con los cultivos por nutrientes, agua y otros recursos, como la luz o el espacio, interfiriendo y dificultando su desarrollo, por lo que se han intentado controlar desde el inicio de la misma (Villalba, 2009).

La productividad de los cultivos destinados al consumo humano, están en riesgo debido a las plagas animales, patógenos y a las malas hierbas. Las pérdidas de cosechas debidas a estos organismos nocivos pueden ser sustanciales y se pueden prevenir o reducir mediante medidas de protección de los cultivos (Oerke, 2006).

Las estimaciones de las pérdidas potenciales y reales, debidas a la competencia de las malas hierbas con los cultivos, son elevadas, a pesar de las prácticas de protección que se realizan actualmente. En el caso de cultivos como el trigo, soja o algodón, se estiman las pérdidas entre el 26 – 29 % de la producción, y en el caso del maíz, arroz o patatas, se encuentran en torno al 31, 37 y 40 % respectivamente. En general, la mayor pérdida potencial se produjo por la competencia con las malas hierbas (34 %), las debidas a plagas y patógenos, fueron menores, entre el 16 - 18 % (Oerke, 2006).

En cultivos leñosos, la agricultura de conservación disminuye la erosión, evitando la pérdida de materia orgánica y de suelo fértil, que reduce el volumen de suelo útil y la capacidad de almacenamiento de agua. Estas técnicas también reducen los costes de combustible, y evitan la formación de cárcavas que dificultan las prácticas de cultivo (Marchal, 2007).

El desarrollo de poblaciones de malas hierbas en diferentes cultivos depende, entre otros factores, del sistema de manejo de suelo, así como del uso de herbicidas y fertilizantes. Así, cuando se cambia el sistema de manejo de suelo, el equilibrio alcanzado por las poblaciones de especies de malas hierbas se modifica, de manera que dichas poblaciones evolucionan y se modifican las densidades, unas especies se ven favorecidas, aumentando su densidad, y otras perjudicadas (Marchal, 2007).

En viñedo, la flora que podemos encontrar es muy variada, ya que depende, entre otros factores del sistema de laboreo empleado, de la ubicación de la parcela (altitud, latitud,

orientación, ...) y de la época del año en la que nos encontremos, entre otros factores (Moreira, 1986). En España, las malas hierbas predominantes en viñedo son las que se muestran a continuación (Tabla 1).

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMUN
<i>Chenopodium album</i>	Bledo blanco, Cenizo
<i>Cirsium arvense</i>	Cardo
<i>Conyza</i>	Pinillos, Zamarraga
<i>Convolvulus arvensis</i>	Correhuela menor
<i>Cynodon dactylon</i>	Gramma
<i>Diplotaxis eruroides</i>	Jaramago, Rabaniza blanca
<i>Lolium rigidum</i>	Vallico
<i>Salsola kali</i>	Barrilla pinchosa, Capitana, Volandera
<i>Sorghum halepense</i>	Cañota, Sorgo

Tabla 1. Listado de las principales malas hierbas en viñedo de transformación (MAPA, 2014).

Los primeros métodos de control de malas hierbas usados fueron manuales mediante la escarda, posteriormente con la aparición del tractor se utilizaron otros aperos y a partir de los años 40 empezaron a desarrollarse los primeros herbicidas.

La escasez y elevado coste de la mano de obra en este cultivo, favorecen la utilización de productos fitosanitarios (herbicidas), para el control de la flora arvense. Pero los aspectos negativos derivados del uso de herbicidas, sus propios costes de maquinaria y aplicación, la persistencia de residuos en suelos agrícolas, la fitotoxicidad para las plantas cultivadas, la posible aparición de resistencias de las malas hierbas a los herbicidas empleados, y los posibles desequilibrios biológicos originados a los sistemas agrícolas y el medio ambiente, hacen que los esfuerzos de la investigación moderna, se dirijan hacia la lucha integrada, donde la lucha química tiene un papel ajustado a las necesidades pero sin llegar a convertirse en imprescindible (Laborda, 1991).

1.3.- El género *Conyza*

Una de las malas hierbas más favorecidas por las técnicas de no laboreo en cultivos leñosos, son las llamadas *Conyzas* siendo su presencia cada vez más importante en plantaciones de cultivos leñosos de Andalucía Occidental y la Comunidad Valenciana. Estas actúan compitiendo con el cultivo por los nutrientes y por el agua, siendo especialmente crítica en plantaciones jóvenes y de regadío, con situaciones de nascencias continuadas, o incluso en épocas con lluvias, durante primavera y otoño (Marchal, 2007).

La expansión de estas malas hierbas se debe a que se trata de especies anuales con carácter perennizante en condiciones favorables, tienen una producción de semillas elevada y

mecanismos adaptados para su dispersión (vilanos) como otras muchas especies de la familia compuestas, posee plasticidad fisiológica y gran capacidad de adaptación al medio, con amplio período de germinación (otoño pero también en gran porcentaje en invierno-primavera, y de ciclo largo), lo que dificulta su control ya que con frecuencia se encuentra en distintos estados fenológicos (Marchal, 2007).

Aunque también influyen factores relacionados con su manejo en dichos sistemas de no laboreo como la capacidad de rebrote, por lo que el uso de la desbrozadora no es una buena solución, la no alternancia en el uso de herbicidas con una o varias aplicaciones de una misma sustancia herbicida año tras año y la utilización de dosis inadecuadas de herbicida y aplicaciones en momentos tardíos con *Conyza*s demasiado desarrolladas (Marchal, 2007).

Las infestaciones causadas por malas hierbas del género *Conyza* se están convirtiendo en un problema de creciente importancia en la península Ibérica, asociado a la implantación del no-laboreo en cultivos leñosos. En estas condiciones el herbicida más utilizado es el glifosato y cada vez son más frecuentes los fallos de control en la mencionada mala hierba (Urbano, 2005).

El género *Conyza* se incluye dentro de la familia Asteraceae (= Compositae), se trata de un taxón cosmopolita, con un número de especies no muy bien definido que probablemente sobrepase el centenar, es afín a los géneros *Erigeron* L. y *Laennecia* Cass., con los cuales ha sido en ocasiones sinonimizado. Su taxonomía es conflictiva, debido tanto al polimorfismo marcado de varios de sus integrantes como a la pobre definición de muchas de las especies que han recibido diferentes nombres en sus lugares de origen y en las regiones donde se han establecido como malezas. Se ha sugerido asimismo que fenómenos tales como la apomixis, reproducción asexual por medio de semillas, y la heteroblastia, anomalía foliar que consiste en hojas desiguales o de diversos tipos, no son ajenos a la controvertida sistemática del grupo (Amat, 1991).

El género *Conyza* abarca un conjunto de especies que son cada vez más problemáticas en lugares donde no se puede recurrir al laboreo como parques y áreas urbanas y se tiene menos alternativas de lucha contra ellas, ya que el uso de herbicidas en estas zonas está restringido debido a que son usualmente frecuentadas por el público en general, siendo el glifosato el herbicida más utilizado (Amaro *et al.*, 2017).

Las especies del género *Conyza* son muy similares entre sí y a menudo se pueden confundir unas con otras, es por eso que en la tabla 2, se pueden observar un listado con los caracteres discriminantes de cada una de ellas.

		<i>C. bonariensis</i>	<i>C. canadensis</i>	<i>C. sumatrensis</i>
Ciclo		Anual (bienal)	Anual (bienal)	Anual (perennizante)
Cotiledones		Cotiledones de 3 mm, redondeados y glabros	4 x 2 mm, elípticos o redondeados y glabros	2-3 x 1,5-2 mm, redondeados y glabros
Color general		Verde grisáceo	Verde claro	Verde grisáceo
Hojas	Indumento	Pelosidad densa y corta distribuida en ambas caras de la hoja	Pelosidad poco densa; con el margen foliar largamente ciliado	Pelosidad densa y corta distribuida en ambas caras de la hoja
	Superiores	Lineares, con un solo nervio visible, enteras o poco dentadas	Lineares, enteras o poco dentadas	Ensanchadas en la parte media, con nervios secundarios visibles, dentadas
	Inferiores	Lanceolado-lineares, a menudo dentadas, de 2-5 x 0,3-0,6 cm	Lanceolado-lineares, enteras o dentadas, de 3-10 x 0,2-1 cm	Lanceoladas, dentadas, de 10-15 x 1,5-3 cm
Involucro	Forma	Muy ventrudo en la base	Casi cilíndrico	Poco ventrudo en la base
	Diámetro	8-10 mm en fructificación	3-5 mm en fructificación	4-7 mm en fructificación
	Brácteas	Muy pelosas	Glabrescentes	Muy pelosas
Flores	Número	50-120	25-50	130-200
	Periféricas	Con lígula poco visible < 0,5 mm	Con lígula blanca 0,6-1 mm	Con lígula poco visible < 0,5 mm
Vilano cipsela		5-6 mm	3-3,5 mm	4-6 mm

Tabla 2. Comparación de caracteres discriminantes de las tres especies del género *Conyza* (Recasens & Conesa, 2009).

3.1.- *Conyza bonariensis*

Conyza bonariensis (L.) Cronq. (sym. *Erigeron bonariensis* L., *Conyza ambigua* DC. o *Erigeron crispus* Pourret), también llamada vulgarmente “rama negra” en Argentina y “hairy fleabane” (Heap, 2019), es una especie alóctona, de la familia Asteraceae (Compositae), que podemos encontrarla en 14 países de Europa y se extiende por casi toda la península Ibérica, se puede encontrar en 33 provincias (Imagen 1). En Aragón es abundante en el Valle del Ebro, con menor presencia en zonas de montaña y algunos puntos del sistema Ibérico (IPE, 2005).

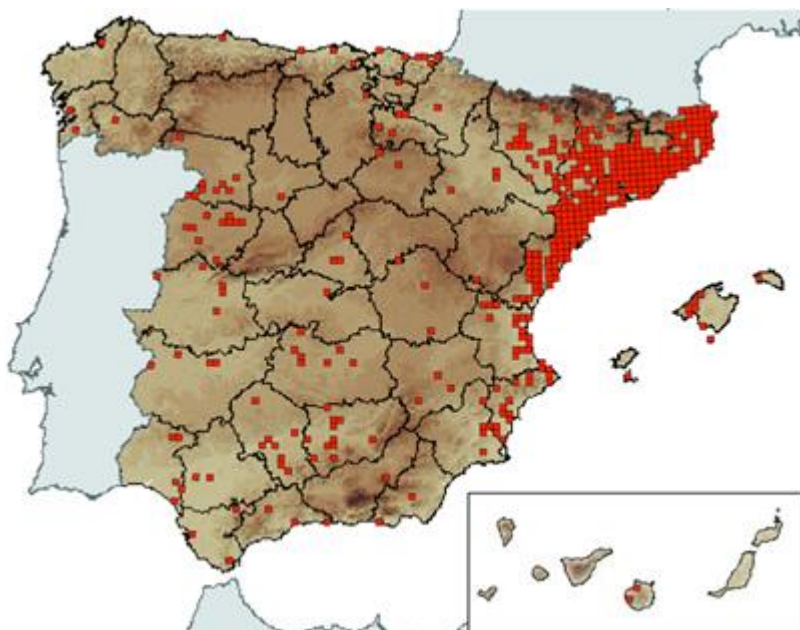


Imagen 1. Distribución de *C. bonariensis* en la península ibérica (Sanz *et al.*, 2004).

En España, la primera vez que se detectó resistencia en *Conyza bonariensis* al glifosato, fue por el profesor José María Urbano, en Sevilla, en 2004 (Urbano, 2005). En la tabla 3, se puede ver los años en los que han aparecido y el tipo de resistencia para los distintos países (Heap, 2019).

AÑO	PAIS	TIPO RESISTENCIA
2003	SUDÁFRICA	G/9 => Inhibidor EPSP sintetasa
2004	ESPAÑA	G/9 => Inhibidor EPSP sintetasa
2005	BRASIL	G/9 => Inhibidor EPSP sintetasa
2005	ISRAEL	G/9 => Inhibidor EPSP sintetasa
2006	COLOMBIA	G/9 => Inhibidor EPSP sintetasa
2007	ESTADOS UNIDOS, California	G/9 => Inhibidor EPSP sintetasa
2009	ESTADOS UNIDOS, California	G/9 => Inhibidor EPSP sintetasa D/22 => Desviador electrones PSI
2010	AUSTRALIA	G/9 => Inhibidor EPSP sintetasa
2010	GRECIA	G/9 => Inhibidor EPSP sintetasa
2010	PORTUGAL	G/9 => Inhibidor EPSP sintetasa
2011	AUSTRALIA	G/9 => Inhibidor EPSP sintetasa
2012	ARGENTINA	G/9 => Inhibidor EPSP sintetasa

Tabla 3. Resistencias al glifosato y año de aparición en *C. bonariensis* (Heap, 2019).

Podemos encontrarla en un rango de altitud entre 75 - 1350 m, su floración se produce durante los meses de Junio-Noviembre y su forma biológica es en terófito escaposo, (IPE, 2005).

C. bonariensis (Imagen 2) es una planta anual, densamente pubescente, de hasta 250 cm de alto. Tallo erguido, estriado con ramas laterales que sobresalen del eje central. Hojas estrechas de menos de 5 - 8 mm de ancho, linear-lanceoladas, enteras, dentadas o dentado-lobadas. Involucro pubescente, con las brácteas lineares, agudas, de 3'5 - 5'5 mm. Capítulos de 1 cm de ancho en forma de panículas laxas. Flores filiformes de 3 - 3'8 mm, con limbo menor de 0'5 mm y las lígulas igualan o sobrepasan el estilo y el vilano. Aquenios de 1 - 1'7 mm, con vilano de 3 - 4 mm con sedas de color blanco sucio (Jauzein, 1988).



Imagen 2. Inflorescencia *C. bonariensis* (IPE, 2005).

Produce una gran cantidad de frutos (aquenios) dotados de papus piloso, que le permiten dispersarse fácilmente a grande distancias a través del viento; una planta bien desarrollada puede formar hasta 200.000 aquenios. Es capaz de establecerse en condiciones climáticas diversas y posee una buena adaptabilidad ecológica (Papa *et al.*, 2010a).

Trabajos de investigación realizados durante el período 2008/2009, permitieron detectar que la sensibilidad de rama negra a glifosato estuvo fuertemente condicionada por el tamaño de las plantas. Así individuos relativamente pequeños, en estado de roseta de entre 3 y 8 cm de diámetro fueron satisfactoriamente controladas con 3 l/ha de una formulación de glifosato L.S. 48%, en tratamientos realizados durante el invierno. Sin embargo esa misma dosis de herbicida aplicada en primavera sobre plantas de rama negra con tallos de 15 a 20 cm

de altura no afectó en forma significativa a la maleza, la que continuó su ciclo llegando a interferir con cultivos estivales (Papa *et al.*, 2010b).

La eficacia de los tratamientos tardíos estaría sumamente condicionada por factores ambientales, la correcta dosificación del herbicida y por el hecho de que las plantas no sean supervivientes de un tratamiento químico fallido anterior (Papa *et al.*, 2010b).

1.3.2.- *Conyza canadensis*

C. canadensis (L.) Cronq. (sym. *Erigeron canadense* L.), o también llamada vulgarmente “horseweed” (Heap, 2019), es originaria de Norteamérica, se ha adaptado muy bien en las regiones templadas de casi todo el mundo. Podemos encontrarla en 30 países de Europa y en la península Ibérica, está presente en 40 provincias (Imagen 3), entre ellas las de Aragón, en la que sólo se ausenta en zonas elevadas del Pirineo y Sistema Ibérico, y de forma dispersa en zonas bajas y de media montaña (IPE, 2015).

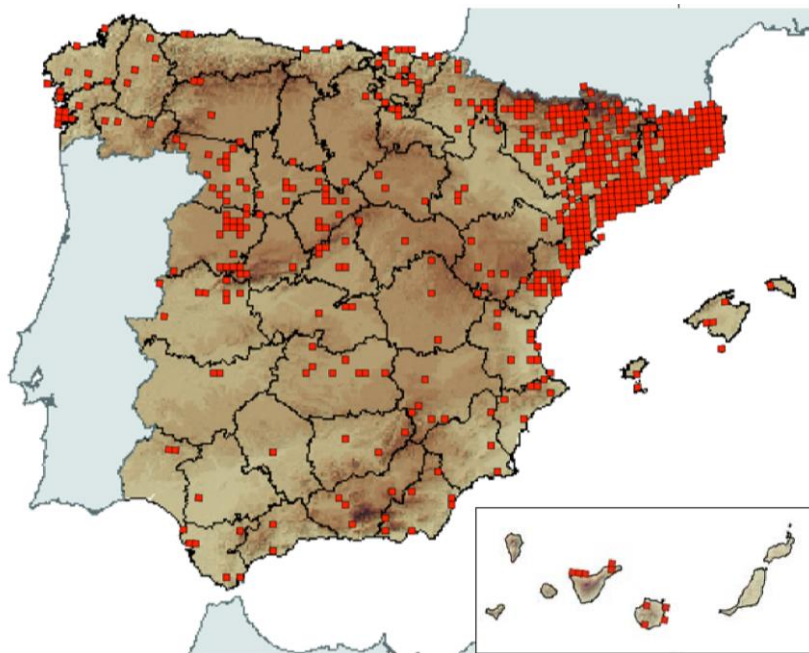


Imagen 3. Distribución de *C. canadensis* en la península ibérica (Sanz *et al.*, 2004).

Se trata de una especie arvense alóctona, que podemos encontrar en altitudes que oscilan entre los 200 - 1500 m, su floración tiene lugar durante los meses de Julio-Noviembre y su forma biológica es en terófito escaposo (IPE, 2005). En España, la primera vez que se detectó resistencia en *Conyza canadensis* al glifosato, fue el profesor José María Urbano, en 2006 (Urbano, 2007). En la tabla 4, se puede ver los años en los que han aparecido y el tipo de resistencia para los distintos países (Heap, 2019).

AÑO	PAIS	TIPO RESISTENCIA
2000-2015	Estados unidos (29 casos)	G/9 => Inhibidor EPSP sintetasa
		B/2 => Inhibidor ALS
2005	BRASIL	G/9 => Inhibidor EPSP sintetasa
2006	CHINA	G/9 => Inhibidor EPSP sintetasa
2006	ESPAÑA	G/9 => Inhibidor EPSP sintetasa
2007	REPÚBLICA CHECA	G/9 => Inhibidor EPSP sintetasa
2010	CANADA, Ontario	G/9 => Inhibidor EPSP sintetasa
2010	POLONIA	G/9 => Inhibidor EPSP sintetasa
2011	CANADA, Ontario	G/9 => Inhibidor EPSP sintetasa
		B/2 => Inhibidor ALS
2011	ITALIA	G/9 => Inhibidor EPSP sintetasa
2011	PORTUGAL	G/9 => Inhibidor EPSP sintetasa
2012	GRECIA	G/9 => Inhibidor EPSP sintetasa
2014	JAPÓN	G/9 => Inhibidor EPSP sintetasa
2016	HUNGRÍA	G/9 => Inhibidor EPSP sintetasa
2017	COREA DEL SUR	G/9 => Inhibidor EPSP sintetasa

Tabla 4. Resistencias al glifosato y año de aparición en *C. canadensis* (Heap, 2019).

C. canadensis (Imagen 4) es una especie arvense de hasta 150 cm, con tallos erguidos, pubescente-hirsuta, con hojas de 2-110 x 1-13 mm, enteras o dentadas, pecioladas, subglabras o ligeramente pubescentes. Panículas laxas, con numerosas ramas extendidas, formadas por capítulos bastante pequeños. Involucro de 2'7 mm, casi glabro, con brácteas lineares, glabras y escariosas en el borde. Flores externas de 2'5-3 mm, hemiliguladas, con limbo de 0'6-1'1 mm de color blanco sucio y las floculosas de 2'3-3'9 mm, de color amarillo. Aquenios de 0'9-1'3 mm y vilano de 2-2'8 mm (Jauzein, 1988).



Imagen 4. Inflorescencia *C. canadensis* (IPE, 2005).

1.3.3- *Conyza sumatrensis*

Conyza sumatrensis (Retz.) E. Walker (sym. *Conyza albida* Willd . ex Spreng o *Conyza floribunda* Kunth), también se le conoce comúnmente como “Guernsey fleabane”, es una planta alóctona, de la familia Asteraceae (compositae), de origen sudamericano, que ha invadido Europa, actualmente podemos encontrarla en 6 países, entre ellos España. En España está en expansión, actualmente podemos encontrarla en 12 provincias (Imagen 5). En Aragón, podemos encontrarla en la depresión del Ebro, en menor medida en el pre-pirineo Oscense y por el momento, no se ha detectado en el sistema Ibérico (IPE, 2005).

En España, las primeras referencias son de comienzos del siglo XX, citándose en el Alto Ampurdán, en el sur de Cataluña y en la Comunidad Valenciana en 1904, 1909 y 1911 respectivamente, (Sanz *et al.*, 2004)

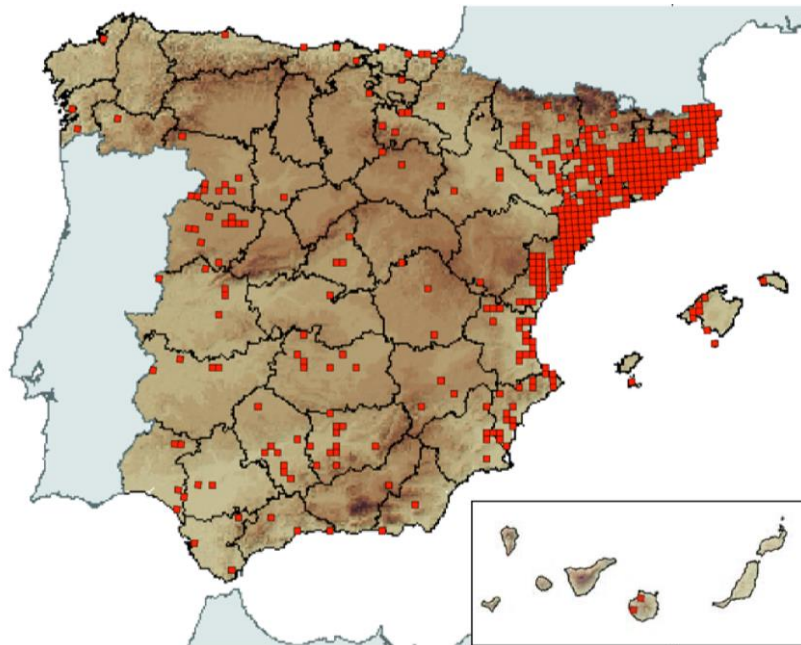


Imagen 5. Distribución de *C. sumatrensis* en la península ibérica (Sanz *et al.*, 2004).

Esta especie arvense podemos encontrarla a una altitud entre los 75 y los 800 metros, su floración se produce en los meses de Julio-Noviembre y su forma biológica es en terófito (IPE, 2005). En España, la primera vez que se detectó resistencia en *Conyza sumatrensis* al glifosato, fueron Rafael de Prado y Fidel González-Torralva, en 2009 (González-Torralva *et al.*, 2012). En la tabla 5, se puede ver los años en los que han aparecido y el tipo de resistencia para los distintos países (Heap, 2019).

AÑO	PAIS	TIPO RESISTENCIA
2009	ESPAÑA	G/9 => Inhibidor EPSP sintetasa
2010	BRASIL	G/9 => Inhibidor EPSP sintetasa
2010	FRANCIA	G/9 => Inhibidor EPSP sintetasa
2011	BRASIL	G/9 => Inhibidor EPSP sintetasa
		B/2 => Inhibidor ALS
2012	GRECIA	G/9 => Inhibidor EPSP sintetasa
2016	FRANCIA	G/9 => Inhibidor EPSP sintetasa
		B/2 => Inhibidor ALS
2017	BRASIL	G/9 => Inhibidor EPSP sintetasa
		B/2 => Inhibidor ALS
		D/22 => Desviador electrones PSI
2017	BRASIL	G/9 => Inhibidor EPSP sintetasa
		D/22 => Desviador electrones PSI
		C2/7 => Inhibidor PSII (Ureas y Aminas)
		O/4 => SÍNTESIS AUXINAS
		E/14=> Inhibidor PPO

Tabla 5. Resistencias al glifosato y año de aparición en *C. sumatrensis* (Heap, 2019).

C. sumatrensis (Imagen 6) es una planta anual, pubescente e hispida, de hasta 300 cm de altura. Tallo robusto y ramificado en la cima, con hojas de 5-20 mm de anchura, oblongo-lanceoladas, enteras o irregularmente dentadas, las inferiores pecioladas, oblongo-ovales-obtusas, con dientes profundos y las centrales pecioladas, lanceoladas y apenas o nada dentadas. Panícula más o menos densa, involucro de 3'5-5'5 mm, con brácteas pubescentes, flores filiformes de 3-3'8 mm con el limbo menor de 0'5 mm, las flosculosas de 2'8-3'8 mm. Aquenios de 1-1'6 mm con vilanos de 3-4 mm rojizos (Jauzein, 1988).



Imagen 6. Inflorescencia *C. sumatrensis* (IPE, 2005).

1.4.- Formas de control de malas hierbas

Los métodos de control de malas hierbas se dividen en métodos de control químico y métodos de control no químico, como pueden ser físicos, agronómicos, mecánicos, biológicos o de carácter preventivo (García y Fernández, 1991).

1.4.1- Métodos de control químico

Los métodos de control químico tienen varias ventajas frente a otros métodos de control, como puede ser su alta eficacia, un efecto rápido sobre las especies arvenses, es selectivo y se pueden orientar al control de las especies arvenses o a su prevención, pero también tienen desventajas como los costes, que no siempre es rentable su aplicación, ineficacia en el control, ya que pueden crear resistencia a las sustancias activas, y riesgos para el cultivo (fitotoxicidad), para el medio ambiente o la persona encargada de su aplicación. En la tabla 6, se pueden consultar los distintos herbicidas autorizados para el viñedo.

NÚMERO	MATERIA ACTIVA	DOSIS (l/ha)
1	ACIDO CAPRILICO/CAPRICO 2,97% [AL] P/V	
2	ACIDO PELARGONICO 68% [EC] P/V	12,0 - 16,0
3	CARFENTRAZONA-ETIL 6% [ME] P/V	0,25 - 0,3
4	CLETODIM 24% [EC] P/V	1,0 - 2
5	DIFLUFENICAN 4% + GLIFOSATO 16% (SAL ISOPROPILAMINA) [SC] P/V	1,5 - 4,7
6	DIFLUFENICAN 4% + GLIFOSATO 16% (SAL ISOPROPILAMINA) (X) [SC] P/V	6,0 - 7
7	FLAZASULFURON 25% [WG] P/P	0,1 - 0,2 Kg/ha
8	FLAZASULFURON 25% [WG] P/P	60 - 200 g/ha
9	FLUMIOXAZINA 50% [WP] P/P	0,8 - 1,2 Kg/ha
10	GLIFOSATO 20% (SAL ISOPROPILAMINA) + OXIFLUORFEN 3% [SC] P/V	4
11	METAM SODIO 40% (ANHIDRO) [SL] P/V	380
12	METAM SODIO 50% (ANHIDRO) [SL] P/V	300
13	METAM POTASIO 50% (ANHIDRO) [SL] P/V	300
14	METAM POTASIO 66,7% (ANHIDRO) [SL] P/V	220
15	PENDIMETALINA 33% [EC] P/V	4,0 - 6

Tabla 6. Herbicidas autorizados viñedo (MAPA, 2019c)

1.4.2.- Métodos de control no químicos

Los métodos de control no químicos pueden englobarse en:

1.4.2.1.- Preventivos

Son medidas orientadas a reducir los niveles de infestación en campos, no inciden sobre las poblaciones ya asentadas sino que se basan en la detección precoz de los nuevos

focos o especies mediante la observación, controlar la entrada de ganado, ya que favorecen la diseminación de semillas.

Otras medidas preventivas pueden ser la limpieza cuidadosa de los equipos, con el fin de no diseminar las semillas de los individuos resistentes, llevar un control de la eficacia real en el tratamiento, comprobando si hay fallos en la eficacia del herbicida y a que se pueden deber, si a factores de tratamiento o a una mala utilización por parte del agricultor, mal uso del herbicida, momento de la aplicación, dosis empleada, ... (CPRH, 2015).

1.4.2.2.- Agronómicos:

Se centran en la especie y variedad de cultivo utilizada, ya que según las características de la parcela, clima, temperaturas, ... unas variedades serán más recomendables que otras, en el marco de plantación utilizado, ya que dependiendo de la forma de cultivo utilizada, (super intensivo, intensivo, extensivo o super extensivo), el marco de plantación variará, en el manejo del riego, ya que dependiendo del número de cepas, tendremos que adecuar el número de goteros y seguramente la planificación del riego, para garantizar la homogeneidad en el aporte hídrico, y la fertilización que se lleve a cabo, ya sea en forma de abono verde, con los restos arvenses, en forma de purines o disuelto en el agua (García & Fernández, 1991).

1.4.2.3- Mecánicos

Antiguamente el control de las malas hierbas se realizaba manualmente, mediante palas, azadas, ..., era una forma de control eficaz en parcelas pequeñas o con alto valor económico, pero que requería mucha mano de obra, es por eso que actualmente se ha mecanizado todo el proceso.

Este laboreo mecánico se puede llevar a cabo de diferentes maneras, hay que diferenciar dos zonas, el mantenimiento de la calle, que va destinado a eliminar las malas hierbas presentes, esto se consigue con siega, con trituradoras que incorporen los restos vegetales como abono verde y ayudan a evitar la erosión del terreno, otro método muy empleado consiste en pases de cultivador, y en la línea de las cepas, que se puede realizar con intercepas, pase de cultivadores, estos métodos son muy utilizados y eficaces, o mediante maquinaria que pulveriza agua a una elevada presión, quemadores de propano (García & Fernández, 1991).

1.4.2.4- Biológicos

Se basan en la utilización de hongos, insectos o animales, que combatan a las malas hierbas presentes en la parcela. Estos métodos no están muy extendidos ya que dependen de numerosos factores, ya que no todos responden de la misma forma en unas condiciones u otras. Este tipo de control tiene una conexión ecológica directa con el cultivo, y debe haber

especies que actúen como reservorio alimenticio para estos predadores, de forma que el control que realicen se mantenga en el tiempo. Del mismo modo, es importante la creación de corredores dentro de los viñedos, esto puede servir como una estrategia clave que permite a los enemigos naturales emerger y dispersarse. Estos corredores deben estar compuestos de especies de plantas localmente adaptadas, que exhiban períodos secuenciales de floración, de forma que atraigan y alberguen una abundante diversidad de predadores y parasitoides (Nicholls, 2001).

1.4.2.5- Físicos

Se basan en la utilización del calor en sus distintas formas, como puede ser la quema con propano, agua caliente, vapor de agua a presión, solarización, ..., en la utilización del frío, como nitrógeno líquido o nieve carbónica, en la utilización de métodos magnéticos, como luz ultravioleta, microondas, electrocución, o mediante el uso de cubiertas vegetales inertes, como el mulching.

El control térmico de plantas arvenses con quemadores o flaming es uno de los métodos térmicos más empleados y puede ser una potencial herramienta alternativa para la gestión integrada de hierbas en agricultura ecológica o en otras situaciones en las que el uso del herbicida no sea deseable (suelo urbano, vías de ferrocarril, parques y jardines, ...). El empleo del quemador en el control de plantas arvenses, es respetuoso con la biodiversidad del suelo y no altera la actividad de los microorganismos, permitiendo un adecuado desarrollo de sus funciones beneficiosas para el medio (Raigón & Figueroa, n.d.).

1.5.-Los herbicidas: resistencia

Del total de los casi 5 millones de ha de cultivos leñosos que hay en España, se estima que más de la mitad de esta superficie se maneja con técnicas de mínimo laboreo (42%) o no laboreo (8,5%), siendo éstos principalmente olivos, frutales y viñedos (Pardo *et al.*, 2016).

El desarrollo de diferentes familias de herbicidas a partir de la década de 1940 ha dado lugar a la idea de que el control químico es una herramienta que posibilita la erradicación de malezas, convirtiéndose en el principal método utilizado por los productores agropecuarios, (Villalba, 2009).

A pesar de la continua generación y sustitución de diversos herbicidas, no ha sido posible erradicar las malas hierbas por completo, sino que por el contrario, se han seleccionado genotipos tolerantes y/o resistentes a algunos principios activos, lo que hace más complejo su control (Papa *et al.*, 2010b).

En el gráfico 1, se puede observar la evolución del número de casos de resistencia, desde los años 50. Se puede observar que conforme se avanza en el tiempo, el caso de

especies resistentes aumenta alarmantemente, aunque parece que se está estabilizando la tendencia al alza de los mismos.

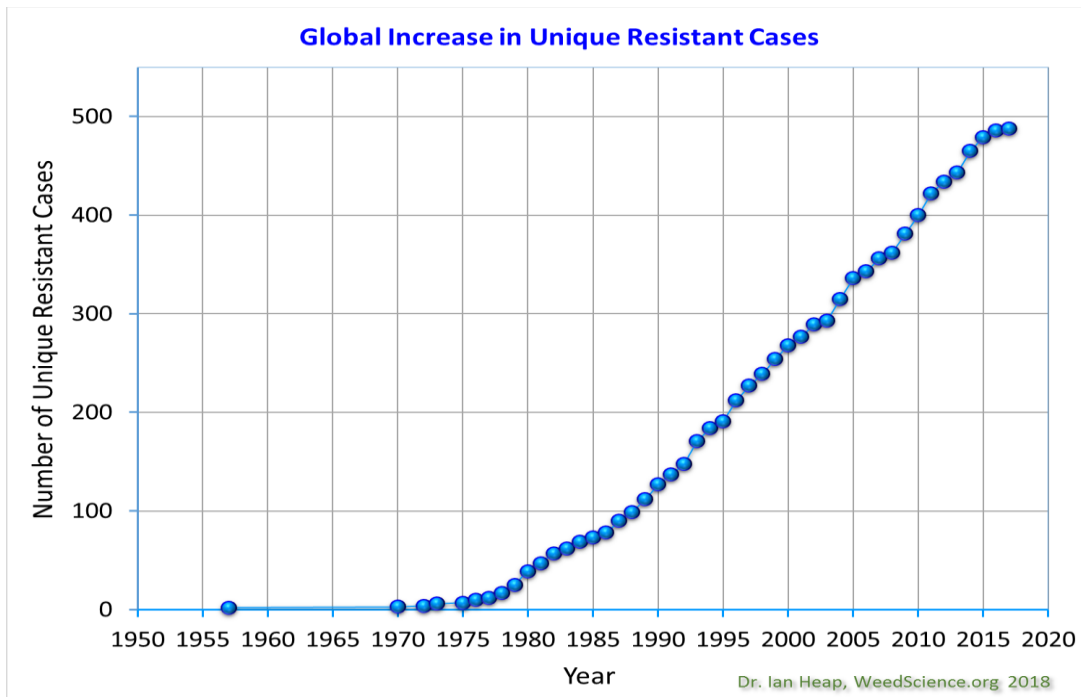


Gráfico 1. Evolución especies resistentes (Heap, 2019).

En el gráfico 2, se presenta la evolución de los casos de resistencia agrupados según el sitio de acción por el que ha aparecido. El principal es es que afecta a los inhibidores de la acción enzimática de la acetolactato sintetasa (ALS), pertenecientes al grupo B, seguido de los inhibidores del fotosistema II (PSII), que pertenecen al grupo C1, C2 y C5.

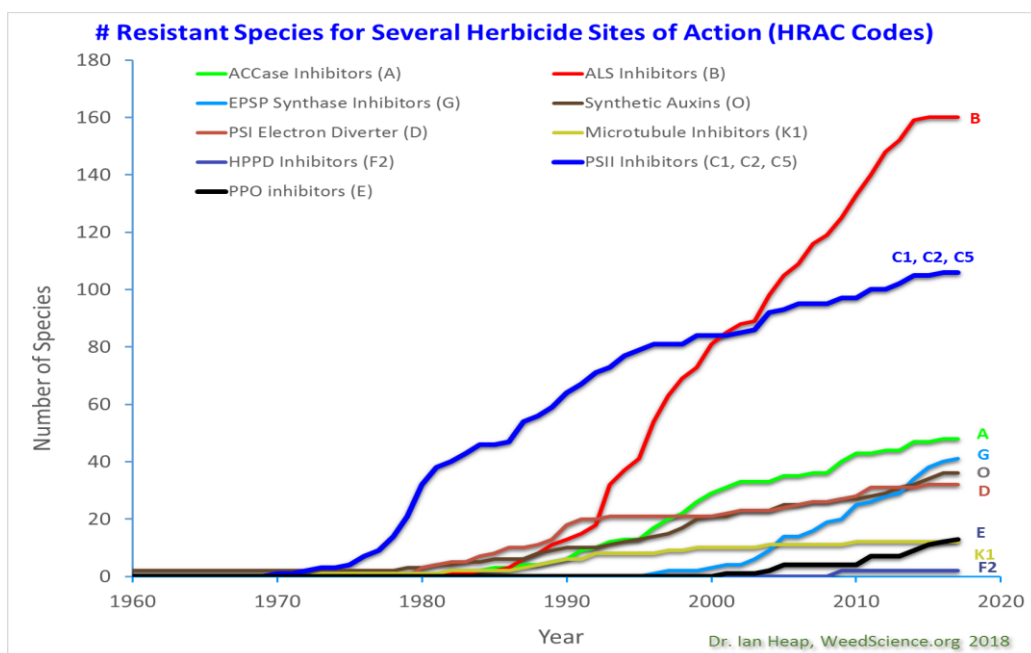


Gráfico 2. Evolución del número de especies resistentes según el sitio de acción (Heap, 2019).

Es importante destacar, que hay familias cuyas especies tienen mayor predisposición a adquirir resistencia frente a herbicidas, esto se puede observar en el Gráfico 3, en el cual están ordenadas, de mayor a menor, las familias que más número de especies resistentes poseen.

La familia, con mayor número de especies que han adquirido resistencia es las poáceas o gramíneas, perteneciente a las monocotiledóneas, 81 de sus especies la han adquirido, seguida de las asteráceas o compuestas, perteneciente a las dicotiledóneas, con 42 especies resistente y en tercer lugar, las brasicáceas o crucíferas, perteneciente a las dicotiledóneas, y que han desarrollado resistencia 22 de sus especies.

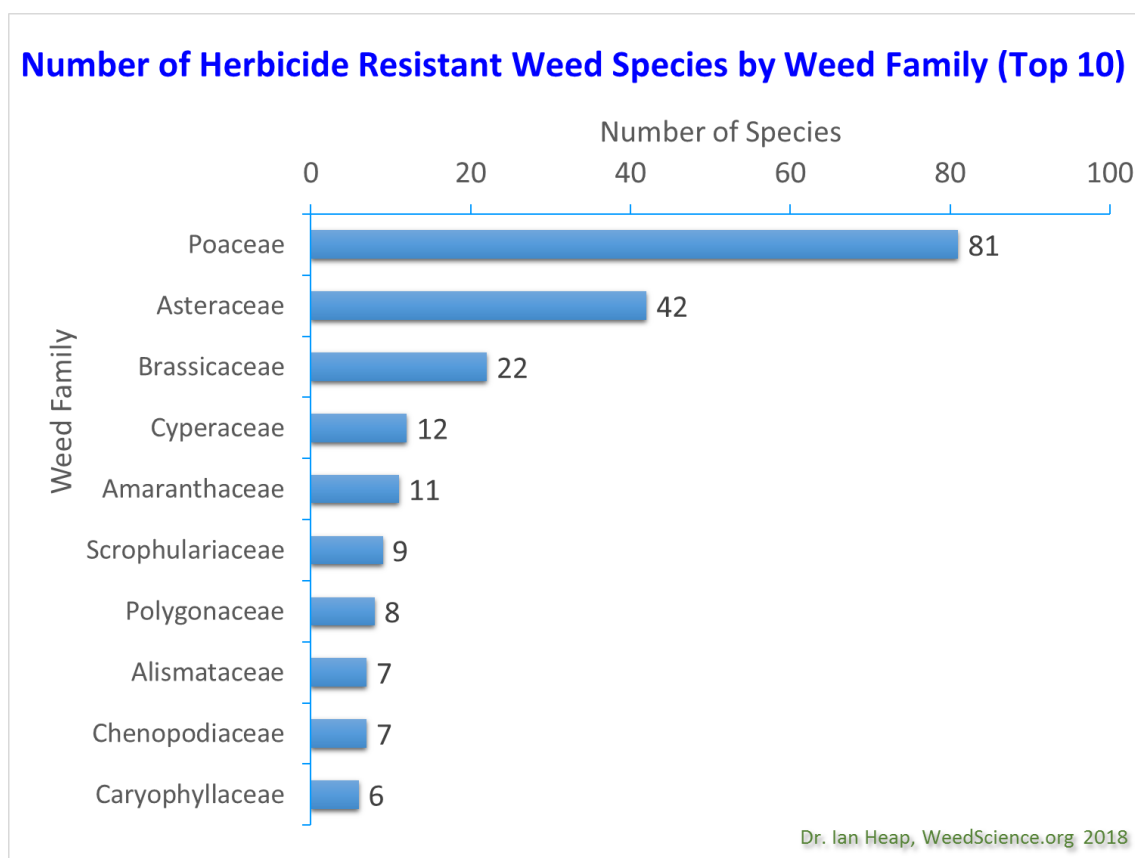


Gráfico 3. Especies resistentes agrupadas por familias (Heap, 2019).

Para prevenir la aparición de resistencia, es necesario disminuir la presión de selección, esto se consigue diversificando el control de las malas hierbas. Para ello se recomienda utilizar los herbicidas solo cuando sea necesario, utilizar programas de control integrado de malas hierbas, que combinen el uso de herbicidas y métodos alternativos como laboreo entre calles, cubierta vegetal, ..., y una de las más importantes, combinar el uso de herbicidas con distintos modos de acción durante el cultivo o en años sucesivos (CPRH, 2015).

El primer caso detectado en la Península Ibérica fue a principio de la década de 1980 con la aparición de poblaciones de *Amaranthus blitoides* y *Conyza canadensis* que no eran controladas con dosis de simazina (inhibidores del PSII) superiores a las utilizadas

anteriormente por el agricultor. Hasta mitad de la década de 1990 las cloro-s-triazinas y ureas sustituidas siguieron siendo los herbicidas más utilizados por los agricultores en el monocultivo de olivar, cítricos y viña, lo que indujo una rápida selección de otras especies resistentes/tolerantes como: *Conyza bonariensis*, *Amaranthus albus*, *Bromus tectorum* y *Lolium rigidum*/L. *multiflorum* (Torres et al., 2005).

AÑO	ESPECIE	NOMBRE COMUN	SITIO DE ACCIÓN
1981	<i>Panicum dichotomiflorum</i>	Fall Panicum	Photosystem II inhibitors (C1/5)
1985	<i>Amaranthus hybridus</i> (syn: <i>quitensis</i>)	Smooth Pigweed	Photosystem II inhibitors (C1/5)
1986	<i>Amaranthus blitoides</i>	Prostrate Pigweed	Photosystem II inhibitors (C1/5)
1986	<i>Amaranthus retroflexus</i>	Redroot Pigweed	Photosystem II inhibitors (C1/5)
1987	<i>Conyza canadensis</i>	Horseweed	Photosystem II inhibitors (C1/5)
1987	<i>Setaria viridis</i>	Green Foxtail	Photosystem II inhibitors (C1/5)
1987	<i>Setaria pumila</i> (=S. <i>glauca</i>)	Yellow Foxtail	Photosystem II inhibitors (C1/5)
1987	<i>Solanum nigrum</i>	Black Nightshade	Photosystem II inhibitors (C1/5)
1987	<i>Conyza bonariensis</i>	Hairy Fleabane	Photosystem II inhibitors (C1/5)
1987	<i>Amaranthus albus</i>	Tumble Pigweed	Photosystem II inhibitors (C1/5)
1987	<i>Setaria faberi</i>	Giant Foxtail	Photosystem II inhibitors (C1/5)
1987	<i>Chenopodium album</i>	Common Lambsquarters	Photosystem II inhibitors (C1/5)
1989	<i>Amaranthus cruentus</i>	Red Amaranth	Photosystem II inhibitors (C1/5)
1990	<i>Bromus tectorum</i>	Downy Brome (Cheatgrass)	PSII inhibitor (Ureas and amides) (C2/7)
1990	<i>Bromus tectorum</i>	Downy Brome (Cheatgrass)	Photosystem II inhibitors (C1/5)
1991	<i>Alopecurus myosuroides</i>	Blackgrass	PSII inhibitor (Ureas and amides) (C2/7)
1991	<i>Polygonum lapathifolium</i>	Pale Smartweed	Photosystem II inhibitors (C1/5)
1992	<i>Echinochloa crus-galli</i> var. <i>crus-galli</i>	Barnyardgrass	Photosystem II inhibitors (C1/5)
1992	<i>Lolium rigidum</i>	Rigid Ryegrass	ACCcase inhibitors (A/1)
			PSII inhibitor (Ureas and amides) (C2/7)
1992	<i>Lolium rigidum</i>	Rigid Ryegrass	ACCcase inhibitors (A/1)
1992	<i>Lolium rigidum</i>	Rigid Ryegrass	Photosystem II inhibitors (C1/5)
1992	<i>Setaria verticillata</i>	Bristly Foxtail	Photosystem II inhibitors (C1/5)
1993	<i>Papaver rhoeas</i>	Corn Poppy	ALS inhibitors (B/2)
			Synthetic Auxins (O/4)
2000	<i>Alisma plantago-aquatica</i>	Common Waterplantain	ALS inhibitors (B/2)
2000	<i>Cyperus difformis</i>	Smallflower Umbrella Sedge	ALS inhibitors (B/2)
2004	<i>Conyza bonariensis</i>	Hairy Fleabane	EPSP synthase inhibitors (G/9)
2006	<i>Conyza canadensis</i>	Horseweed	EPSP synthase inhibitors (G/9)
2006	<i>Lolium perenne</i> ssp. <i>multiflorum</i>	Italian Ryegrass	EPSP synthase inhibitors (G/9)
2006	<i>Lolium rigidum</i>	Rigid Ryegrass	EPSP synthase inhibitors (G/9)
2007	<i>Sinapis alba</i>	White Mustard	ALS inhibitors (B/2)
2009	<i>Conyza sumatrensis</i>	Sumatran Fleabane	EPSP synthase inhibitors (G/9)
2011	<i>Sinapis arvensis</i>	Wild Mustard	ALS inhibitors (B/2)
2015	<i>Sorghum halepense</i>	Johnsongrass	ALS inhibitors (B/2)
			ACCcase inhibitors (A/1)
2015	<i>Alopecurus myosuroides</i>	Blackgrass	ALS inhibitors (B/2)
			PSII inhibitor (Ureas and amides) (C2/7)
2015	<i>Echinochloa crus-galli</i> var. <i>crus-galli</i>	Barnyardgrass	ALS inhibitors (B/2)
2016	<i>Lolium rigidum</i>	Rigid Ryegrass	PPO inhibitors (E/14)
			EPSP synthase inhibitors (G/9)

Tabla 7. Especies con ecotipos resistentes en España (HEAP, 2019).

La eficacia del herbicida se ve afectada por las condiciones ambientales antes, durante y después de su aplicación. Es pertinente que la etapa de crecimiento y las condiciones de temperatura se consideren en las pruebas de detección de resistencia al glifosato para evitar la categorización incorrecta de los biotipos, que en última instancia podría tener un impacto

negativo en los agricultores que se ocupan de problemática de la resistencia del glifosato (Okumu *et al*, 2018).

La presencia de biotipos resistentes plantea un grave problema en los sistemas de cultivos anuales y perennes. Por ello, es importante que se pongan en marcha las medidas de mitigación y se mejoren las existentes, que no sólo contengan resistencia al glifosato, sino que también eviten su evolución en las ubicaciones donde hasta ahora no se ha reportado resistencia (Okumu *et al*, 2018).

1.5.1.- El glifosato.

El glifosato es probablemente el herbicida más utilizado en el mundo por los agricultores para el control de malas hierbas, ya que el coste por hectárea es bajo en comparación con otros herbicidas, y al ser un herbicida no selectivo se utiliza para controlar todo tipo de especies arvenses. El tratamiento por hectárea ronda los seis euros, considerando una dosis tratamiento de dos litros por hectárea y que el coste del litro de glifosato está en torno a los tres euros.

La utilización de glifosato como un herbicida de post-emergencia con unas características eficaces de control, amplio espectro, económico y rápida degradación medioambiental, por lo que fue tomado como una herramienta extraordinaria por el agricultor. Sin embargo esta herramienta no fue utilizada por el agricultor como una técnica más dentro de un IWM (Manejo Integrado de Malezas), si no que fue utilizado sin rotación y/o mezclado con otros herbicidas, ahora prohibidos (Fernandez, 2010).

El glifosato [N - (fosfometil) glicina] es el herbicida post-emergencia y no selectivo más exitoso del mundo. Este herbicida se absorbe a través de las hojas y otros tejidos de color verde (jóvenes) y se transloca a través del floema a los tejidos meristemáticos (González-Torralva *et al.*, 2012).

El glifosato es un potente inhibidor de la 5-enolpyruvylshikimate 3-phosphate synthase (EPSPS) produciendo el bloqueo de la biosíntesis de fenilalanina, triptófano, tirosina y otros compuestos aromáticos en plantas susceptibles (González-Torralva *et al.*, 2012).

La EPSPS es una enzima que se encuentra en la ruta del ácido shikímico en plantas y microorganismos como hongos y bacterias, pero que no se encuentra en animales. Esta ruta es una de las principales y más importantes rutas biocinéticas activas en plantas superiores. Se estima que un 20 % del carbón fijado fluye a través de él. La ruta shikímica es crucial en la fabricación de aminoácidos aromáticos, que se utilizan como bloques de construcción de proteínas y precursoras para metabolitos secundarios (Okumu *et al.*, 2018).

El primer caso de resistencia al glifosato, se detectó en 1996 en Australia, y se detectó en *Lolium rigidum*. La primera especie dicotiledónea en desarrollar resistencia al glifosato fue

C. canadensis en Delaware, USA, en cultivo de soja (*Glycine max*). El glifosato es utilizado en España para controlar malas hierbas en cultivos perennes y, antes de la siembra, en cultivos anuales, así como lindes de caminos, líneas de trenes y áreas recreativas (González-Torralva *et al.*, 2012).

Hasta el momento se ha confirmado que 37 especies de malezas han desarrollado resistencia al glifosato en 29 países diferentes (Okumu *et al.*, 2018). En España, se ha detectado 36 especies resistentes, tabla 7.

Para el control químico de malas hierbas resistentes al glifosato, se necesita que haya otra sustancia activa distinta que actúe a parte o en consonancia con el glifosato para mejorar el control de estas malas hierbas o evitar o retrasar la evolución de la resistencia. Esto ocurre ya que son capaces de sobrevivir a la exposición al glifosato debido a mutaciones en el gen que codifica la EPSPS, duplicaciones de genes, degradación de compuestos no tóxicos, alteraciones de la translocación y por una mala absorción y / o compartimentación vacuolar (Ghanizadeh & Harrington, 2017).

1.6.- Antecedentes

Los viñedos de “Viñas del Vero” se encuentran ubicados en la Denominación de Origen Somontano, en la provincia de Huesca, y se manejan, en cuanto a control de malas hierbas, mediante el empleo de herbicidas.

En los últimos años, los técnicos de campo de esta empresa, han observado una menor disponibilidad de materias activas para su control, bajas eficacias de los herbicidas empleados y un aumento de la presencia de ejemplares de *Conyza*.

Esta problemática se corresponde con la existente en cultivos leñosos en otras zonas de España, como en el caso de Raúl Langa en Aragón, Leticia Artigas en la provincia de Zaragoza, José María Urbano en Sevilla o Fidel González Torralva en Andalucía, y es lo que motiva este trabajo.

2.- Objetivos

El presente Trabajo Fin de Grado tiene como objetivo general evaluar distintas estrategias de control químico de malas hierbas en viñedo y se plantean como objetivos específicos:

- Evaluar la eficacia de 6 herbicidas de pre-emergencia
- Evaluar la eficacia de 8 herbicidas de post-emergencia
- Obtener las curvas dosis-respuesta del glifosato
- Obtener información sobre la eficacia del glifosato en las especies del género *Conyza* presentes en la D.O.P. Somontano.

3.- Material y métodos

3.1.-Diseño

El ensayo de campo que ha permitido realizar este trabajo se realizó en uno de los viñedos de la bodega “Viñas del Vero “. Está se estableció en Somontano a finales de 1986 con la adquisición de 550 hectáreas de terreno en Barbastró y sus alrededores. Las variedades que podemos encontrar son tradicionales (Tempranillo, Moristel, Garnacha y Macabeo) o de diversas procedencias como Chardonnay, Gewürztraminer, Cabernet Sauvignon, Merlot y Pinot Noir. Pero no es hasta la primavera de 1990, cuando aparecen sus primeros vinos en el mercado (Viñasdelvero, 2019).

En 2008, la bodega entra a formar parte de la familia de Vinos González Byass. Actualmente es la primera bodega de la denominación de origen Somontano en cuanto a volumen, y cuenta con una de las mayores superficies de viñedo propio de España (Viñasdelvero, 2019).

El territorio que comprende la D.O. Somontano se caracteriza por presentar un clima mediterráneo continental con una tendencia creciente a la sequedad hacia el sur y el este, siendo más frío y húmedo hacia el norte. Los inviernos son fríos y los veranos calurosos, con cambios bruscos de temperatura al final de la primavera y del otoño (junio y noviembre) (Badía *et al.*, 2006).

Para la realización de este trabajo se seleccionaron 3 líneas de cepas de 150 metros de longitud, de una parcela de 2'345 ha, con coordenadas 41° 59' 43.14" N, 0° 8' 1.25" E (Imagen 7) y una altitud de 395 msnm, no tratadas con ningún tipo de herbicida previo al estudio. Este viñedo se plantó en el 2006, la variedad utilizada fue Chardonnay (clon R8 / patrón SO4), con formación Royal Simple, con un marco de plantación de 3 m (entre calles) x 1'15 m (entre pies) y riego por goteo, en la línea del cultivo a nivel del suelo, que se ramifica desde el centro de la línea hacia los laterales, apoyado con un sistema de bombas.



Imagen 7. Vista aérea parcela estudio (SigPac, 2019).

3.2.- Clima

Según los datos climáticos de los municipios de la D.O. Somontano, la precipitación media se encuentra en torno a los 490 mm, alcanzando un pico (promedio) de 60 mm en el mes de mayo y el mínimo en julio, con una precipitación de 26 mm (Badía *et al.*, 2006) . En el gráfico 4, se puede observar un diagrama climático de la zona de Barbastro.

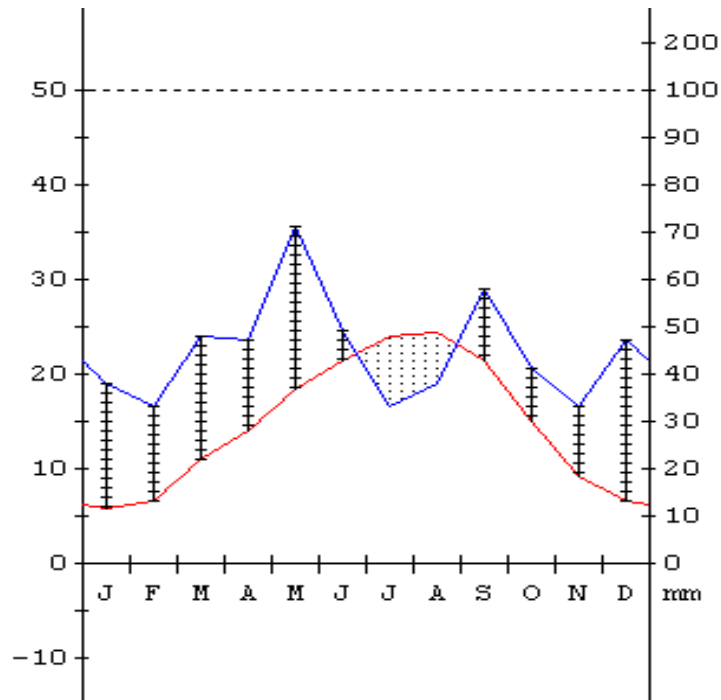


Gráfico 4. Diagrama climático Huesca (Rivas Martínez, 2019).

Los datos reflejados en la tabla 8, son los recogidos por la estación Barbastro (Brillen), con indicativo 9866E, en las coordenadas ED50 000648E (longitud), 420028 (latitud) y a una altura de 355 m.s.n.m., en la provincia de Huesca (Gobierno de Aragón, 2019 b).

En la Tabla 8 se muestran los datos de las precipitaciones, durante el periodo en el que se realizó el estudio en campo. Los días 16 y 17 de agosto, se registraron unas precipitaciones muy abundantes, como se puede observar en la tabla, de 27,8 y 26,86 mm respectivamente. Destacar que estos dos días se produjo la rotura de las balsas, lo que produjo unos daños sobre las zonas estudiadas en este ensayo.

Día	Precipitación (mm)
19-jul.	0,2
8-ago.	3,2
9-ago.	0,4
12-ago.	4
14-ago.	0,2
16-ago.	27,8
17-ago.	26,86
29-ago.	0,39
$\Sigma =$	63,05

Tabla 8. Datos de precipitaciones durante el estudio.

Un elemento climático muy importante y característico de la zona es el viento, este influye sobre las plantas, aumentando la evapotranspiración y la desecación del suelo. Los vientos dominantes de la zona son el cierzo (dirección noreste-sureste) y el bochorno (sureste-noreste) (Badía *et al.*, 2006).

3.3.- Suelo

Las características de esta parcela, fueron estudiadas por la empresa Agrodron. Dentro de este estudio, analizaron varios parámetros de la parcela, entre ellos la textura del suelo de la parcela, que como se puede observar en la Imagen 8, es predominantemente franco-limosa, con un contenido en limo que oscila entre el 30 y el 65 % (Imagen 8A) y un contenido en arena entre el 30 y el 50 %, dependiendo de la zona (Imagen 8B).

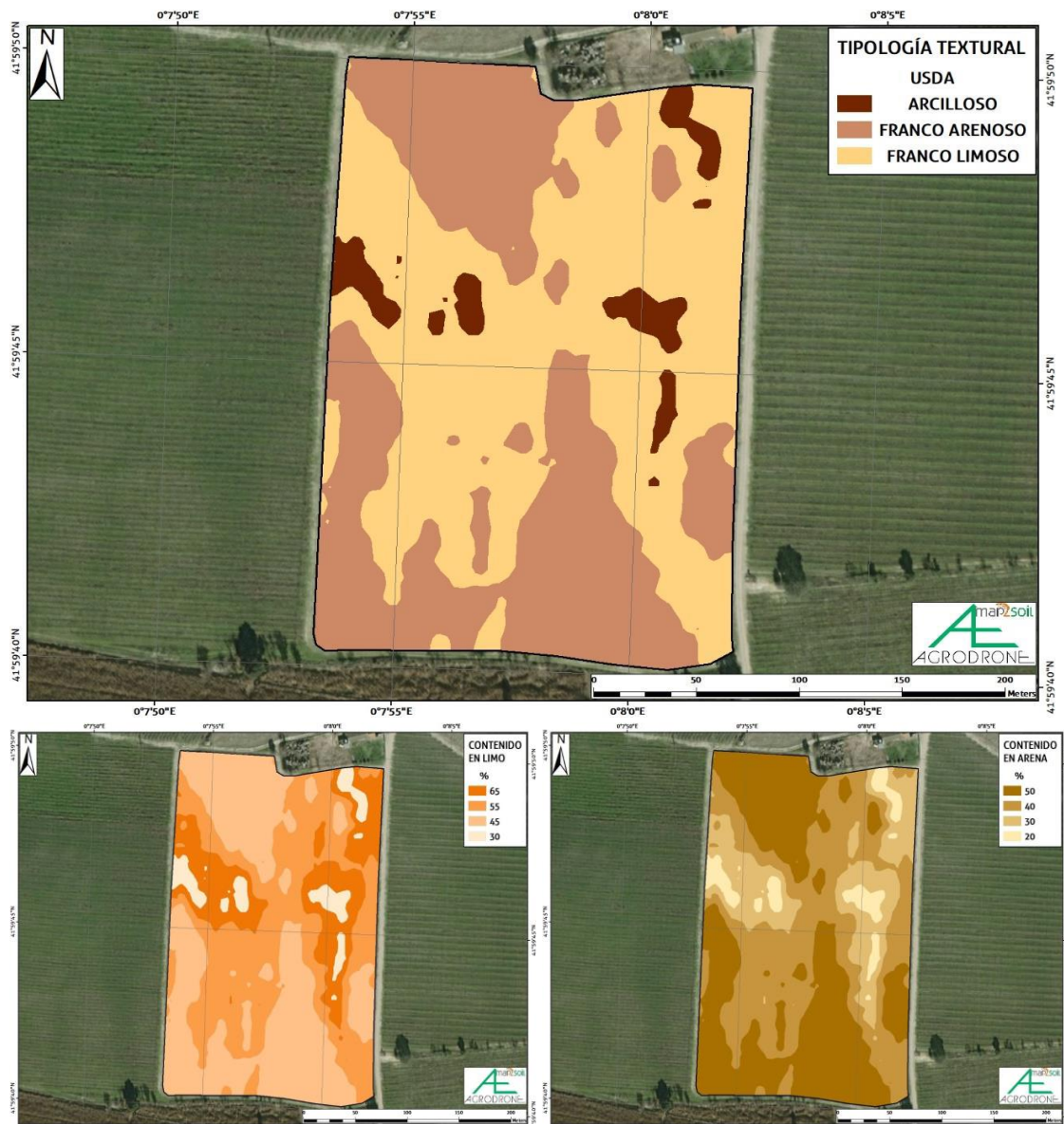


Imagen 8. Textura de la parcela del ensayo. **Imagen 8A.** Contenido en limo de la parcela. **Imagen 8B.** Contenido en arena de la parcela (Agrodron, 2018).

Otros datos interesantes de la parcela estudiada son la conductividad eléctrica (CE) de la parcela, esta se ha estudiado a dos profundidades, 35 (Imagen 9A) y 85 cm (Imagen 9B), los valores obtenidos son estables en relación a la distribución espacial con una tendencia más alta en profundidad, indicando un perfil del suelo estable y continuo en profundidad (Agrodrone, 2018).



Imagen 9A. Conductividad eléctrica a 35 cm de profundidad. **Imagen 9B.** Conductividad eléctrica a 85 cm de profundidad (Agrodrone, 2018).

Existe una relación entre la CE y la tipología textural, las zonas con baja CE, corresponden a suelos con menor contenido en arcilla y contenidos porcentuales en arena altos, con capacidad media para la retención de nutrientes. Por su parte, los suelos con una conductividad eléctrica aparentemente superior suelen corresponderse con suelos más estructurados y con mayor capacidad para la retención de agua y nutrientes, pero también pueden presentar problemas de encharcamiento y compactación (Agrodrone, 2018).

También es interesante conocer la capacidad de retención de agua del terreno (Imagen 10), donde las zonas de color azul indican aquellas zonas con mayor capacidad de almacenamiento de agua y, en verde fuerte, aquellas zonas cuya capacidad es menor.

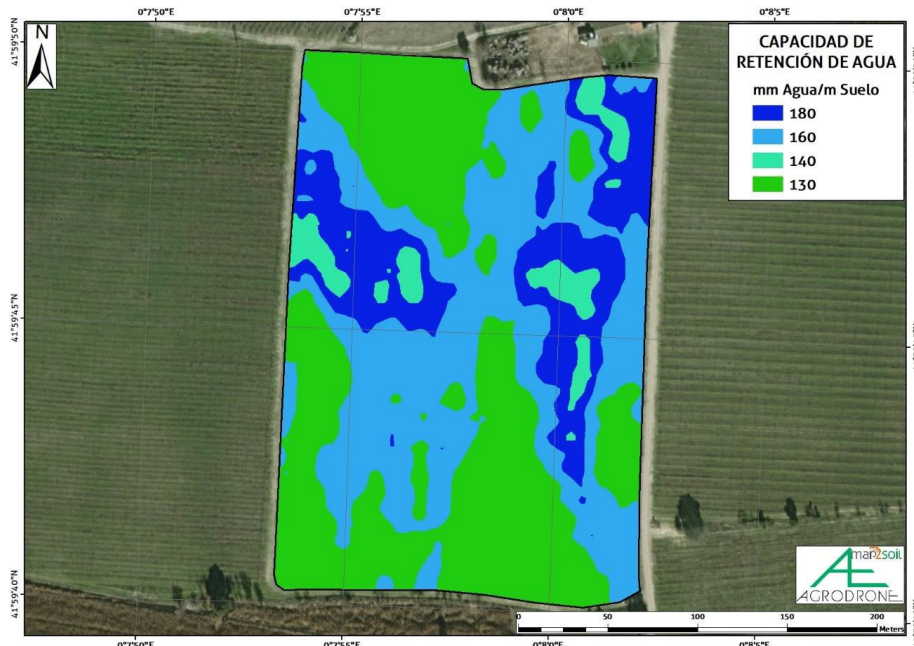


Imagen 10. Capacidad de retención de agua de la parcela (Agrodrone, 2018).

En la parcela del estudio, este año se han regado un total de 60 horas, con un caudal por gotero de 3'5 litros a la hora y sabiendo que se han colocados unos 4300 goteros por hectárea, por lo que el riego realizado en la parcela fue de 918'05 m³ por hectárea.

3.4.- Trabajo de campo

Con el objeto de evaluar la eficacia de diferentes materias activas frente a la flora arvense en viñedo, para vinificación, se realizaron dos ensayos en campo, uno de ellos en pre-emergencia de las malas hierbas (primavera) y otro en post-emergencia de las mismas (verano).

Las líneas se trataron con 14 herbicidas distintos, 6 de pre-emergencia y 8 de post-emergencia, estos tratamientos se realizaron de forma totalmente aleatoria, con tres repeticiones de cada uno de ellos, una en cada línea.

En la Tabla 9, se muestran los herbicidas y dosis empleados en los tratamientos realizados en el ensayo de preemergencia.

NOMBRE COMERCIAL	COMPOSICIÓN (mat. Activa)	GRUPO (HRAC)	DOSIS (l / ha)	VOL. PRODUCTO EMPLEADO
ELAN	Orizalina 48% + Penoxsulam 0,14% [SC] P/V	K1	5	150
HOHICAN 50 SC	DIFLUFENICAN 50% [SC] P/V	F1	0,6	18
REGISTER 25 WG	FLAZASULFURON 25% [WG] P/P	A	130 g/ha	4 g
ORDAGO SC	PENDIMETALINA 40% [SC] P/V	I	4	120
ROKENYL 50	ISOXABEN 50% [SC] P/V	L	1'3	40
DEVIRINOL 45-F	NAPROPAMIDA 45% [SC] P/V	K3	4'5	135

Tabla 9. Herbicidas y dosis utilizados en pre-emergencia.

En la tabla 9, se pueden observar los seis herbicidas utilizados, el grupo al que pertenece cada uno de ellos, según el HRAC (Herbicide Resistance Action Committee), la dosis de aplicación recomendada por el MAPA y la cantidad de materia activa que utilizamos nosotros para realizar el tratamiento de los 10 metros lineales de que consta cada zona estudiada.

En la tabla 10, se encuentran los herbicidas utilizados en post-emergencia en campo, el grupo al que pertenecen según el HRAC, la dosis de aplicación recomendada por el MAPA y la cantidad de materia activa que se ha utilizado para realizar el tratamiento de los 5 metros lineales de que consta cada zona estudiada.

NOMBRE COMERCIAL	COMPOSICIÓN (Mat. Activa)	GRUPO (HRAC)	DOSIS (l / ha)	VOLUMEN TRATAMIENTO (ml)
BELOUKHA	ACIDO PELARGONICO 68% [EC] P/V	Z	15	450
SPOTLIGHT PLUS	CARFENTRAZONA-ETIL 6% [ME] P/V	E	0'3	9
REGLONE	DIQUAT 20% (DIBROMURO) [SL] P/V	D	2	60
FINALE	GLUFOSINATO AMÓNICO 15% P/V . SL	H	5	150
SOLABIOL	ACIDO CAPRILICO/CAPRICO 2,97% [AL] P/V	Z	10	300
MOHICAN ENERGY	DIFLUFENICAN 4% + GLIFOSATO 16% (SAL ISOPROPILAMINA) [SC] P/V	F1 + G	6'5	195
BELOUKHA + GLIFOSATO	ACIDO PELARGONICO 2% + GLIFOSATO 1%	Z + G	12	300 + 277

Tabla 10. Herbicidas de post-emergencia utilizados en el estudio.

Los seis tratamientos de pre-emergencia se aplicaron el 16 de Mayo, y los ocho tratamientos de post-emergencia se aplicaron la 13 de Julio, ambos realizados con las dosis recomendadas por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA, 2019 c).

A continuación, En la tabla 11, se muestra una relación de las materias activas utilizadas, su precio, la dosis de aplicación recomendada por hectárea y el coste de aplicación del producto por hectárea.

Nombre	Sustancia Activa	Precio (€ / l)	Dosis (l / ha)	Euros / ha
Bluss	Pendimetalina	9,24	4	36,96
Devrinol	Napropamida	22,57	4,5	101,565
Dicuanet	Dicuat	15,04	2	30,08
Elan	Orizalina	21,59	5	107,95
Kalina	Ácido perlargónico	14,51	15	217,65
Regiser 25	Flazasulfuron	735 €/kg	130 g / ha	95,55
Rockenyl	Isoxaben	81,69	1,3	106,197
Volcan	Piraflufen	54,53	0,3	16,359
Spotlight plus	Carfentrazona	41	0,3	12,3
Mohican 50	Diflufenican	25,2	0,6	15,12
Mohican Energy	Diflufenican + glifosato	9,68	6,5	62,92
Solabiol	Ácido caprílico	9	10	90
Kalina + glifosato	Ácido perlargónico + glifosato	8,45	12	101,41
Finale	Glufosinato	15,6	5	78

Tabla 11. Coste tratamientos utilizados.

La pendimetalina [N-(1-etilpropinil)-2,6-dinitro-3,4-xilidina], es un herbicida que pertenece a la familia de las dinitroanilinas. Estos herbicidas actúan sobre la división celular y su acción se produce impidiendo la formación de microtúbulos durante la división mitótica de las células. La pendimetalina es muy persistente en el medio, es poco volátil y su persistencia en el medio depende de la formulación del compuesto activo y de su forma de aplicación (Pinilla Ponz *et al.*, 2010).

Está clasificada por la EPA como un compuesto de toxicidad clase III (moderadamente tóxico) y lo señala como un posible cancerígeno humano incluyéndolo en la lista de Persistent Bioaccumulative and Toxic Chemical (Pinilla Ponz *et al.*, 2010).

La napropamida [2-(a-naphtoxy)-N, N-dietilpropiamida], a la familia de las acetamidas y es un inhibidor de la división celular, afectan al crecimiento, al afectar al metabolismo de los lípidos, proteínas y la formación de ceras de la cutícula (Mag.go.cr., 2019).

El isoxaben pertenece a la familia de las benzamidas, es un herbicida de contacto que puede matar la planta mediante la destrucción de la membrana celular de los tejidos tratados o interfiriendo en la formación de ATP, en la fosforilación oxidativa. Es un Inhibidor de la síntesis de la pared celular (celulosa) (Mag.go.cr., 2019).

La carfentrazona pertenece a la familia de las triazolinonas y es un Inhibidores de la oxidasa del fotoporfirinogeno (PPO). Este herbicidas daña las membranas celulares afectando su organización, permeabilidad y el transporte de iones debido a que inhiben la protoporfirinogeno-9-oxidasa que participa en la captura de luz provocando esa disrupción de la membrana celular (Mag.go.cr., 2019).

La carfentrazona es un herbicida de contacto que requieren la luz para actuar, la actividad de estos herbicidas mejora cuando se aplican en la oscuridad, al permitirse una mejor distribución del herbicida por la planta, activándose el proceso en presencia de la luz (Mag.go.cr., 2019).

El dicuat, es un herbicida de contacto no selectivo de amplio espectro, cuyo modo de acción involucra la fotosíntesis, actúa destruyendo las membranas celulares y se manifiesta como un amarilleamiento y secado de la planta (Centro de informacòes sobre paraquat, 2019).

Esta sustancia activa podría ser una buena alternativa para el control de *Conyza*, pero la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA), ha dicho que constituye “un elevado riesgo para los trabajadores, los circunstantes y los residentes”, por lo que ha dado de plazo hasta el 4 de mayo de 2019, para retirar las autorizaciones (Phytoma, 2019).

La orizalina es un herbicida perteneciente a la familia de las dinitroanilinas y es un inhibidor de la polimerización de la tubulina del ensamblaje de microtúbulos. Es un inhibidor general del crecimiento, en especial de la elongación de las raíces, al bloquearse la producción adecuada de tubulina, lo que inhibe el ensamblaje adecuado de los microtúbulos, y el crecimiento cesa por no darse una adecuada división celular, produciendo la interrupció de la mitosis (Mag.go.cr., 2019).

El flazasulfuron pertenece a la familia de las sulfonilureas y es un inhibidor de la acetolactato sintetasa (ALS).es un herbicida de absorción foliar y radical, y son rápidamente transportados por la planta, tanto vía xilema como floema, con acúmulo en las regiones meristemáticas. Poco tiempo después de la aplicación la planta sufre detención del crecimiento, apareciendo la sintomatología primero en las hojas y después el resto de la planta; la planta muere tiempo después (Mag.go.cr., 2019).

Diflufenican es un herbicida de contacto, persistente, con una actividad en pre-emergencia y post-emergencia precoz de las malas hierbas, su clasificación toxicológica es “Irritante XI” y eco-toxicología es A y compatible con abejas. (Soler *et al.*, 2006).

Glifosato es una materia activa herbicida muy conocida y utilizada por su eficacia en post-emergencia de las malas hierbas anuales y también perennes, debido a su actividad sistémica. Aunque las adventicias que no estén presentes en el momento del tratamiento, no son controladas por glifosato. Es por lo que la adición de diflufenican aporta, no sólo una adecuada persistencia sobre las malas hierbas de hoja ancha todavía no nacidas, sino además un efecto complementario a la acción por contacto, a dosis moderadas, sobre las malas hierbas menos sensibles a glifosato (Soler *et al.*, 2006).

El glufosinato actúa como un inhibidor de la glutamina sintetasa, afecta directamente sobre la fotosíntesis produciendo una destrucción de la membrana y se manifiesta como una disecación de la planta (Centro de informacòes sobre paraquat, 2019).

La elección de la disposición de los tratamientos dentro de cada línea fue totalmente aleatorizada y se puede observar en las imágenes 11 y 12 respectivamente.

	PREEMERGENCIA					
L1	FLAZASULFURON	PENDIMETALINA	ISOXABEN	DIFLUFENICAN	ORIZALINA	NAPROPAMIDA
L2	ORIZALINA	FLAZASULFURON	NAPROPAMIDA	PENDIMETALINA	DIFLUFENICAN	ISOXABEN
L3	ORIZALINA	PENDIMETALINA	FLAZASULFURON	ISOXABEN	DIFLUFENICAN	NAPROPAMIDA

Imagen 11. Disposición herbicidas de pre-emergencia

	POSTEMERGENCIA							
L1	PIRAFLUFEN	DICUAT	CARFENTRAZONA	GLUFOSINATO	DIFLUFENICAN + GLUFOSATO	Ac. PERLARGÓNICO	Ac. CAPRÍLICO	Ac. PERLARG. + GLUFOSATO
L2	GLUFOSINATO	DIFLUFENICAN + GLUFOSATO	Ac. PERLARG. + GLUFOSATO	Ac. CAPRÍLICO	Ac. PERLARGÓNICO	CARFENTRAZONA	DICUAT	PIRAFLUFEN
L3	Ac. PERLARGÓNICO	DICUAT	Ac. CAPRÍLICO	Ac. PERLARG. + GLUFOSATO	CARFENTRAZONA	GLUFOSINATO	DIFLUFENICAN + GLUFOSATO	PIRAFLUFEN

Imagen 12. Disposición herbicidas de post-emergencia

Ambos tratamientos se realizaron con un equipo de mochila manual, Ironside garden IGS 16, calibrada para un volumen de caldo de 200 litros hectárea (imagen 13). El marco utilizado para el muestreo tenía una superficie de 0'2 m², las dimensiones del marco eran de 1 metro de largo por 20 centímetros de ancho (imagen 14).

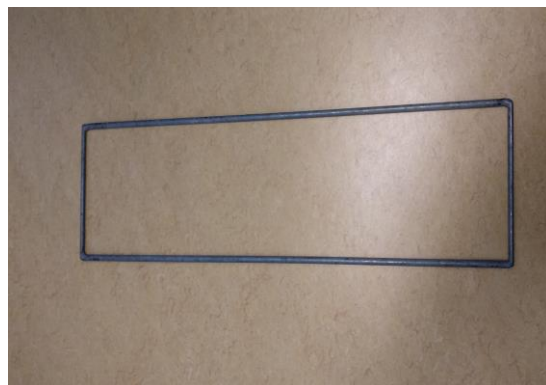


Imagen 13. Mochila manual tratamientos en campo. Imagen 14. Marco muestreo malas hierbas.

En la toma de datos en campo de los tratamientos de las malas hierbas de pre-emergencia únicamente se cuantificó de manera visual el porcentaje de suelo cubierto por las distintas especies vegetales presentes, englobándolas según el número de ejemplares en: limpio (0%), bajo nivel de infestación (1-20%), nivel medio (40-60%) y nivel de infestación muy

elevado (80-100%), que se corresponde con los valores 0, 1, 3 y 5 de la tabla 12, la evaluación se realizó a los 45 días después del tratamiento (D.D.T. 45).

valor	% suelo cubierto	COMENTARIO
0	0	LIMPIO
1	1 - 20	BAJO
2	20 - 40	
3	40 - 60	MEDIO
4	60 - 80	
5	80 - 100	MUY ELEVADO

Tabla 12. Escala utilizada para evaluar el porcentaje de suelo cubierto por malas hierbas.

En la toma de datos de post-emergencia, se realizó un análisis cuantitativo del número de las distintas especies vegetales presentes. La toma de datos se realizó en tres zonas distintas para cada tratamiento (entre cepas, centrado en un lado de la línea y otra en el otro lado de la línea).

Una vez recopilados todos los datos en campo, se analizaron mediante el programa SPSS (ver. 21) (IBM corporation, 2012).

3.5.- Trabajo en invernadero y laboratorio

En la segunda parte del estudio, realizada en el invernadero, bajo condiciones controladas y riego diario, se sembró, en macetas individuales, un capítulo de cada una de las tres especies del género *Conyza* (*C. canadensis*, *C. bonariensis* y *C. sumatrensis*), recogidos en el área de estudio de la parcela de Viñas del Vero, y se dejaron crecer (Imagen 15A).

Posteriormente se trasplantaron en macetas nuevas una plántula de cada una, hasta conseguir un total de 70 macetas de cada especie del género *Conyza*, para transcurridos unos días, tratar con los distintos herbicidas (Imagen 15B). El tratamiento se realizó cuando las hojas tocaron los bordes de las macetas, tal y como se puede observar en la imagen 15C.



Imagen 15. A) Capítulos sembrados inicialmente de las 3 especies. B) Macetas con dos plántulas recién trasplantadas. C) Plantas del género *Conyza* en el momento del tratamiento.

La aplicación de los diferentes herbicidas se realizó el 31 de Octubre de 2018, se trataron las macetas tanto para evaluar la eficacia de los herbicidas de post-emergencia, como para obtener la curva dosis-respuesta del glifosato.

Para cada especie de *Conyza*, se trataron cuatro macetas con un ejemplar de cada tipo de *Conyza*. El tratamiento se realizó con un equipo de pulverización (Imagen 16 A y B), calibrado para un volumen de caldo de 200 l/ha, en cada pasada se trataron simultáneamente las macetas correspondientes a los tres géneros de *Conyza* para que a todas les llegase la misma cantidad de tratamiento y así evitar errores.

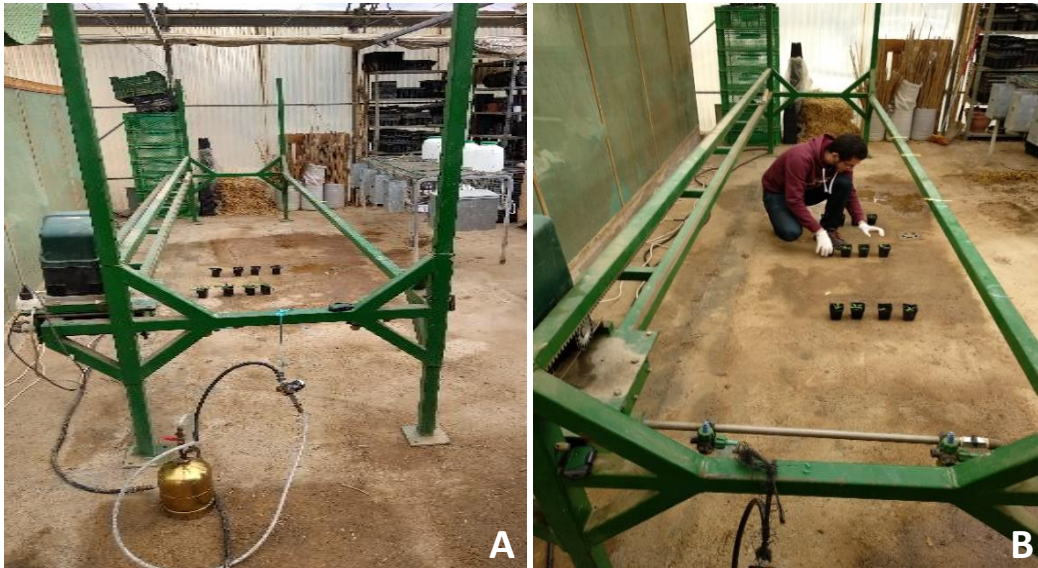


Imagen 16. A) Equipo de pulverización. **B)** Tratamiento con herbicidas de las 3 especies de *Conyza*.

La escala de evaluación de la eficacia de los herbicidas es porcentual, con valores de 0 a 100, con intervalos constantes que aumentan en progresión aritmética, y que nos indican el efecto que los distintos herbicidas han causado sobre las malas hierbas. Esta evaluación se realizó de manera visual clasificando los efectos de los herbicidas en niveles (tabla 13).

Los datos porcentuales tienen un inconveniente, no se pueden someter a análisis estadístico, a menos que se realice una transformación angular, que establezca la varianza (Martínez Buenaño, 2017).

Valor	Descripción de las categorías principales	Descripción detallada
0	Sin efecto alguno	Sin control
10		Control muy pobre
20	Efectos ligeros	Control pobre
30		Control pobre a deficiente
40		Control deficiente
50	Efectos moderados	Control deficiente a moderado
60		Control moderado
70		Control por debajo de satisfactorio
80	Efectos severos	Control satisfactorio a bueno
90		Control muy bueno a excelente
100	Efecto completo	Control total

Tabla 13. Escala porcentual de clasificación de los niveles de control de malezas del 0 al 100 (Martínez Buenaño, 2017).

3.5.1.- Ensayo de herbicidas de post-emergencia en invernadero frente a especies del género *Conyza*.

Para evaluar la eficacia de los tratamientos realizados en campo frente a las poblaciones de *Conyza*, se procedió a realizar una segunda evaluación en invernadero, para ello se empleó un testigo sin tratar y seis de los herbicidas de post-emergencia empleados en los tratamientos realizados en campo. No se realizó el tratamiento con glufosinato, ya que esta materia activa se retiró del mercado a finales de 2018, pero sí que se ha incluido el dicuat ya que en el momento del tratamiento, su utilización está permitida.

En la tabla 14, se puede consultar la relación de los herbicidas utilizados para el tratamiento, sus dosis recomendadas y la cantidad de producto utilizada, para realizar el tratamiento de las macetas.

HERBICIDA	DOSIS (cm ³ /ha)	CANTIDAD (cm ³)
GLIFOSATO	2000	1'35
Ac. PERLARGÓNICO	15000	10'1
CARFENTRAZONA	300	0'2
DICUAT	2000	1'35
Ac. CAPRÍLICO	10000	6'76
DIFLUFENICAN + GLIFOSATO	6500	4'4
Ac. PERLARGÓNICO + GLIFOSATO	12000	0'24 + 0'12

Tabla 14. Relación de los herbicidas, dosis y volumen de caldo utilizados para el tratamiento.

Cada semana después del tratamiento, y durante un periodo total de 4, se realizó una evaluación visual del efecto de los herbicidas sobre las *Conyzas* tratadas, basado en la escala de control de maleza (tabla 13).

A los 15 días después del tratamiento, se cogieron dos de las cuatro macetas tratadas con cada herbicida y se contabilizó el número de hojas, se cortó la raíz, se realizó el peso fresco y se introdujo en la estufa, en un sobre debidamente identificado, (Imagen 17) a 55°C durante una semana, para que eliminase el contenido de agua y así obtener el peso seco. Esto se repitió la cuarta semana, es decir, a los 30 días D.D.T., con las plántulas de las macetas restantes.



Imagen 17. *Conyza*s en estufa para su secado.

3.5.2.- Estudio de respuesta al glifosato.

Los modelos dosis-respuesta son modelos de regresión en los que la variable independiente es la dosis o concentración utilizada y la variable dependiente, es la respuesta o efecto. Abarcan una gama de modelos estadísticos de regresión no lineal y análisis de supervivencia paramétrico.

Para determinar el factor de resistencia al glifosato de las poblaciones de *Conyza*, es necesario calcular la cantidad de herbicida necesaria para reducir a la mitad un parámetro estudiado, en este ensayo, la biomasa (GR_{50}). Para ello, es necesario tener una población resistente y una sensible, de la cual carecemos en este estudio, por lo que no va a ser posible calcularlo (Pardo *et al.*, 2016).

Se considera que un biotipo es resistente a una determinada sustancia activa, cuando su factor de resistencia es 10 veces superior al de la población sensible (Pardo *et al.*, 2016). Por ello, estimaremos la resistencia de estas poblaciones viendo la dosis necesaria para que el efecto que esta sustancia activa cause en las poblaciones sea eficaz, en nuestro caso, frente a la dosis recomendada por el ministerio.

Para obtener la dosis-respuesta de glifosato, se realizaron seis tratamientos con este herbicida, cada uno de ellos con dosis doble de la anterior. En la tabla 15 se especifican las dosis exactas de glifosato utilizadas para el tratamiento de las *Conyza*s y la cantidad de producto que se utilizó en el pulverizador.

HERBICIDA	DOSIS (cm ³ /ha)	CANTIDAD (cm ³)
TESTIGO	0	0
GLIFOSATO	1000	0'676
GLIFOSATO	2000	1'35
GLIFOSATO	4000	2'7
GLIFOSATO	8000	5'44
GLIFOSATO	16000	10'8
GLIFOSATO	32000	21'6

Tabla 15. Relación dosis glifosato utilizadas.

Cada semana después del tratamiento, y durante un periodo total de 4, se realizó una evaluación visual del efecto de los herbicidas sobre las *Conyzas* tratadas, basado en la escala de control de maleza (tabla 13). A los 15 días después del tratamiento, se cogieron dos de las cuatro macetas tratadas con cada herbicida (Imagen 18) y se contabilizó el número de hojas, el peso fresco (sin raíz) y se introdujo en la estufa (en un sobre debidamente identificado) a 55°C durante una semana, para que eliminase el contenido de agua y así obtener el peso seco. Esto se repitió la cuarta semana, es decir, a los 30 días D.D.T., con las macetas restantes (Imagen 19).

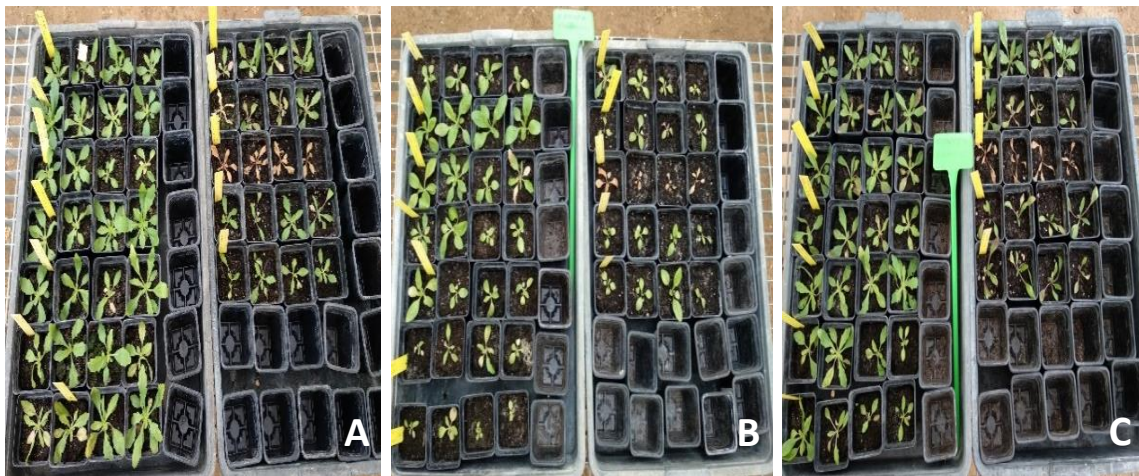


Imagen 18. A) *Conyza canadensis* a D.D.T.15. B) *Conyza sumatrensis* a D.D.T.15. C) *Conyza bonariensis* a D.D.T.15.

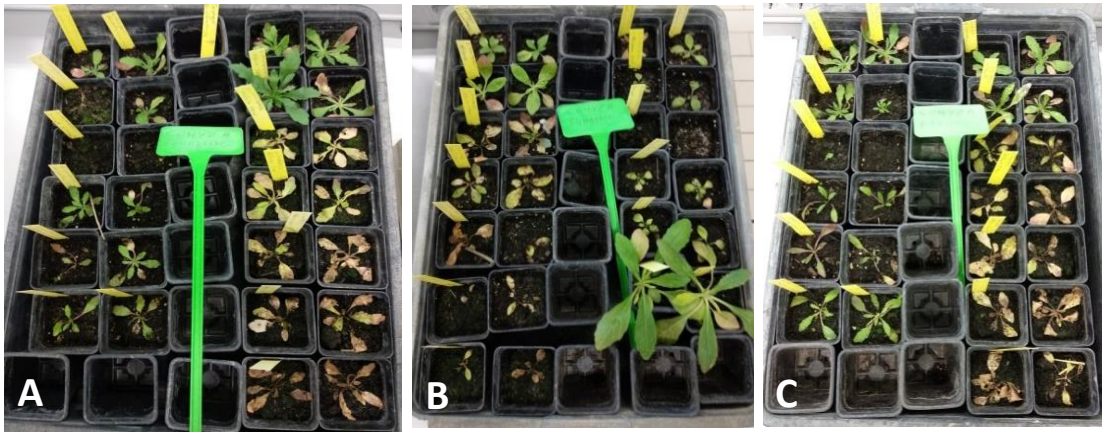


Imagen 19. A) *Conyza canadensis* a D.D.T.30. B) *Conyza sumatrensis* a D.D.T.30. C) *Conyza bonariensis* a D.D.T.30.

4- RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

4.1.- Tratamiento de pre-emergencia

En el ensayo de campo realizado en pre-emergencia, se tomaron como testigo, las poblaciones que había el día del tratamiento en cada una de las zonas evaluadas y respecto a estas condiciones iniciales, se evaluó su evolución en el tiempo.

Las malas hierbas que se encontraron durante el estudio, se pueden consultar en la tabla 16, y en ella, se pueden observar especies de verano e invierno, unas que se encuentran al principio del estudio, en los primeros muestreos, y que estaban terminando su ciclo, y otras que se observaron al final del mismo y estaban empezando su ciclo.

Esta flora es similar a la encontrada en otras zonas como las citadas por Rafael Ocete Rubio, en el año 1985, en su estudio “Contribución al conocimiento de la flora estival espontánea en un área de viñedos de la Rioja Alta” realizado en los viñedos de la Rioja Alta.

NOMBRE	FAMILIA	ANUAL / PERENNE	MONO. / DICOTILEDÓNEA
<i>Anacyclus clavatus</i> (Desf.) Pers.	ASTERÁCEAS (COMPUESTAS)	ANUAL	DICOTILEDÓNEA
<i>Avena sterilis</i> L.	POÁCEAS (GRAMÍNEAS)	ANUAL	MONOCOTILEDÓNEA
<i>Bromus rigidus</i> Roth	POÁCEAS (GRAMÍNEAS)	ANUAL	MONOCOTILEDÓNEA
<i>Calendula arvensis</i> L.	ASTERÁCEAS (COMPUESTAS)	ANUAL	DICOTILEDÓNEA
<i>Cerastium vulgare</i>	CARIOFILÁCEAS	ANUAL	DICOTILEDÓNEA
<i>Chenopodium album</i> L.	CHENOPODIÁCEAS	ANUAL	DICOTILEDÓNEA
<i>Chrozophora tinctoria</i> (L.) A. Juss.	EUFORBIÁCEAS	ANUAL	DICOTILEDÓNEA
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	CONVOLVULÁCEAS	PERENNE	DICOTILEDÓNEA
<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronq.	ASTERÁCEAS (COMPUESTAS)	ANUAL	DICOTILEDÓNEA
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronq.	ASTERÁCEAS (COMPUESTAS)	ANUAL	DICOTILEDÓNEA
<i>Conyza sumatrensis</i> (Retz.) E. Walker	ASTERÁCEAS (COMPUESTAS)	ANUAL	DICOTILEDÓNEA
<i>Diplotaxis erucoide s</i> L. (DC)	BRASICÁCEAS (CRUCÍFERAS)	ANUAL	DICOTILEDÓNEA
<i>Lactuca serriola</i> L.	ASTERÁCEAS (COMPUESTAS)	ANUAL/BIENAL	DICOTILEDÓNEA
<i>Lolium rigidum</i> Gaudin	POÁCEAS (GRAMÍNEAS)	ANUAL	MONOCOTILEDÓNEA
<i>Picris echioides</i> L.	ASTERÁCEAS (COMPUESTAS)	ANUAL	DICOTILEDÓNEA
<i>Polygonum aviculare</i> L.	POLYGONÁCEAS	ANUAL	DICOTILEDÓNEA
<i>Rumex crispus</i> L.	POLYGONÁCEAS	PERENNE	DICOTILEDÓNEA
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	POÁCEAS (GRAMÍNEA)	PERENNE	MONOCOTILEDÓNEA
<i>Torilis nodosa</i> (L.) Gaertner	APIÁCEAS (UMBELÍFERAS)	ANUAL	DICOTILEDÓNEA

Tabla 16. Malas hierbas presentes en la parcela del ensayo.

En el ensayo de pre-emergencia únicamente se estimó la presencia de malas hierbas, de manera visual, es decir, el porcentaje de suelo cubierto por ellas (Gráfico 5), ya que el inicio de este trabajo, se realizó a finales de Julio, no tomando datos en fechas anteriores, por lo que sólo se cuenta con los datos a los 45 días después del tratamiento.

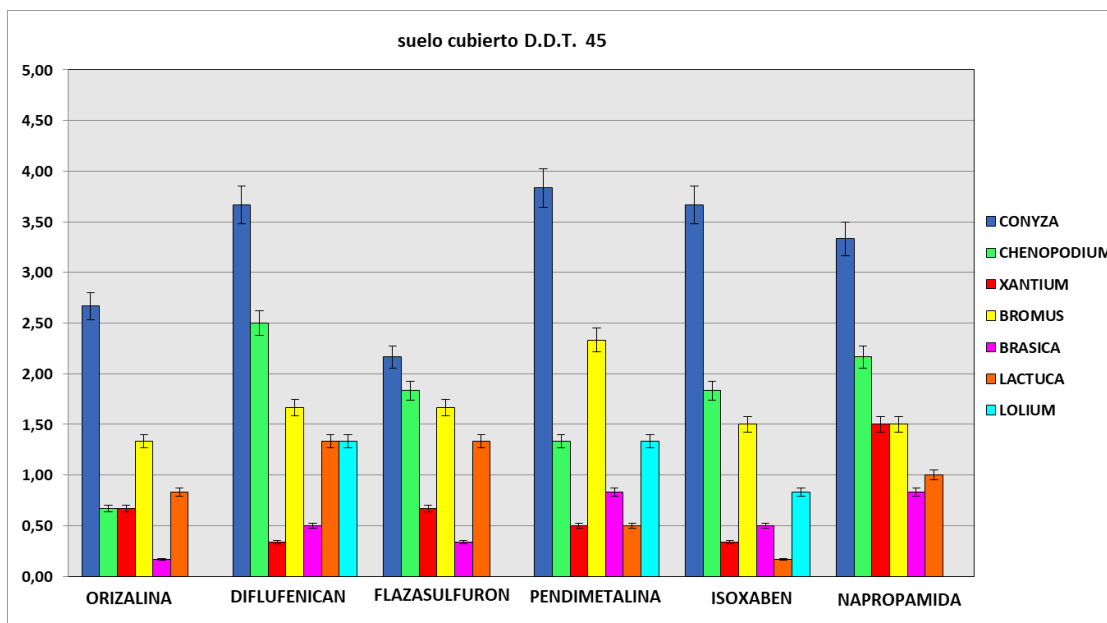


Gráfico 5. Porcentaje de suelo cubierto a los 45 D.D.T.

En el gráfico 5, se refleja el valor de suelo cubierto por las principales especies encontradas en las distintas zonas tratadas, estos valores del eje de ordenadas, están obtenidos mediante la escala de la tabla 12, previamente citada en material y métodos, en el que se muestra el porcentaje de suelo cubierto, en el que el valor 0 hace referencia a un suelo completamente libre de malas hierbas y el valor 5, a un suelo que presenta entre un 80 y el 100 % de su superficie cubierta.

Se puede observar que, efectivamente, las mayores poblaciones de malas hierbas, a los 45 días después del tratamiento de pre-emergencia, pertenecen al género *Conyza* y también se puede apreciar una alta presencia de *Bromus* y *Chenopodium*.

Al no tener una zona testigo, sin tratar, ni las poblaciones iniciales de referencia, de los distintos tratamientos, solamente se puede comentar de este gráfico, el tratamiento que aparentemente mejor ha controlado las distintas especies arvenses, como es el caso de la orizalina, o el caso del flazasulfuron, que ha controlado casi el doble las *Conyzas* que el resto de los tratamientos.

4.2.-Tratamientos de post-emergencia.

4.2.1.- En campo.

En post-emergencia, se evaluó cómo fue evolucionando la densidad de infestación en las distintas zonas tratadas, en función del herbicida empleado y del tiempo transcurrido desde la fecha de aplicación, mediante un conteo de los ejemplares presentes en cada zona de estudio.

Los datos de la tabla 17, son la media de las tres repeticiones del ensayo y de las tres tomas de datos que recopilamos de cada uno de los tratamientos que se realizaron por

repetición. Los datos que aparecen están transformados de forma que los que se representan en esta tabla, son las densidades de las distintas especies arvenses por metro cuadrado. Una vez recopilados los datos de campo, de post-emergencia, se procedió a su análisis estadístico con el programa SPSS.

TIEMPO	TRATAMIENTO	TOTAL MH	DICOTILEDÓNEAS	MONOCOTILEDÓNEAS	PERENNES	ANUALES
1	1	24,6	21,9	2,9	3,4	20,9
1	2	16,6	12,8	3,1	0,4	15,4
1	3	21,8	15,8	4,4	0,8	19,4
1	4	24,2	17,6	3	0,7	19,9
1	5	21,2	13,4	6	0,1	19,3
1	6	21,7	17,7	3,4	2,9	18,2
1	7	16,2	8,4	7	0,8	14,7
1	8	16,4	13	1,3	0,9	12,3
2	1	16,7	14,2	2,2	2	14,4
2	2	13	9,7	3,2	1,3	11,6
2	3	13,1	9,9	2,7	0,2	12,3
2	4	17,8	15,1	2	2	15,1
2	5	15,9	13	2,1	1,7	13,4
2	6	18,2	16,3	1,9	1,4	16,8
2	7	10,6	6,8	3,4	0,8	9,4
2	8	17	13,7	2,8	0,7	15,8
3	1	23,1	19,9	2,3	3,2	19
3	2	12,2	7,3	3,6	1	9,9
3	3	13,1	10,8	2,3	0	13,1
3	4	18,9	15,9	2,6	0,8	17,7
3	5	19,2	16,7	1,9	1	17,8
3	6	17,6	14,8	2,8	1,7	15,9
3	7	9,3	5,3	3,9	0,9	8,2
3	8	15,8	12	3,1	1,8	13,3
4	1	47,1	25	21,2	6	40,2
4	2	29,7	11,4	15,8	3,6	23,7
4	3	35,3	13	20,7	0,9	32,8
4	4	32,3	11,1	20,4	0,8	30,8
4	5	25,6	14	8,3	1,2	22,2
4	6	36,7	16,9	18,9	1,6	34,2
4	7	23,4	2,6	20,7	0,4	22,8
4	8	22,3	14,3	7	0,7	20,6

Tabla 17. Datos de campo de los tratamientos de post-emergencia (plantas/m²).

En la tabla 17, “tiempo 1”, hace referencia al día de tratamiento o control, “tiempo 2”, a los 15 días después del tratamiento o D.D.T. 15, “tiempo 3” a los 30 días después del tratamiento o D.D.T. 30 y “tiempo 4”, hace referencia a los 45 días después del tratamiento o D.D.T. 45. En cuanto a los tratamientos, la sustancia activa del tratamiento 1, es Ácido perlargónico, la del tratamiento 2 es carfentrazona, la del tratamiento 3 es dicuat, la del tratamiento 4 es glufosinato, la del tratamiento 5 es ácido caprílico, la del tratamiento 6 diflufenican y glifosato, la del tratamiento 7 es ácido perlargónico y glifosato y la del tratamiento 8 es diflufenican.

Las especies arvenses que se encontraron en la zona por metro cuadrado (Tabla 16), se cuantificaron numéricamente, este dato está reflejado en la columna de “TOTAL MH”, y posteriormente se agruparon según sus características en “MONOCOTILEDÓNEAS” y “DICOTILEDÓNEAS” y en “ANUALES” o “PERENNES”.

En primer lugar, se estudió la normalidad de los datos (Tabla 18), y puesto que algunos datos no cumplían las pruebas de normalidad, monocotiledóneas y perennes, se transformaron hasta que cumplieron normalidad para poder analizarlos posteriormente.

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DICOTILEDÓNEAS	,099	32	,200*	,985	32	,923
MONOCOTILEDÓNEAS	,307	32	,000	,670	32	,000
PERENNES	,196	32	,003	,805	32	,000
ANUALES	,153	32	,055	,889	32	,003

Tabla 18. Normalidad datos sin transformar.

Los cambios realizados para que cumplieren normalidad, fueron:

- PERENNES => cumple con RAIZ (dato).
- MONOCOTILEDÓNEAS => cumple con 1/(dato + 1)

Quedando los datos transformados como se aprecian a continuación en la tabla 19.

TIEMPO	TRATAMIENTO	TOTAL MH	DICOTILEDÓNEAS	MONOCOTILEDÓNEAS	PERENNES	ANUALES
1	1	24,6	21,9	0,26	1,9	20,9
1	2	16,6	12,8	0,24	0,7	15,4
1	3	21,8	15,8	0,18	0,9	19,4
1	4	24,2	17,6	0,25	0,8	19,9
1	5	21,2	13,4	0,14	0,3	19,3
1	6	21,7	17,7	0,23	1,7	18,2
1	7	16,2	8,4	0,13	0,9	14,7
1	8	16,4	13	0,43	0,9	12,3
2	1	16,7	14,2	0,31	1,4	14,4
2	2	13	9,7	0,24	1,2	11,6
2	3	13,1	9,9	0,27	0,5	12,3
2	4	17,8	15,1	0,33	1,4	15,1
2	5	15,9	13	0,32	1,3	13,4
2	6	18,2	16,3	0,35	1,2	16,8
2	7	10,6	6,8	0,23	0,9	9,4
2	8	17	13,7	0,26	0,8	15,8
3	1	23,1	19,9	0,30	1,8	19
3	2	12,2	7,3	0,22	1,0	9,9
3	3	13,1	10,8	0,30	0,0	13,1
3	4	18,9	15,9	0,28	0,9	17,7
3	5	19,2	16,7	0,35	1,0	17,8
3	6	17,6	14,8	0,26	1,3	15,9
3	7	9,3	5,3	0,20	0,9	8,2
3	8	15,8	12	0,24	1,3	13,3
4	1	47,1	25	0,05	2,4	40,2
4	2	29,7	11,4	0,06	1,9	23,7
4	3	35,3	13	0,05	0,9	32,8
4	4	32,3	11,1	0,05	0,9	30,8
4	5	25,6	14	0,11	1,1	22,2
4	6	36,7	16,9	0,05	1,2	34,2
4	7	23,4	2,6	0,05	0,7	22,8
4	8	22,3	14,3	0,13	0,8	20,6

Tabla 19. Media datos en campo corregidos para cumplir normalidad.

Una vez transformados los datos y comprobado que cumple las pruebas de normalidad (Tabla 20), se realizó el análisis de la varianza o ANOVA, para evaluar si realmente había una diferencia significativa en el control de las malas hierbas.

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DICOTILEDÓNEAS	,101	32	,200*	,985	32	,926
MONOCOTILEDÓNEAS	,152	32	,058	,934	32	,050
ANUALES	,153	32	,055	,889	32	,003
PERENNE	,152	32	,057	,949	32	,137

Tabla 20. Pruebas de normalidad post-emergencia.

El análisis de varianza (ANOVA) de un factor nos sirve para comparar varios grupos en una variable cuantitativa. Esta prueba es una generalización del contraste de igualdad de medias para dos muestras independientes. Se aplica para contrastar la igualdad de medias de tres o más poblaciones independientes y con distribución normal (Bakieva *et al.*, 2018).

Las pruebas del análisis de la varianza (ANOVA), se realizaron para ver si había una diferencia significativa entre los tratamientos realizados y durante el periodo de duración del estudio.

En la ANOVA en función del tratamiento (Tabla 21) a lo largo del estudio, dicotiledóneas y perennes, tienen un nivel de significación inferior a 0’05, lo que nos indica que hay una diferencia significativa entre los tratamientos en ambos casos, cosa que verificaremos a continuación con el test de Tukey.

ANOVA de un factor

		Suma de gl	Media	F	Sig.	
		cuadrados	cuadrática			
DICOTILEDÓNEAS	Inter-grupos	511,882	7	73,126	11,224	,000
	Intra-grupos	156,358	24	6,515		
	Total	668,240	31			
MONOCOTILEDÓNEAS	Inter-grupos	,032	7	,005	,352	,921
	Intra-grupos	,308	24	,013		
	Total	,340	31			
ANUALES	Inter-grupos	332,257	7	47,465	,841	,565
	Intra-grupos	1354,068	24	56,419		
	Total	1686,325	31			
PERENNE	Inter-grupos	4,295	7	,614	4,921	,001
	Intra-grupos	2,993	24	,125		
	Total	7,287	31			

Tabla 21. ANOVA datos post-emergencia en función del tratamiento.

Posteriormente se realizó la separación de medias (test de Tukey), para ver si hay diferencia entre los tratamientos para las distintas agrupaciones de especies arvenses y se observó que en el caso de las dicotiledóneas y de las perennes, sí que había diferencias significativas en cuanto a los tratamientos, por lo que se estudiaron más a fondo.

DICOTILEDÓNEAS

TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
7	4	5,7750			
2	4	10,3000	10,3000		
3	4		12,3750	12,3750	
8	4		13,2500	13,2500	
5	4		14,2750	14,2750	14,2750
4	4		14,9250	14,9250	14,9250
6	4			16,4250	16,4250
1	4				20,2500
Sig.		,240	,218	,362	,050

Tabla 22. Test de separación de medias para dicotiledóneas.

Para las dicotiledóneas (Tabla 22), se confirma que hay diferencias significativas en cuanto a los tratamientos realizados, siendo el tratamiento 7, de ácido perlargónico y glifosato el que mejor las ha controlado, seguido del tratamiento 2, carfentrazona.

PERENNE

TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
3	4	,5750	
7	4	,8500	
5	4	,9250	
8	4	,9500	
4	4	1,0000	
2	4	1,2000	1,2000
6	4	1,3500	1,3500
1	4		1,8750
Sig.		,078	,170

Tabla 23. Test de separación de medias para perennes.

Para las perennes (Tabla 23), se confirma que hay diferencias significativas en cuanto a los tratamientos realizados, siendo el tratamiento 3, dicuat, el que mejor las ha controlado, seguido del tratamiento 7, ácido perlargónico con glifosato, los que mejor las han controlado.

El mismo día que se realizó el tratamiento de post-emergencia, se tomaron los valores de las densidades de las distintas especies presentes en las distintas zonas estudiadas, estos datos se pueden observar en el gráfico 6. Son las densidades iniciales de nuestro ensayo, lo que utilizaremos como testigo, para evaluar cómo evolucionan con el paso del tiempo.

En el gráfico 6, se pueden observar las densidades, expresada en número de ejemplares por metro cuadrado, de las distintas especies, agrupadas según su número de cotiledones que presenta su embrión y su tipo biológico. En cada repetición se realizaron tres tiradas al azar con un marco de 0'2 m², evaluando en cada tratamiento una tirada entre cepeas y otra con la cepa centrada.

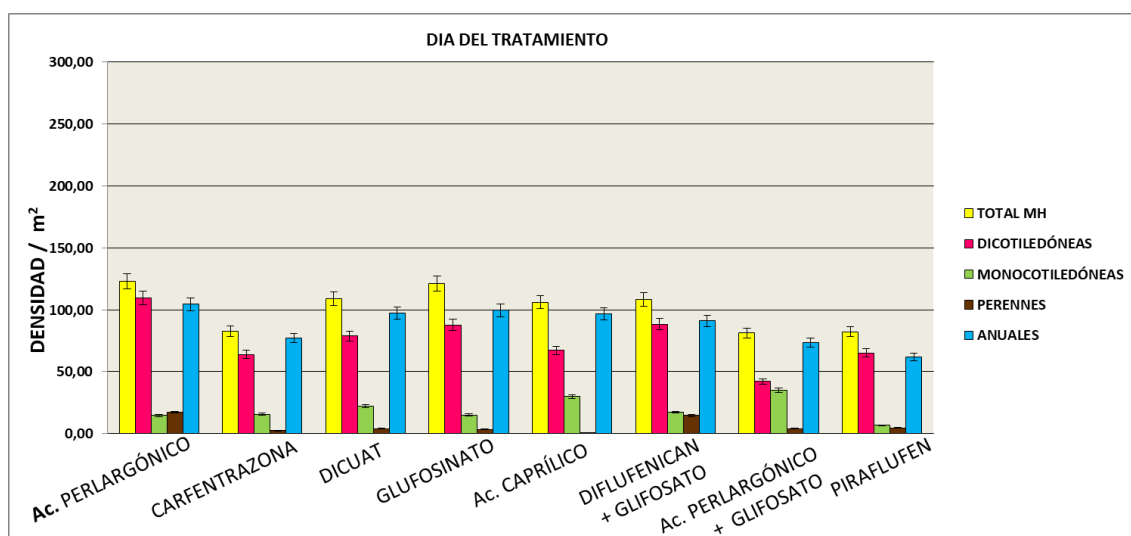


Gráfico 6. Densidad de ejemplares por metro cuadrado, el día del tratamiento (testigo).

A continuación, se va a realizar una evaluación de cómo evolucionan las densidades de especies arvenses, en función de los distintos productos utilizados en este estudio, pero no se debe olvidar, que los datos con los que se trabaja, son la media del total de las especies contabilizadas en las distintas zonas estudiadas.

El motivo de realizar este ensayo en campo, se debe a la dificultad de controlar las poblaciones del género *Conyza* de la zona, por este motivo, nos ha parecido importante evaluar cómo han controlado, los distintos tratamientos utilizados, la densidad de esta especie arvense.

4.2.1.1.- Ácido perlargónico

En el gráfico 7, se puede observar cómo han evolucionado las densidades de especies arvenses para las zonas tratadas con ácido perlargónico, este seguimiento se ha realizado el día de tratamiento, que se han tomado como las condiciones iniciales, con las que posteriormente evaluar la evolución en tres tiempos distintos, a los 15 días, a los 30 y a los 45 días.

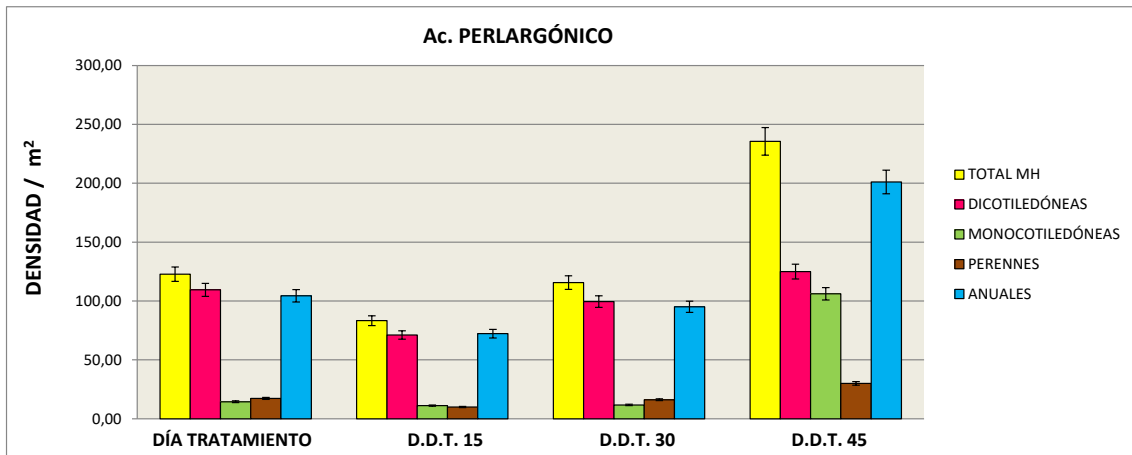


Gráfico 7. Evolución en el tiempo de la densidad de ejemplares por metro cuadrado, para ácido perlargónico.

Como se puede observar en este gráfico 7, en el recuento realizado a los 15 días del tratamiento, se aprecia un descenso de la densidad de especies arvenses, pero a los 30 días, la densidad de especies es muy parecida a la del día del tratamiento, y a los 45 días se aprecia un aumento considerable de la densidad de especies anuales y monocotiledóneas, más concretamente gramíneas.

En el caso del ácido perlargónico (Gráfico 8), se puede observar que la densidad de *Conyzas* en las zonas estudiadas, a los 45 días, se ha reducido una tercera parte, teniendo en cuenta que a los 15 y 30 días, la densidad se encontraba en torno a 1 por metro cuadrado.

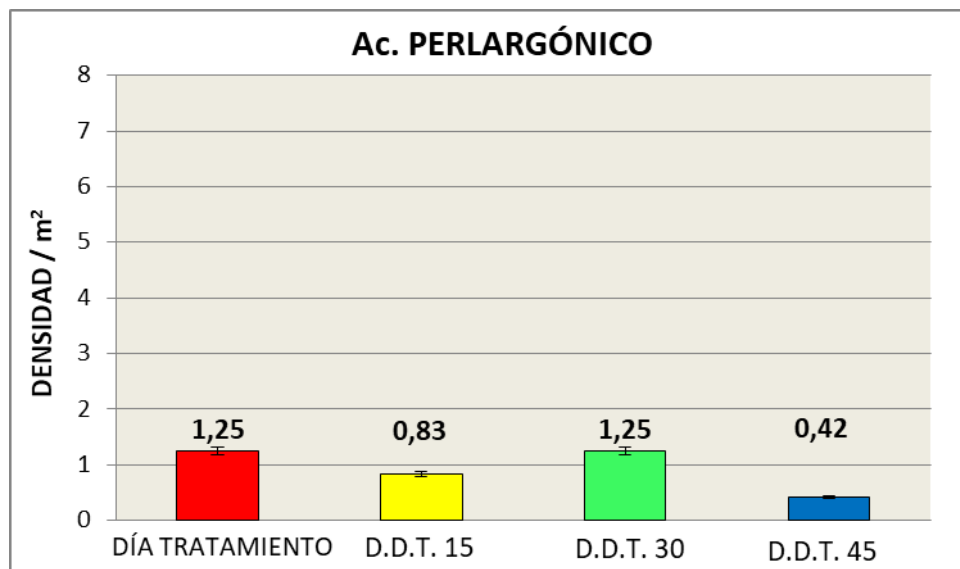


Gráfico 8. Evolución en el tiempo de la densidad de *Conyza*, para ácido perlargónico

El coste del tratamiento por hectárea de este producto ronda los 218 euros, teniendo en cuenta el precio facilitado y una dosis de tratamiento de 15 l/ha (Tabla 11). Teniendo en cuenta el coste de tratamiento, elevado, que hay que añadirle el coste del tractor y del operario, y en base a los resultados anteriores, este tratamiento no sería recomendable.

4.2.1.2.- Carfentrazona

En el Gráfico 9, se puede observar la evolución de la densidad de especies arvenses, hay un descenso de la densidad, a los 15 y 30 días después del tratamiento, pero a los 45 días después del tratamiento, se observa un aumento de la densidad de especies monocotiledóneas y anuales.

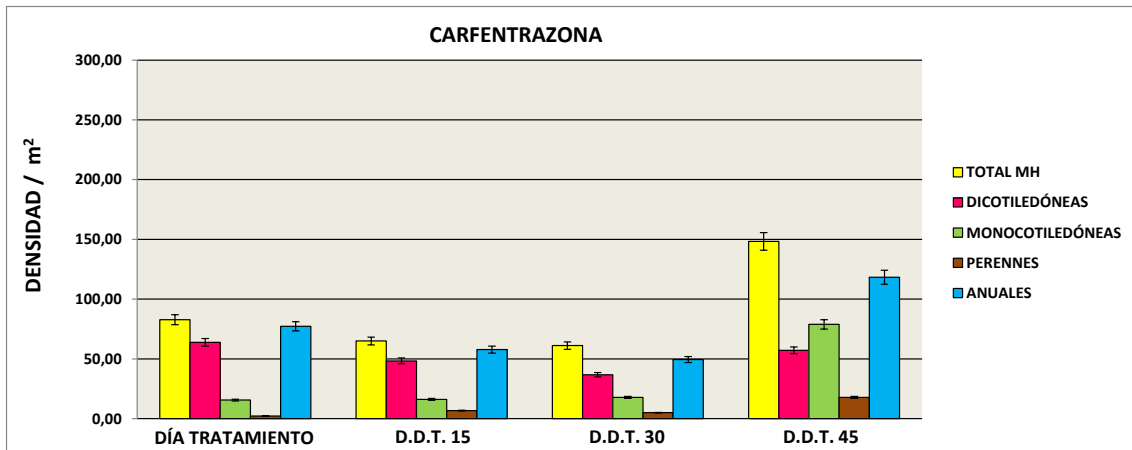


Gráfico 9. Evolución en el tiempo de la densidad de ejemplares por metro cuadrado, para carfentrazona.

Evaluando cómo ha evolucionado la densidad en el caso concreto del género *Conyza* (Gráfico 10), se observa que en las zonas tratadas con carfentrazona, a los 15 días ha descendido a la tercera parte, la densidad de estas especies y se han mantenido estos niveles, mientras ha durado el ensayo, por lo que este tratamiento es muy interesante para el control de estas malas hierbas y en general, de todas las especies, aunque en el gráfico 5, se observe un aumento de la densidad a los 45 días.

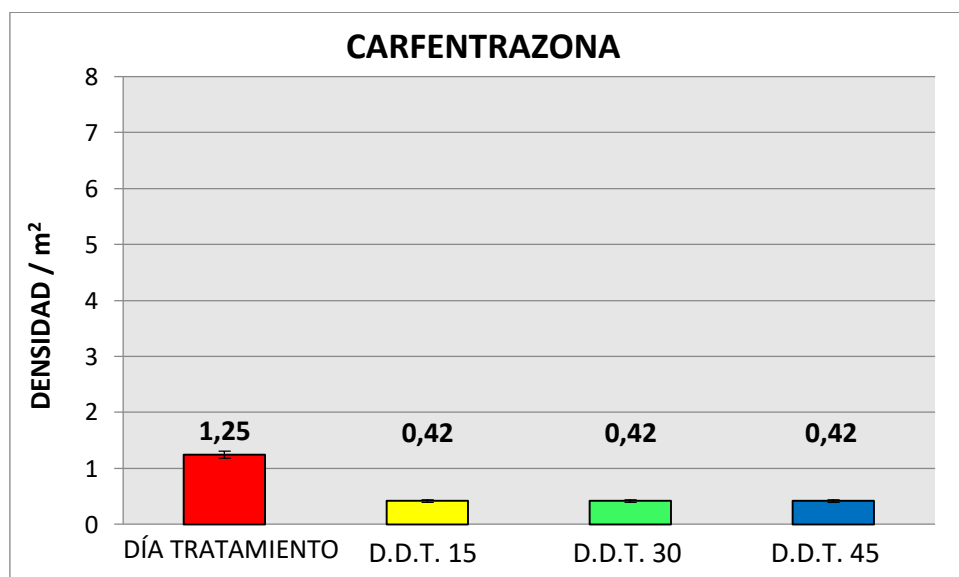


Gráfico 10. Evolución en el tiempo de la densidad de *Conyza*, para carfentrazona

En base a los resultados obtenidos, y teniendo en cuenta que el coste de tratamiento por hectárea de producto ronda los 12 euros, suponiendo una dosis de tratamiento de 0'3 L/ha y el precio facilitado (Tabla 11), sería valorable el realizar un segundo tratamiento, ya que ha reducido la densidad de las distintas especies arvenses, aunque a los 45 días, se haya producido un aumento de gramíneas, principalmente *lolium*.

4.2.1.3.- Dicuat

En el Gráfico 11, se puede observar cómo evoluciona la densidad de especies arvenses en las zonas tratadas con dicuat, se puede observar que hay un descenso considerable en los recuentos realizados a los 15 y 30 días después del tratamiento, pero a los 45 días, se observa una aumento de la densidad de especies monocotiledóneas y anuales, pertenecientes a la familia de las gramíneas.

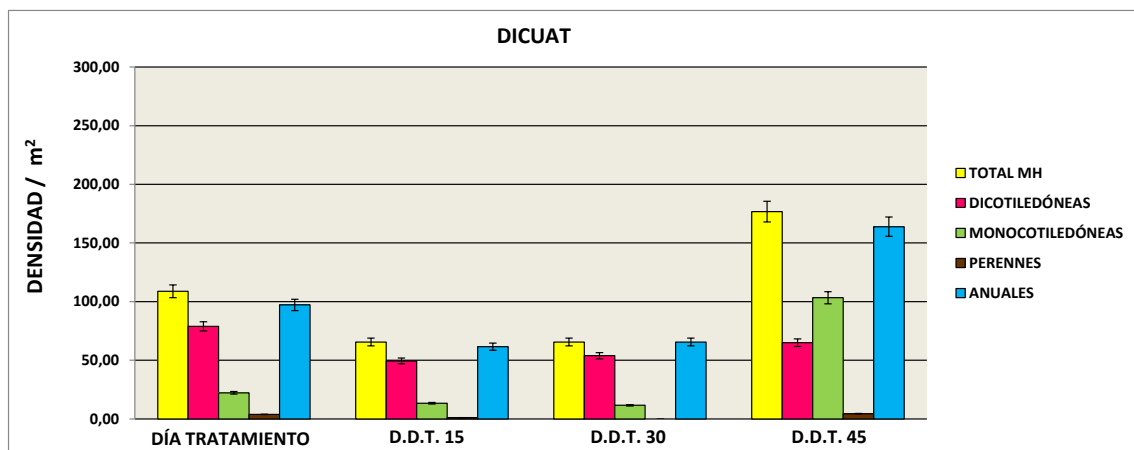


Gráfico 11. Evolución en el tiempo de la densidad de ejemplares por metro cuadrado, para dicuat.

Concretamente en el caso de la densidad de especies del género *Conyza* (Gráfico 12), de las zonas tratadas con dicuat, sucede lo mismo, hay un descenso de la densidad a los 15 y 30 días del tratamiento, pero a los 45 días, hay un aumento de la densidad, esto se debe a un rebrote de las especies persistentes en las zonas estudiadas y a la nascencia de nuevos ejemplares.

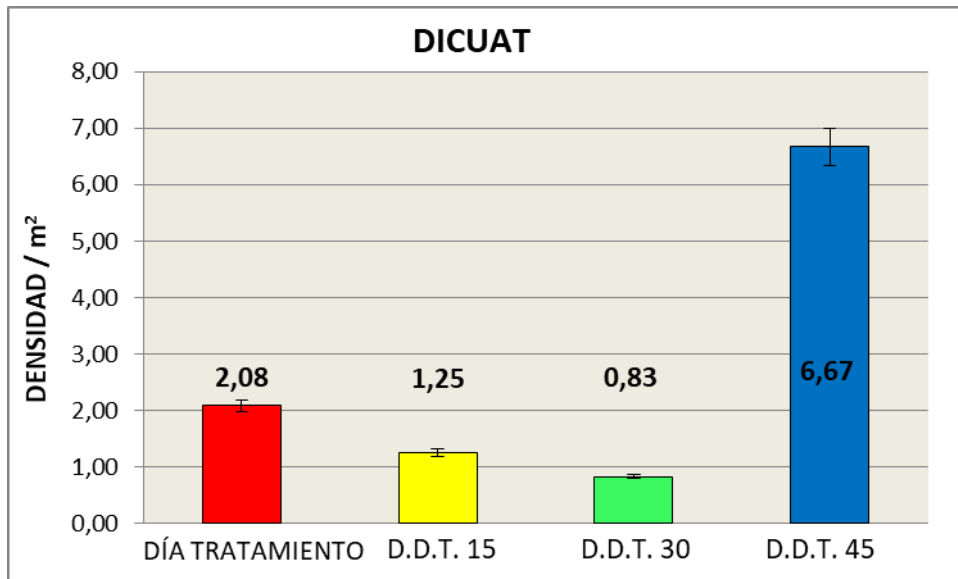


Gráfico 12. Evolución en el tiempo de la densidad de *Conyza*, para dicuat.

Este aumento a los 45 días se podría controlar, con un segundo tratamiento, de forma que se evitase el rebrote o la nascencia de nuevos ejemplares. El precio del tratamiento por hectárea de producto, ronda los 30 euros, suponiendo una dosis de tratamiento de 2 L/ha y el precio al que se compró dicho producto (Tabla 11).

4.2.1.4.- Glufosinato

En el gráfico 13, se puede observar el recuento realizado en las distintas zonas del estudio tratadas con glufosinato. La densidad de las distintas especies arvenses desciende levemente en los recuentos realizados a los 15 y 30 días, pero se observa un aumento en el realizado a los 45 días, siendo mayor en especies monocotiledóneas y anuales.

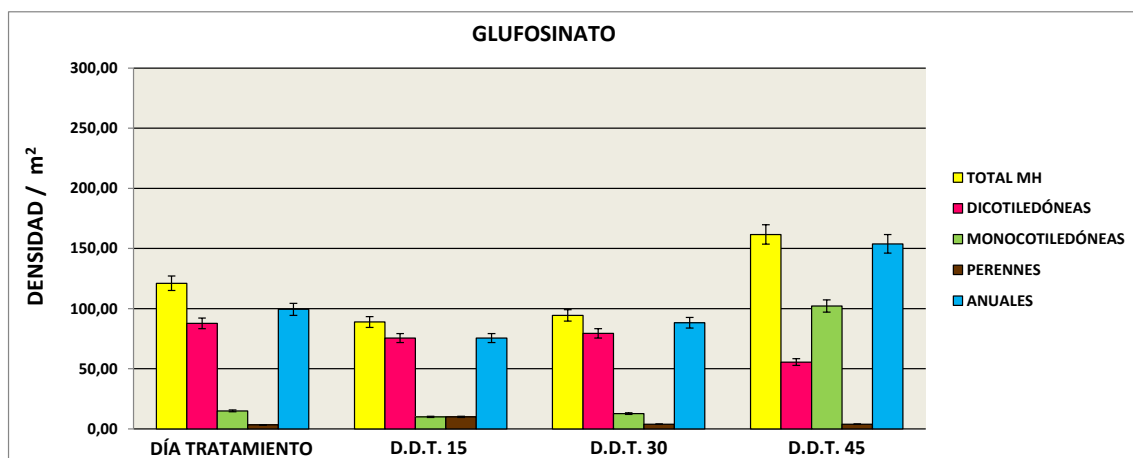


Gráfico 13. Evolución en el tiempo de la densidad de ejemplares por metro cuadrado, para glufosinato.

En los datos tomados para evaluar la evolución de la densidad de especies del género *Conyza*, realizados en las zonas tratadas con glufosinato, los resultados obtenidos (Gráfico 14),

no son los esperados, ya que la densidad, aumenta respecto a la obtenida el día tratamiento, por lo que este tratamiento no sirve para uno de los objetivos de realizar este ensayo, como es el de reducir los niveles de infestación de especies del Genero *Conyza*, y en cuanto al resto de especies arvenses, tampoco consigue controlarlas correctamente.

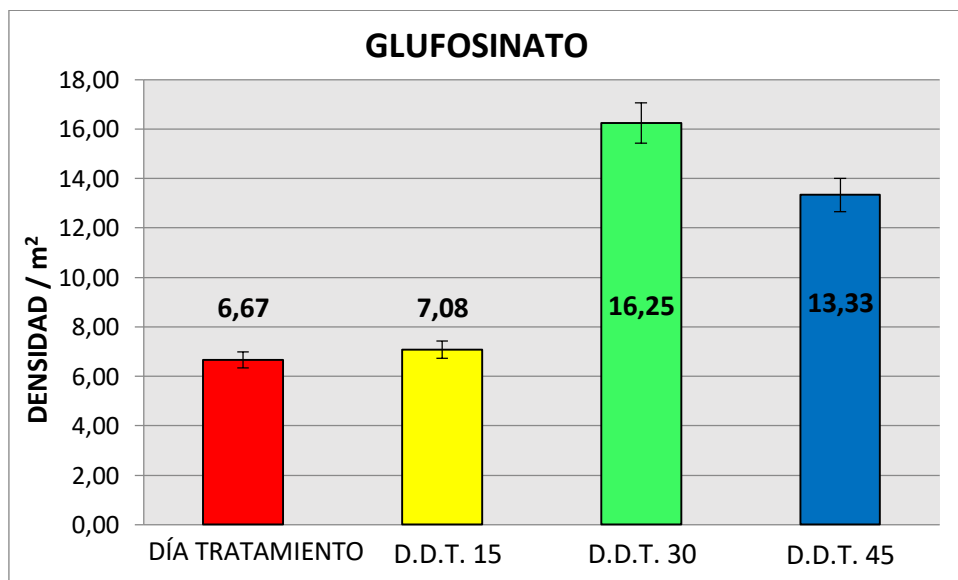


Gráfico 14. Evolución en el tiempo de la densidad de *Conyza*, para glufosinato

Si a lo mencionado en el párrafo anterior, le incluimos que el coste de tratamiento por hectárea de este producto ronda los 78 euros, suponiendo una dosis de tratamiento de 5 L/ha y el precio facilitado (Tabla 11), no sería un tratamiento que conviniese realizar.

Este resultado obtenido, no es el esperado, pues en los ensayos realizados por Álvarez Saborido, en Andalucía, en el año 2015, ha obtenido un buen control sobre las poblaciones de *Conyza*, con esta sustancia activa. Es posible que uno de los motivos de este resultado, es que nosotros tan sólo realizamos un único tratamiento y él realizase tratamientos en tres fechas distintas.

Hay que tener en cuenta que en el momento en el que se realizó la aplicación de este producto en campo, la aplicación de esta sustancia activa estaba permitida, pero se retiró del mercado a lo largo del año 2018.

4.2.1.5.- Ácido caprílico

En el gráfico 15, se observa la evolución de las densidades de las distintas especies arvenses contabilizadas en las zonas tratadas con ácido caprílico, desde el día del tratamiento y por un periodo de 45 días. Como se observa, a los 15 días del tratamiento, hay un leve descenso de las densidades, aunque a los 30 días del tratamiento, las densidades prácticamente ya han recuperado los valores del día en el que se realizó el tratamiento, y a los 45 días, se puede apreciar un aumento de las densidades de especies anuales y monocotiledóneas.

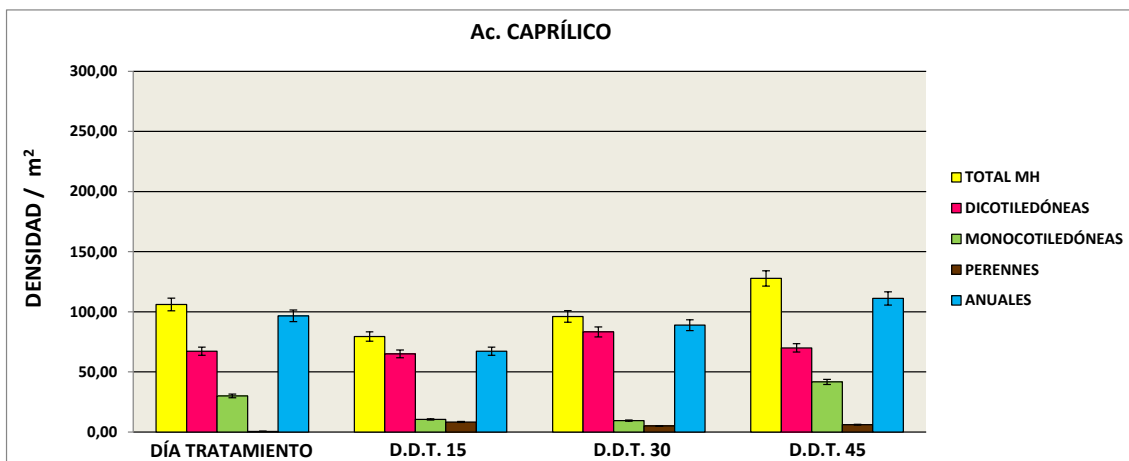


Gráfico 15. Evolución en el tiempo de la densidad de ejemplares por metro cuadrado, para ácido caprílico.

En el gráfico 16, se puede observar la evolución de la densidad de las especies del género *Conyza*, en las distintas zonas del estudio, se observa un aumento de las densidades, de hecho, a los 30 D.D.T., la densidad de estas especies se ha cuadruplicado respecto de la que había el día de tratamiento.

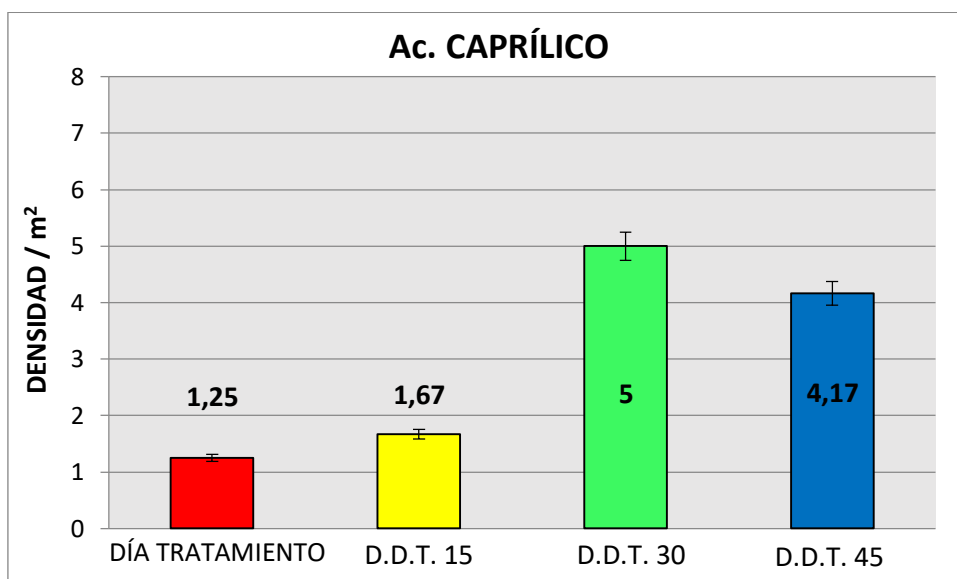


Gráfico 16. Evolución en el tiempo de la densidad de *Conyza*, para ácido caprílico.

El coste de aplicación por hectárea de este producto ronda los 90 euros, suponiendo un precio de 9 euros el litro (Tabla 11), y una dosis de 10 litros hectárea. Teniendo en cuenta el coste de aplicación del producto y la eficacia observada en los gráficos 15 y 16, este tratamiento se descartaría como tratamiento realizar, ya que hay tratamientos más económicos y con los que se han obtenido resultados más satisfactorios.

4.2.1.6.- Diflufenican + Glifosato

En el gráfico 17, se refleja la evolución de la densidad de las especies arvenses presentes en las distintas zonas en las que se ha tratado con la mezcla de diflufenican y glifosato. Se observa que la densidad decrece levemente a los 15 y 30 D.D.T. pero a los 45 D.D.T., se observa un claro aumento de la densidad de especies anuales y monocotiledóneas, es decir, gramíneas.

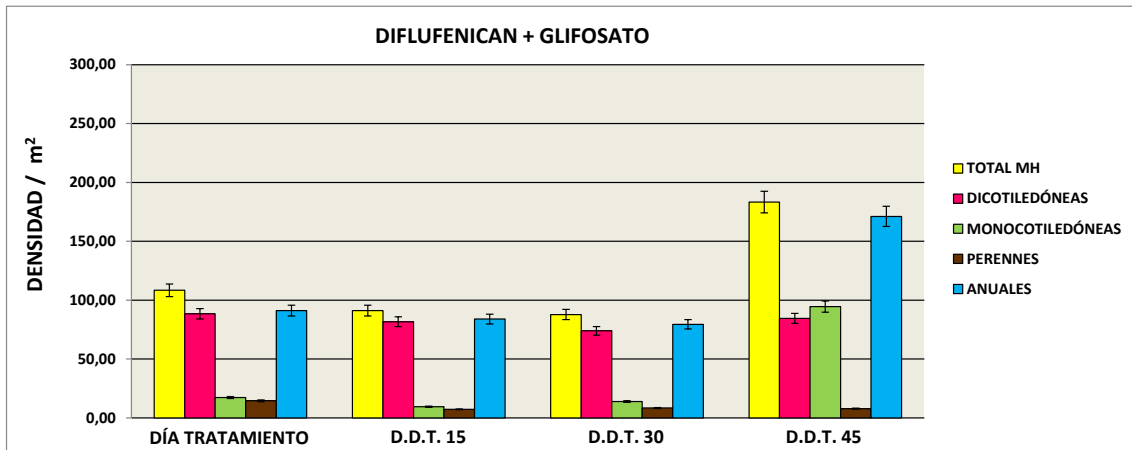


Gráfico 17. Evolución en el tiempo de la densidad de ejemplares por metro cuadrado, para diflufenican + glifosato.

En el gráfico 18, se observa la evolución de la densidad en el caso concreto de las especies del género *Conyza*, en las zonas tratadas con diflufenican y glifosato. Se observa una alta densidad inicial, que disminuye levemente a los 15 D.D.T., pero a los 30 D.D.T. se produce un claro aumento de la densidad, que se mantiene a los 45 D.D.T..

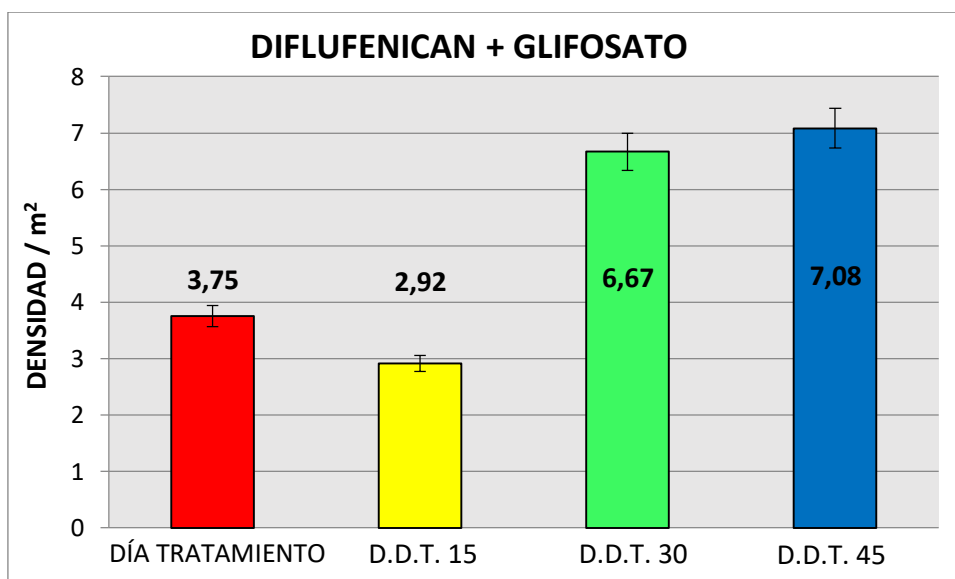


Gráfico 18. Evolución en el tiempo de la densidad de *Conyza*, para diflufenican + glifosato.

Con los resultados observados en las gráficas 17 y 18, habría que plantearse el realizar un segundo tratamiento con el objetivo de controlar las densidades, pero teniendo en cuenta que el precio del tratamiento con este producto se encuentra en torno a los 63 euros, según el precio facilitado (Tabla 11) y con una dosis de tratamiento de 6'5 litros hectárea, que es la recomendada por el ministerio, se desaconsejaría realizar el tratamiento ya que hay otros tratamientos económicamente inferiores y con un control de las densidades más satisfactorio.

4.2.1.7.- Ácido perlargónico + Glifosato

Los datos recopilados en las zonas tratadas con ácido perlargónico y glifosato (Gráfico 19), se observa que a los 15 y 30 días después del tratamiento, las densidades disminuyen notablemente, pero a los 45 días, se puede observar un aumento de la densidad de dichas especies arvenses, principalmente de anuales (azul) y monocotiledóneas (verde), esto se puede deber a un rebrote de las mismas o a la nascencia de nuevo ejemplares, por lo que para controlar estas poblaciones, sería recomendable realizar un segundo tratamiento.

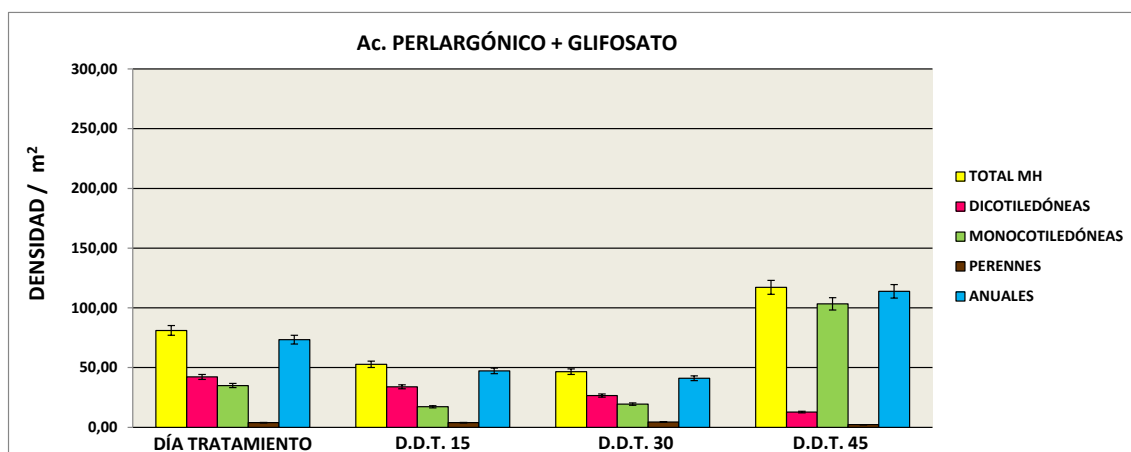


Gráfico 19. Evolución en el tiempo de la densidad de ejemplares por metro cuadrado, para ácido perlargónico + glifosato.

En el caso de las especies del género *Conyza*, de las zonas tratadas con ácido perlargónico y glifosato (Gráfico 20), se observa un pequeño descenso de la densidad de *Conyza*s a los 15 días del tratamiento, en torno a un ejemplar por metro cuadrado, pero lo realmente interesante de este tratamiento, es que en el recuento realizado a los 30 días, se observa un descenso importante de la densidad, que se mantiene en el recuento realizado en el día 45.

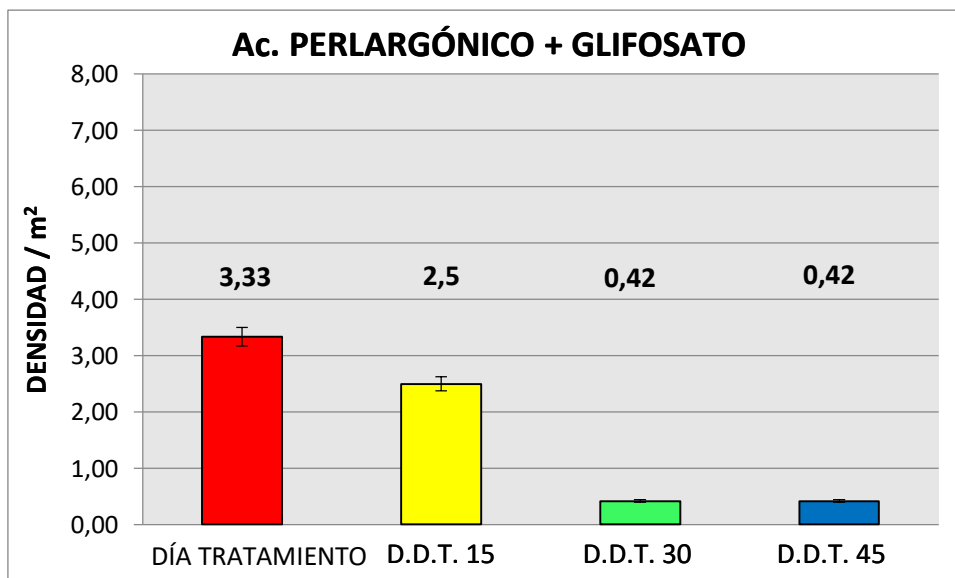


Gráfico 20. Evolución en el tiempo de la densidad de *Conyza*, para ácido perlargónico + glifosato.

Teniendo en cuenta estos resultados, lo recomendable sería realizar un segundo tratamiento, ya que en cuanto a la densidad de especies del género *Conyza*, sí que es cierto, que las ha conseguido controlar bien, pero en el caso de especies anuales y monocotiledóneas, se ha observado que hay un aumento considerable a los 45 días.

Para valorar si merece la pena realizar el segundo tratamiento, económicamente hablando, el coste del tratamiento por hectárea de producto, se encuentra rondando los 101 euros, teniendo en cuenta una dosis de tratamiento de 6'5 l/ha y el precio facilitado (Tabla 11). A este coste del producto, faltaría por añadirle el coste de la aplicación, es decir, el del operario y el tractor.

4.2.1.8.- Piraflufen

En el gráfico 21, se observa las densidades de las zonas tratadas con piraflufen. Como nos indica este gráfico, las densidades se mantienen constantes a los 15 y 30 D.D.T., y en el tiempo 45, se puede observar un leve aumento de las monocotiledóneas y de las anuales, que corresponde con un aumento de las especies pertenecientes a la familia de las gramíneas.

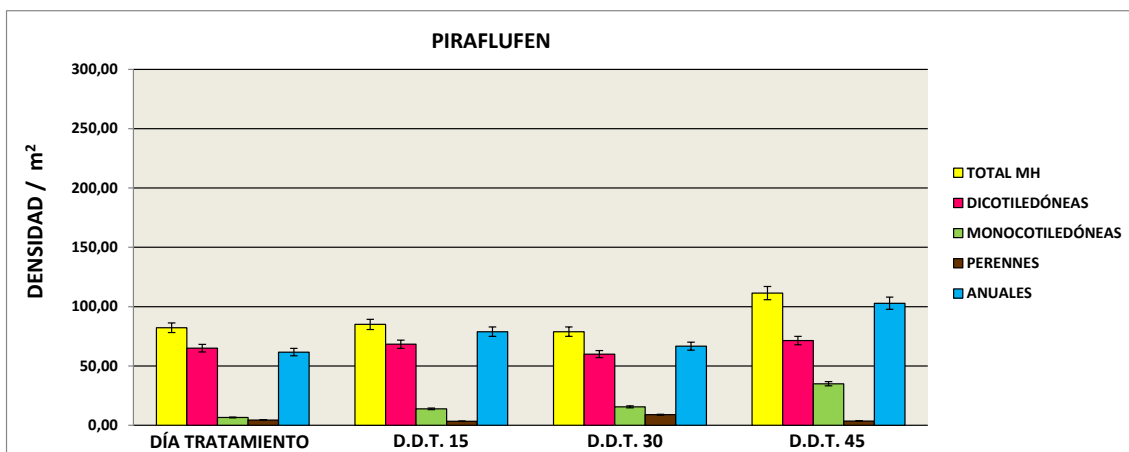


Gráfico 21. Evolución en el tiempo de la densidad de ejemplares por metro cuadrado, para piraflufen.

En el gráfico 22, se observa como ha afectado el tratamiento realizado con piraflufen, a las zonas tratadas, en el caso concreto de las especies del género *Conyza*. Se puede apreciar como a los 15 días de haber realizado el tratamiento, la densidad de especies por metro cuadrado ha descendido notablemente con respecto al día de tratamiento, pero a los 30 D.D.T., se observa que aumenta la densidad de ejemplares encontrados en las zona, pero donde realmente de aprecia un gran aumento de la densidad es a los 45 D.D.T., con una densidad superior a siete ejemplares por metro cuadrado.

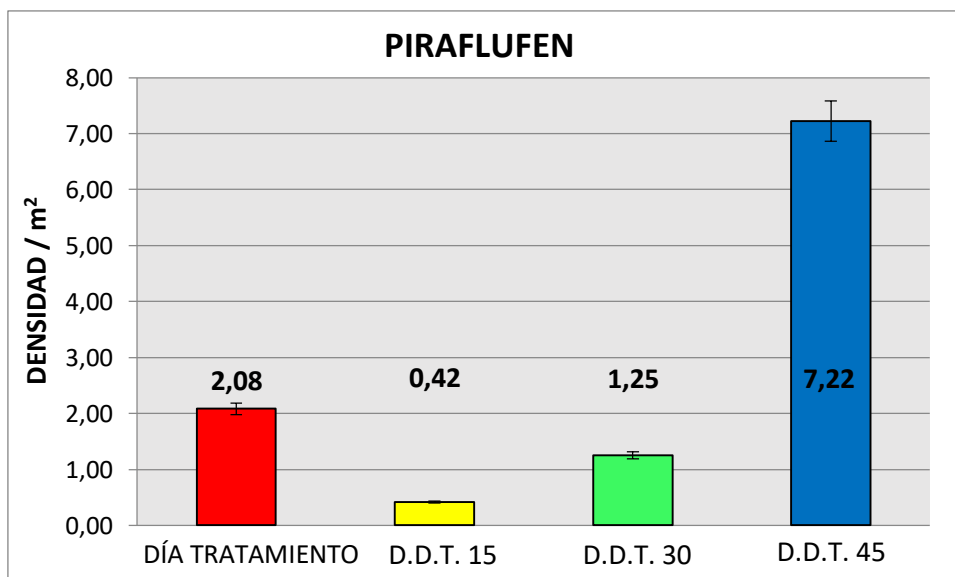


Gráfico 22. Evolución en el tiempo de la densidad de *Conyza*, para piraflufen.

Teniendo en cuenta estos resultados, sería recomendable realizar un segundo tratamiento a los 15 días, para terminar de controlar la densidad con el objetivo de evita el aumento que se produce a los 45 D.D.T.. A la hora de valorar la viabilidad de este segundo tratamiento, habría que tener en cuenta que el coste de tratamiento por hectárea de este producto ronda los 16'35 euros, teniendo en cuenta una dosis de 0'3 L /ha, y el precio facilitado (Tabla 11).

4.2.2.- Tratamiento en el invernadero:

Una segunda parte del estudio se realizó en el invernadero bajo condiciones controladas de riego, temperatura y humedad, para poder corroborar el resultado obtenido en campo con los herbicidas utilizados.

Se evaluaron dos aspectos, la eficacia de los herbicidas de post-emergencia utilizados en campo y un segundo estudio con glifosato a diferentes dosis, cada una doble que la anterior. Ambos evaluados frente a un testigo.

4.2.2.1.- Herbicidas post-emergencia

En el invernadero, el tratamiento se realizó con los herbicidas de post-emergencia cuya aplicación estaba permitida, los productos de post-emergencia utilizados en campo (Tabla 14).

Para corroborar los resultados obtenidos en campo, se realizaron varias evaluaciones visuales de los efectos de estos herbicidas en distintos tiempos después del tratamiento (semanalmente). Esta evaluación visual se realizó conforme a los parámetros de la tabla 13.

Observamos en la tabla 24, que los efectos de los herbicidas sobre las *Conyzas*, a la semana del tratamiento, la mayoría son ligeros, es decir, han tenido un control pobre sobre ellas, a excepción de la carfentrazona, que ha realizado un control moderado (deficiente) y del dicuat, que ha tenido un control total sobre las *Conyzas* (Imagen 20), pero hay que destacar un rebrote en *C. bonariensis* (Imagen 21).

	CONYZA CANADENSIS		CONYZA SUMATRENSIS		CONYZA BONARIENSIS	
	EFECTO	VALOR	EFECTO	VALOR	EFECTO	VALOR
GLIFOSATO 2 L/ha	LIGERO	20	LIGERO	20	LIGERO	20
AC. PERLARGÓNICO	LIGERO	20	LIGERO	20	LIGERO	20
CARFENTRAZONA	MODERADO	40	MODERADO	40	MODERADO	40
DICUAT	COMPLETO	100	COMPLETO	100	COMPLETO	100 *
AC. CAPRÍLICO	LIGERO	20	LIGERO	20	LIGERO	20
DIFLUFENICAN	LIGERO	20	LIGERO	20	LIGERO	20
AC. PERLARGÓNICO + GLIFOSATO	LIGERO	20	LIGERO	20	LIGERO	20

Tabla 24. Efecto herbicidas a la semana del tratamiento.



Imagen 20. Efectos Dicuat a 7 D.D.T.



Imagen 21. Rebrote de *Conyza bonariensis* a 7 D.D.T.

Este resultado también lo observó Álvarez Saborido, en su estudio sobre el control de *Conyza* y *Lolium* resistente al glifosato, llevado a cabo en Andalucía, en el año 2015, en el cual también obtuvo un buen control de las poblaciones, que al igual que sucede en nuestro estudio, sufrieron rebrotes, y el profesor José María Urbano, de la universidad de Sevilla, también ha constatado la eficacia de dicuat en el control de *Conyza* (Marchal, 2007).

A las dos semanas del tratamiento (Tabla 23), se puede observar que el efecto de los herbicidas ha aumentado en general ligeramente pero aún no ha realizado un control satisfactorio sobre las poblaciones.

Se podría destacar que en *C. bonariensis*, la carfentrazona ha realizado un “control moderado” de ellas, pero no llega a ser satisfactorio, además del dicuat, que las ha controlado desde la primera semana, aunque tuvo el rebrote en *C. bonariensis*.

	CONYZA CANADENSIS		CONYZA SUMATRENSIS		CONYZA BONARIENSIS	
	EFEECTO	VALOR	EFEECTO	VALOR	EFEECTO	VALOR
GLIFOSATO 2 L/ha	LIGERO	30	MODERADO	40	LIGERO	30
AC. PERLARGÓNICO	LIGERO	30	LIGERO	30	LIGERO	30
CARFENTRAZONA	MODERADO	40	MODERADO	50	MODERADO	60
DICUAT	COMPLETO	100	COMPLETO	100	COMPLETO	100
AC. CAPRÍLICO	LIGERO	20	LIGERO	30	LIGERO	30
DIFLUFENICAN	LIGERO	30	LIGERO	20	MODERADO	40
AC. PERLARGÓNICO + GLIFOSATO	LIGERO	20	LIGERO	20	LIGERO	20

Tabla 25. Efecto de los herbicidas a las dos semanas del tratamiento.

A los 15 días después haber realizado la evaluación visual del efecto de los herbicidas (Tabla 25), se cogió la mitad de las *Conyzas* de cada especie, se les cortó la raíz, se contó el número de hojas y se pesaron en una balanza de precisión (Imagen 22), los resultados que se observan en la tabla 24.

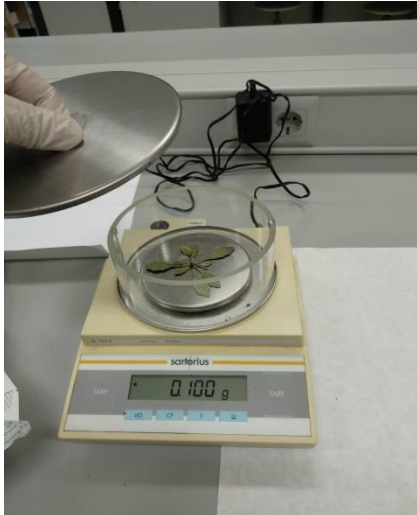


Imagen 22. Peso en la balanza de precisión.



Imagen 23. Conyzas en la estufa

	C.CANADENSIS			C. SUMATRENSIS			C. BONARIENSIS		
	Nº HOJAS	P.FRESCO	P. SECO	Nº HOJAS	P.FRESCO	P. SECO	Nº HOJAS	P.FRESCO	P. SECO
TESTIGO	14,5	0,71	0,1155	8	0,2645	0,044	10	0,33	0,0455
AC. PERLARGÓNICO	11	0,3965	0,0585	4,5	0,127	0,015	7	0,3095	0,0425
GLIFOSATO 2 L/ha	7	0,1865	0,0315	8,5	0,3525	0,0615	12	0,4805	0,08
CARFENTRAZONA	12	0,395	0,0905	6	0,157	0,026	7,5	0,158	0,0265
DICUAT	6,5	0,077	0,028	4,5	0,0685	0,0235	5,5	0,322	0,0705
AC. CAPRÍLICO	9,5	0,332	0,0545	5,5	0,167	0,0205	12	0,604	0,0785
DIFLUFENICAN	8	0,252	0,039	5,5	0,259	0,029	6	0,264	0,0385
AC. PERLARG. + GLIFOSATO	9	0,3965	0,0375	16,5	1,669	0,186	8	0,396	0,085

Tabla 26. Pesos a los 15 días después del tratamiento.

En la Tabla 26, se cuantificó el “peso fresco” y a la semana, se volvió a pesar, este resultado está expresado en la tabla como “peso seco”, durante esta semana, las *Conyzas* se estuvieron secando en una estufa a 45°C, en sobres debidamente identificados, para reducir al máximo la presencia de agua (Imagen 23). Cabe destacar que los valores que aparecen en la tabla, son la media de los ejemplares examinados.

En la tercera semana o 21 D.D.T. (Tabla 27), se volvió a evaluar el efecto de los herbicidas sobre las *Conyzas* restantes conforme a los criterios de la tabla 9 y como en la semana anterior, se aprecia un leve aumento del efecto de los herbicidas sobre las *Conyzas* tratadas, pero sin ser ninguno de ellos satisfactorio, a excepción del dicuat, cuyo efecto se hizo visible en la primera evaluación.

	CONYZA CANADENSIS		CONYZA SUMATRENSIS		CONYZA BONARIENSIS	
	EFEECTO	VALOR	EFEECTO	VALOR	EFEECTO	VALOR
GLIFOSATO 2 L/ha	MODERADO	50	MODERADO	50	MODERADO	40
AC. PERLARGÓNICO	MODERADO	40	MODERADO	40	LIGERO	30
CARFENTRAZONA	MODERADO	40	MODERADO	50	MODERADO	60
DICUAT	COMPLETO	100	COMPLETO	100	COMPLETO	100
AC. CAPRÍLICO	LIGERO	20	MODERADO	50	LIGERO	30
DIFLUFENICAN	MODERADO	40	MODERADO	40	MODERADO	60
AC. PERLARGÓNICO + GLIFOSATO	MODERADO	40	MODERADO	40	MODERADO	40

Tabla 27. Efecto de los herbicidas a la tercera semana del tratamiento.

A la cuarta semana del tratamiento o D.D.T. 30, se evaluaron las *Conyzas* restantes, según los criterios de la tabla 9, cuyos resultados se observan en la tabla 28, estos datos tendrían que asimilarse con los datos obtenidos en campo.

	CONYZA CANADENSIS		CONYZA SUMATRENSIS		CONYZA BONARIENSIS	
	EFEECTO	VALOR	EFEECTO	VALOR	EFEECTO	VALOR
GLIFOSATO 2 L/ha	MODERADO	60	MODERADO	60	MODERADO	60
AC. PERLARGÓNICO	MODERADO	40	MODERADO	60	MODERADO	40
CARFENTRAZONA	MODERADO	50	MODERADO	60	MODERADO	60
DICUAT	COMPLETO	100	COMPLETO	100	COMPLETO	100 *
AC. CAPRÍLICO	LIGERO	30	MODERADO	60	MODERADO	40
DIFLUFENICAN	MODERADO	40	MODERADO	60	MODERADO	60
AC. PERLARGÓNICO + GLIFOSATO	MODERADO	50	MODERADO	60	MODERADO	50

Tabla 28. Efecto de los herbicidas a la cuarta semana del tratamiento.

Estos resultados realizados en el invernadero, con los herbicidas de post-emergencia seleccionados para este estudio, nos muestran que a excepción del dicuat, ninguno de ellos consigue controlar satisfactoriamente las poblaciones de *Conyza*.

Este resultado no es el esperado, ya que en lo observado en campo, algunos de estos herbicidas utilizados sí que han conseguido controlar las densidades de estas especies arvenses, por lo que se esperaba un mejor control, que el observado.

Esto puede deberse a los capítulos utilizados para esta segunda parte, realizada en el invernadero, ya que estos se recogieron en la zona en la que se realizaron los tratamientos de nuestro estudio, por lo que estos capítulos son de especies, que no se han conseguido controlar con los tratamientos realizados. Este puede ser uno de los motivos, por los que los resultados obtenidos, no concuerdan con los realmente esperados.

Este mismo día es decir, a las cuatro semanas del tratamiento, al igual que en el D.D.T. 15, se contó el número de hojas que presentaban las poblaciones de *Conyzas* restantes y su peso (Tabla 29).

	C.CANADENSIS			C. SUMATRENSIS			C. BONARIENSIS		
	Nº HOJAS	P.FRESCO	P. SECO	Nº HOJAS	P.FRESCO	P. SECO	Nº HOJAS	P.FRESCO	P. SECO
TESTIGO	14	0,647	0,102	8	0,292	0,041	11,5	0,567	0,0695
Ac. PERLARGÓNICO	11	0,3775	0,0755	8	0,1935	0,043	14	0,6995	0,1
GLIFOSATO 2 L/ha	7,5	0,2995	0,059	9	0,5325	0,092	8,5	0,458	0,0785
CARFENTRAZONA	8	0,199	0,042	5	0,154	0,0245	12	0,3665	0,05
DICUAT	4	0,1805	0,04	3,5	0,1345	0,027	3	0,0795	0,0155
Ac. CAPRÍLICO	8,5	0,255	0,041	5,5	0,242	0,028	6	0,2515	0,029
DIFLUFENICAN	7	0,282	0,0405	6,5	0,165	0,0245	8,5	0,3675	0,0645
Ac. PERLARG. + GLIFOSATO	6,5	0,329	0,047	14,5	2,3655	0,484	8,5	0,455	0,0665

Tabla 29. Pesos a los 30 días después del tratamiento

Estos resultados no concuerdan con los obtenidos en campo, ya que para la mayoría de los herbicidas utilizados, a la tercera semana después del tratamiento, el control sobre las *Conyzas* era mayor del que el observado con este segundo ensayo realizado en el invernadero.

En el caso de la carfentrazona, sí que hemos visto una evolución en cuanto al efecto tanto en campo (Gráfico 10) como en el invernadero, que es el que mejor ha controlado las

Conyzas después del dicuat. Este herbicida, el dicuat, sí que se tiene en cuenta a la hora de los resultados, pero carece de interés, de cara a recomendarlo, ya que el plazo para su retirada del mercado, vencía el 4 de Mayo de 2019.

En el caso del ácido perlargónico con glifosato, se puede observar que a los 15 días del tratamiento (Gráfico 20), el control de la densidad disminuyó, pero en los momentos de evaluaciones posteriores, D.D.T. 30 y D.D.T. 45, sí que se observa un descenso considerable de la densidad y este continua en el tiempo.

De hecho, este tratamiento de ácido perlargónico con glifosato, es junto con la carfentrazona y el tratamiento de ácido perlargónico sólo, los únicos que no necesitarían realizar una segunda aplicación, para controlar estas especies.

Pero no es tan sencillo elegir la sustancia activa adecuada, ya que además de la eficacia que esta haya tenido a la hora de controlar las poblaciones, hay que tener en cuenta otros aspectos, que son igual de importantes, ya que no debemos olvidar que la aplicación de estos herbicidas tiene asociado una componente económica, el coste del herbicida en sí (Tabla 28), y el coste de la aplicación del herbicida y el número de aplicaciones a realizar.

Ya que un herbicida puede tener un coste por aplicación superior a otro pero si en lugar de hacer una segunda aplicación, basta con una, ya que mantiene su efecto en el control de la densidad, puede resultar más económico aunque su coste por hectárea sea mayor.

4.2.2.2.- Glifosato

Para confirmar que las *Conyzas* no se controlan a la dosis de glifosato recomendada, destacar que la utilizada en campo es de 2 litros por hectárea, se realizó un estudio en el invernadero, bajo condiciones controladas, con seis dosis de glifosato (Tabla 15), cada una doble que la anterior, para las tres especies de *Conyza* presentes en la zona del estudio. Esto se evaluó en cuatro momentos distintos, a la semana, a las dos, a las tres y a las cuatro semanas después del tratamiento, para ver los efectos de las distintas dosis del glifosato utilizadas.

A la semana de realizar el tratamiento con las distintas dosis, se evaluó visualmente el efecto que estas habían tenido sobre las tres poblaciones de *Conyza* estudiadas. Esta evaluación se realizó, al igual que en el apartado anterior, según los criterios de la tabla 13.

El resultado de esta primera evaluación visual, se puede consultar en la tabla 30, en la que se observa que en los tratamientos inferiores a 16 litros por hectárea, el nivel de control en las tres poblaciones es ligero, valores con un puntaje de 20-30, este resultado era esperado, ya que el glifosato al ser un inhibidor de la EPSPS, necesita tiempo para que sus efectos se manifiesten.

	CONYZA CANADENSIS		CONYZA SUMATRENSIS		CONYZA BONARIENSIS	
	EFECTO	VALOR	EFECTO	VALOR	EFECTO	VALOR
GLIFOSATO 1 l/ha	LIGERO	20	LIGERO	20	LIGERO	20
GLIFOSATO 2 l/ha	LIGERO	20	LIGERO	20	LIGERO	20
GLIFOSATO 4 l/ha	LIGERO	30	LIGERO	30	LIGERO	30
GLIFOSATO 8 l/ha	LIGERO	30	LIGERO	30	LIGERO	30
GLIFOSATO 16 l/ha	MODERADO	40	MODERADO	40	MODERADO	40
GLIFOSATO 32 l/ha	MODERADO	40	MODERADO	40	MODERADO	40

Tabla 30. Evaluación visual del efecto del glifosato a la semana del tratamiento.

A las dos semanas del tratamiento con glifosato, se realizó una segunda evaluación visual de los efectos del glifosato sobre las poblaciones de *Conyza* tratadas (Tabla 31).

	CONYZA CANADENSIS		CONYZA SUMATRENSIS		CONYZA BONARIENSIS	
	EFECTO	VALOR	EFECTO	VALOR	EFECTO	VALOR
GLIFOSATO 1 l/ha	LIGERO	20	LIGERO	20	LIGERO	30
GLIFOSATO 2 l/ha	LIGERO	30	MODERADO	40	LIGERO	30
GLIFOSATO 4 l/ha	MODERADO	40	MODERADO	40	MODERADO	40
GLIFOSATO 8 l/ha	MODERADO	40	MODERADO	40	MODERADO	50
GLIFOSATO 16 l/ha	MODERADO	60	MODERADO	50	MODERADO	50
GLIFOSATO 32 l/ha	SEVERO	70	MODERADO	50	MODERADO	50

Tabla 31. Evaluación visual del efecto del glifosato a las dos semanas del tratamiento.

Visualmente, a los 15 días se puede apreciar en *C. canadensis*, en el tratamiento con una dosis de 32 litros por hectárea, el efecto del glifosato es severo, lo que indica que ha habido un control, pero que aún no es satisfactorio, y con una dosis de 16 litros por hectárea, se puede apreciar un control moderado sobre las macetas tratadas.

A los 15 días del tratamiento, después de haber realizado la evaluación visual, se procedió, en el laboratorio, a cuantificar dos de los cuatro ejemplares de cada especie de *Conyza*, para ello se cortó el sistema radicular de cada ejemplar, se contabilizó el número de hojas y el peso fresco de cada ejemplar. Posteriormente se colocaron en sobres, debidamente identificados y se metieron en una estufa a 45°C, durante una semana, para eliminar por completo el contenido en agua, y así obtener el peso seco. Todos estos datos, son se encuentran detallados en la tabla 32.

	C.CANADENSIS			C. SUMATRENSIS			C. BONARIENSIS		
	Nº HOJAS	P.FRESCO	P. SECO	Nº HOJAS	P.FRESCO	P. SECO	Nº HOJAS	P.FRESCO	P. SECO
GLIFOSATO 1 l/ha	13	0,6205	0,089	8	0,803	0,131	14	0,6955	0,11
GLIFOSATO 2 l/ha	7	0,1865	0,0315	8,5	0,3525	0,0615	12	0,4805	0,08
GLIFOSATO 4 l/ha	16,5	0,818	0,1585	5,5	0,1645	0,0395	8	0,2895	0,05
GLIFOSATO 8 l/ha	10	0,6615	0,102	6,5	0,142	0,024	11,5	0,6965	0,1155
GLIFOSATO 16 l/ha	10	0,3955	0,0735	6,5	0,1505	0,021	6	0,169	0,0225
GLIFOSATO 32 l/ha	16	0,6305	0,1205	5,5	0,0455	0,009	6,5	0,1225	0,0235

Tabla 32. Pesos *Conyza*-glifosato a los 15 días del tratamiento.

Con los resultados de la tabla 30 (Peso seco), se calculó la biomasa con respecto del testigo, para las tres especies de *Conyza*, y se analizaron con el programa estadístico R, los resultados son los que se aprecian en el gráfico 23.

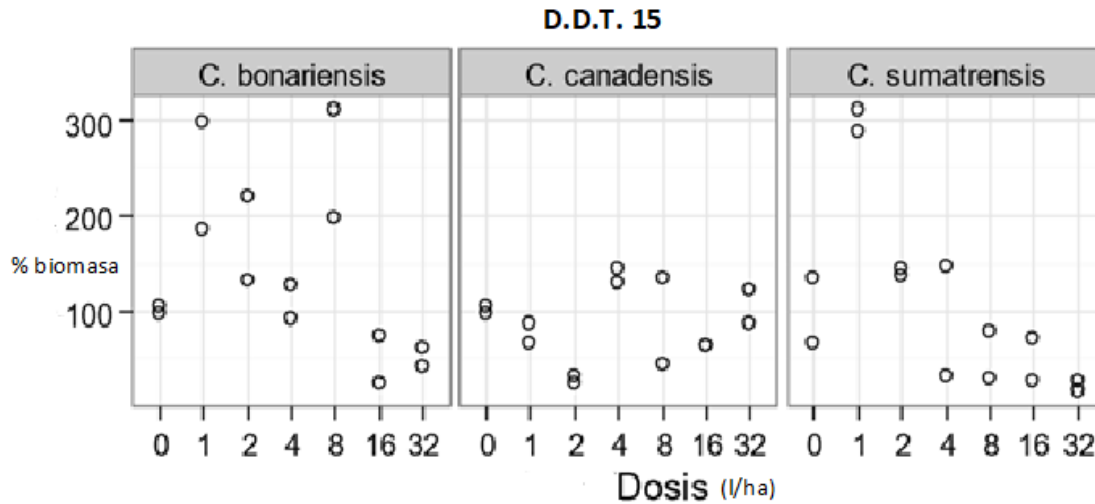


Gráfico 23. Biomasa poblaciones *Conyzas* a 15 D.D.T.

Los resultados de estas gráficas nos muestran unos datos confusos, ya que en *C. canadensis*, se puede observar que en el tratamiento con una dosis de 32 litros por hectárea, los resultados son superiores al testigo o en *C. sumatrensis* y *C. bonariensis*, con una dosis de 1 litro por hectárea, la mitad que la recomendada, presenta una biomasa del trescientos por cien respecto de la del testigo.

A las tres semanas del tratamiento, se volvió a evaluar visualmente el efecto del tratamiento con glifosato sobre las poblaciones de *Conyza* restantes (Tabla 33) y se puede observar que en *C. canadensis*, en el tratamiento realizado con una dosis de 32 litros por hectárea, es satisfactorio, con un puntaje de 80, y en el resto de los ejemplares tratados, con dosis de 16 y 32 litros por hectárea, ya se observan efectos severos en su control. Mientras que en dosis entre 2-8 litros por hectárea, los efectos visuales del tratamiento son moderados, pero en ningún caso, llegan a ser satisfactorios.

	CONYZA CANADENSIS		CONYZA SUMATRENSIS		CONYZA BONARIENSIS	
	EFEECTO	VALOR	EFEECTO	VALOR	EFEECTO	VALOR
GLIFOSATO 1 l/ha	LIGERO	30	LIGERO	30	LIGERO	30
GLIFOSATO 2 l/ha	MODERADO	50	MODERADO	50	MODERADO	40
GLIFOSATO 4 l/ha	MODERADO	60	MODERADO	60	MODERADO	50
GLIFOSATO 8 l/ha	MODERADO	60	MODERADO	60	MODERADO	60
GLIFOSATO 16 l/ha	SEVERO	70	SEVERO	70	SEVERO	70
GLIFOSATO 32 l/ha	SEVERO	80	SEVERO	70	SEVERO	70

Tabla 33. Evaluación visual del efecto del glifosato a las tres semanas del tratamiento.

A las cuatro semanas del tratamiento, se evaluó visualmente el efecto de las distintas dosis sobre los ejemplares restantes (Tabla 34), en la que se puede observar que a dosis de 8-32 litros por hectárea, los ejemplares de las tres especies de *Conyza* han sufrido efectos severos, con control satisfactorio y muy bueno, con valores de 80-90 y con los ejemplares tratados con una dosis de 4 litros hectárea, han obtenido efectos severos sobre los ejemplares, pero por debajo del satisfactorio.

	CONYZA CANADENSIS		CONYZA SUMATRENSIS		CONYZA BONARIENSIS	
	EFECTO	VALOR	EFECTO	VALOR	EFECTO	VALOR
GLIFOSATO 1 l/ha	MODERADO	40	MODERADO	40	MODERADO	40
GLIFOSATO 2 l/ha	MODERADO	60	MODERADO	60	MODERADO	60
GLIFOSATO 4 l/ha	SEVERO	70	SEVERO	70	SEVERO	70
GLIFOSATO 8 l/ha	SEVERO	80	SEVERO	80	SEVERO	80
GLIFOSATO 16 l/ha	SEVERO	80	SEVERO	90	SEVERO	90
GLIFOSATO 32 l/ha	SEVERO	90	SEVERO	90	SEVERO	90

Tabla 34. Evaluación visual del efecto del glifosato a las cuatro semanas del tratamiento.

Estos resultados, teniendo en cuenta que la dosis teórica a la que el glifosato tendría que controlar las malas hierbas es de 2 l/ha, nos hace preguntarnos si realmente las poblaciones presentes en la parcela de Viñas del Vero, en la que se realizó el estudio, son resistentes a esta materia activa, ya que el control satisfactorio lo ha realizado con dosis superiores a 8 litros hectárea, pero al carecer de una especie sensible con la que comparar los resultados, no se puede afirmar si realmente son resistentes, pero sí se pueden considerar potencialmente resistentes ya que durante años, no han sido capaces de controlarlas.

A los 30 días, también se realizó un control en el laboratorio como a los 15 días, un control cuantitativo de los ejemplares que quedaban de las tres especies de *Conyzas*. Se volvió a repetir el mismo procedimiento, se cortó la raíz de los ejemplares, se pesaron en fresco y una vez pesados, se metieron en la estufa en sobres debidamente identificados durante una semana, tras la cual se volvieron a pesar y cuyos resultados se pueden observar en la tabla 35.

	C.CANADENSIS			C. SUMATRENSIS			C. BONARIENSIS		
	Nº HOJAS	P.FRESCO	P. SECO	Nº HOJAS	P.FRESCO	P. SECO	Nº HOJAS	P.FRESCO	P. SECO
GLIFOSATO 1 l/ha	17	1,3505	0,2245	10	0,6885	0,131	11,5	0,508	0,0705
GLIFOSATO 2 l/ha	7,5	0,2995	0,059	9	0,5325	0,092	8,5	0,458	0,0785
GLIFOSATO 4 l/ha	8,5	0,4045	0,0715	6,5	0,373	0,065	7	0,305	0,059
GLIFOSATO 8 l/ha	8,5	0,49	0,112	4,5	0,172	0,0405	7	0,429	0,0885
GLIFOSATO 16 l/ha	6,5	0,3075	0,0685	3	0,099	0,014	9,5	0,4245	0,1015
GLIFOSATO 32 l/ha	7	0,271	0,051	4,5	0,087	0,0195	6	0,5	0,092

Tabla 35. Pesos *Conyza*-glifosato a los 30 días del tratamiento.

Con los resultados de la tabla 35 (peso seco), se calculó, como a los 15 días, la biomasa de los ejemplares de cada dosis de tratamiento con respecto del testigo y se analizaron mediante el programa R. Los resultados se plasmaron en el gráfico 24.

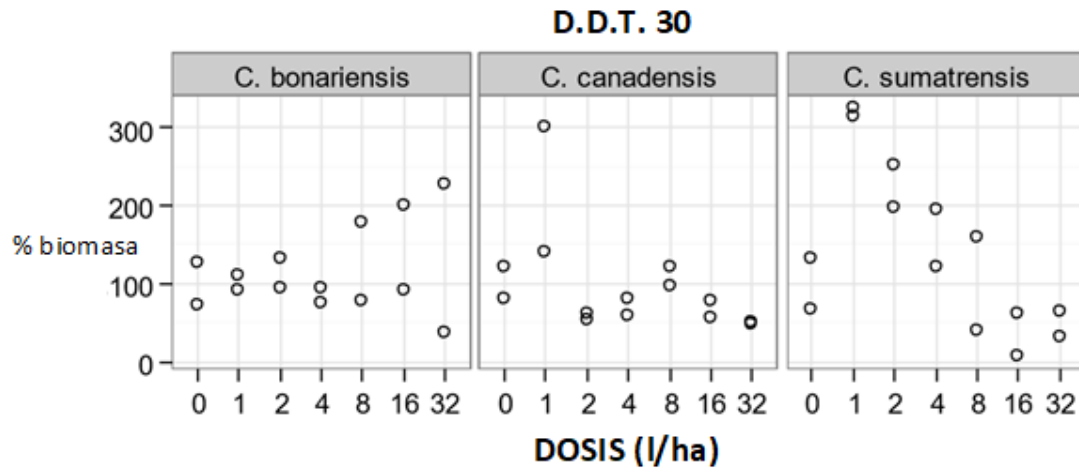


Gráfico 24. Biomasa poblaciones *Conyzas* a 30 D.D.T.

Los resultados del gráfico 24, tienen una desviación enorme, que se aleja mucho de la esperada, ya que no es lógico que en *Conyza bonariensis*, a dosis de 8, 16 y 32 litros por hectárea, haya ejemplares cuya biomasa ronde el doscientos por cien respecto del testigo o como en el caso de *Conyza sumatrensis*, que los ejemplares tratados con una dosis de un litro por hectárea, tengan ambos un porcentaje en biomasa con respecto del testigo superior al trescientos por cien, o como en el caso de los ejemplares tratados con dosis de 2, 4 y 8 litros por hectárea, que su biomasa también se encuentre por encima de la del testigo, que son ejemplares que no han sido tratados con ninguna dosis por lo que debería tener mayor biomasa que los tratados con la sustancia activa.

Con los datos observados anteriormente, se intentó, con el programa R, sacar las curvas de dosis-respuesta para las distintas especies de *Conyza* del ensayo (Gráfico 25). Se puede observar que en caso de *Conyza bonariensis*, la curva si que se ajusta a la forma de la curva, pero en el caso de *Conyza sumatrensis*, la pendiente de la curva es muy horizontal y en el caso de *Conyza canadensis*, a una dosis de 8 litros por hectárea, sufre un punto de inflexión y en lugar de disminuir, aumenta, este resultado no tiene ninguna lógica.

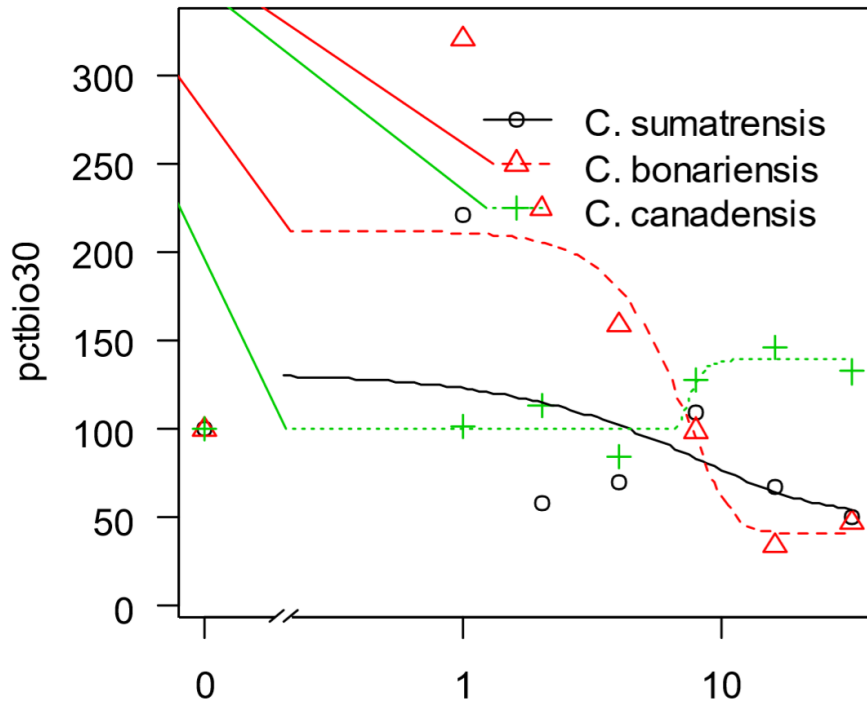


Gráfico 25. Dosis-respuesta glifosato.

Hay estudios realizados en California (Moretti *et al.*, 2013) que para conseguir controlar el 50 % de la población, se ha necesitado aplicar una dosis 20 veces mayor que la necesaria para controlar la sensible. En estudios realizados en la península ibérica, como el realizado en 2005 por el profesor Urbano en Sevilla, en el que se constata un factor de resistencia cercano a 10. Destacar que este es el primer caso descrito en Europa de resistencia de glifosato en Europa (Torres *et al.*, 2005).

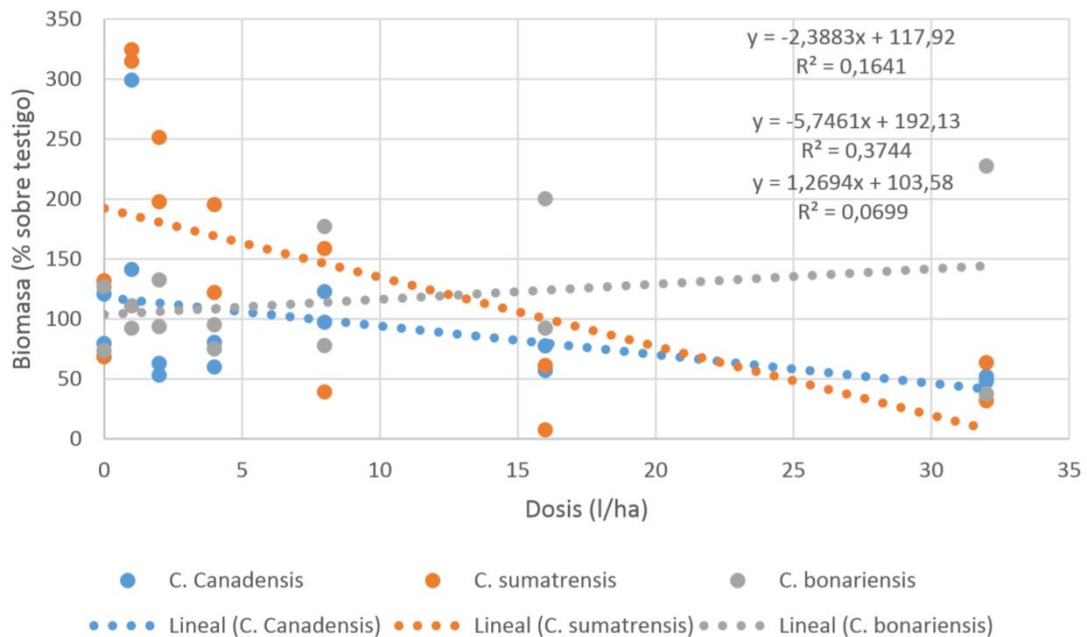


Gráfico 26. Ecuaciones lineales biomasa

Según los datos recopilados en mi estudio, en el caso de *C. bonariensis*, cuya ecuación lineal que se ajusta a los datos es " $Y = 1'2694 X + 103'58$ " (Gráfico 26), se obtiene que la dosis necesaria para reducir la biomasa a la mitad es 16'78 Litros por hectárea, un valor elevado, teniendo en cuenta que la dosis recomendada de glifosato se encuentra en 2 L / ha.

En este estudio, al carecer de una población sensible con la que comparar estos resultados, no se puede concretar el factor de resistencia a esta sustancia activa, pero si tenemos en cuenta la problemática existente en el campo y los malos resultados obtenidos en el control, de estos resultados se deduce que las dosis para un control adecuado serían muy superiores a las dosis recomendadas, se puede afirmar que es una especie potencialmente resistente.

En el caso de *Conyza canadensis*, la ecuación lineal que se ajusta es " $Y = -2'3883 X + 117'92$ " (Gráfico 26), teniendo en cuenta esta ecuación, se obtiene que la dosis necesaria para reducir la biomasa a la mitad (WG_{50}), es de 13'78 litros por hectárea.

Es la dosis más baja de las tres especies de *Conyza* encontradas en la parcela, pero a su vez, es casi 7 veces mayor a la fijada por el ministerio. Esto junto al hecho de que esta especie no se ha podido controlar en años anteriores, nos plantea la posibilidad de que sean especies potencialmente resistentes, por lo que hay que tratarlas con otras sustancias activas a las que no hayan desarrollado resistencia.

Por último, en el caso de la especie *C. sumatrensis*, en el gráfico 26, se puede observar que su ecuación lineal es " $Y = -5'7461 X + 192'13$ ", de esta ecuación lineal y conforme a los datos evaluados, se obtiene que la dosis necesaria reducir la biomasa de esta especie arvense a la mitad es de 16'034 litros hectárea.

5.- Conclusiones

En pre-emergencia, se observó una escasa eficacia de los herbicidas y una presencia abundante de especies del género *Conyza*, entre otras. Al carecer de un testigo o de las poblaciones iniciales con las que poder comparar los resultados, sólo se puede afirmar que en las zonas tratadas con Flazasulfuron u orizalina, las densidades observadas son inferiores respecto al resto de las zonas tratadas. Probablemente una aplicación más temprana y con el suelo completamente desnudo, habría proporcionado una mayor eficacia de los herbicidas.

En post-emergencia, la eficacia de los herbicidas ha sido mayor, esto se debe a que los herbicidas, algunos al ser de contacto, las han controlado mejor, pero se puede observar que entre los 30 y los 45 días después del tratamiento, hay un aumento bastante significativo de las especies arvenses, bien por rebrote o por nuevos ejemplares, por lo que se recomienda una segunda aplicación, para terminar de controlar las poblaciones.

Hay herbicidas como la carfentrazona, el dicuat o el piraflufen, que han controlado de manera aceptable las poblaciones de especies arvenses, incluidas las del género *Conyza* y su aplicación, económicamente hablando es interesante, pero se recomendaría realizar un segundo tratamiento con el objetivo de controlar la aparición de nuevos individuos al final del verano.

Hay otros herbicidas que no han sido capaces de controlar satisfactoriamente la densidad de especies arvenses presentes en las zonas estudiadas y económicamente hablando, su aplicación no sería recomendable, como es el caso del glufosinato, del ácido caprílico, del ácido perlargónico y de la mezcla de diflufenican con glifosato.

Otros por el contrario, han realizado un buen control sobre las especies arvenses presentes en las zonas estudiadas, incluidas el género *Conyza*, pero económicamente hablando, su aplicación no sería rentable, como es el caso de la mezcla de ácido perlargónico con glifosato.

A la hora de escoger un tratamiento, hay que tener en cuenta varios factores, entre ellos, el coste del tratamiento y la eficacia que este ha tenido para controlar las poblaciones de malas hierbas, y si tenemos un problema con una especie en concreto, como es este caso, género *Conyza*, habría que tener en cuenta la evolución en el tiempo de las especies arvenses en general y del género *Conyza* en particular, ya que estos herbicidas suelen tener un efecto "desecante", y en general se pueden producir posteriores rebrotes o la nascencia de nuevos ejemplares.

En cuanto a las pruebas realizadas en invernadero, hay algunas sustancias activas, que visualmente han conseguido controlar las poblaciones satisfactoriamente, como es el caso de dicuat, que a la semana de haber realizado el tratamiento, ha sido capaz de controlar totalmente las poblaciones de *Conyza*, pero habría que destacar que en *Conyza bonariensis*, sufrió un rebrote. El resto de las sustancias activas, no consiguieron controlar satisfactoriamente las poblaciones de coniza durante el ensayo.

En cuanto a los tratamientos con las distintas dosis de glifosato realizado en el invernadero, se observa que con las dosis recomendadas, el control sobre las especies no ha llegado a ser satisfactorio. Con dosis de 16 y 32 litros por hectárea se ha conseguido causar efectos severos sobre los ejemplares utilizados, pero no con dosis inferiores, lo que nos hace preguntarnos si realmente el tratamiento reiterado durante años con la misma materia activa, ha causado que estos ejemplares desarrollen resistencia a este tratamiento.

BIBLIOGRAFÍA:

- Agrodrone, (2018). Zonificación de suelo de cultivo mediante sensores de magnetismo geofísico. Documento interno. Pag. 19
- Álvarez Saborido, A. (2015). Control de "Conyza y Lolium" resistente a glifosato. In XV Congreso de la Sociedad Española de Malherbología: La Malherbología y la transferencia tecnológica: Sevilla, 19-22 octubre 2015, 67-77. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural.
- Amaro, I., Romano, Y., Mendoza, F., & Osuna, M. D. (2017). Prospección de especies de malas hierbas del género Conyza, respuesta a glifosato y caracterización molecular en zonas de Extremadura. In Mercedes Royuela Hernando y Ana Zabalza Aznárez (editoras): XVI Congreso de la Sociedad Española de Malherbología: actas. Pamplona-Iruña, 25-27 octubre, 2017. Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa, 2017.. Universidad Pública de Navarra/Nafarroako Unibertsitate Publikoa.
- Amat, A. G. (1991). Revisión y enfoque quimiosistemático de las especies argentinas del género Conyza Less., con especial referencia al grupo C. albida-C. bonariensis-C. floribunda (Asteraceae-Astereae) (Doctoral dissertation, Facultad de Ciencias Naturales y Museo).
- Badía Villas, D., Martí i Dalmau, C., Cuchí Oterino, J. and Casanova Gascón, J. (2006). Los Suelos de los viñedos en la Denominación de Origen Somontano (Vol. 8). 1st ed. Prensas de la Universidad de Zaragoza.
- Bakieva, M., González, J. & Jornet, J. (2018). SPSS: ANOVA de un Factor. [ebook] Available at: https://www.uv.es/innomide/spss/SPSS/SPSS_0702b.pdf [Accessed 19 Feb. 2019].
- Calderón, S., & Mas, E. (2005). Alternativas químicas para el control de poblaciones de Conyza bonariensis resistentes a glifosato. In Malherbología ibérica y magrebí: soluciones comunes a problemas comunes (pp. 583-592). Universidad de Huelva.
- Centro de información sobre paraquat (2019). Modo de acción: Cómo actúan los herbicidas | Paraquat Information Center. [online] Paraquat.com. Available at: <https://paraquat.com/es/datos/modo-de-accion-como-actuan-los-herbicidas> [Accessed 16 Apr. 2019].
- Centro de Sanidad y Certificación Vegetal (2013). Índice de herbicidas autorizados por cultivos. [ebook] Available at: http://www.unavarra.es/herbario/docs/herbicidas_autorizados_2013.pdf [Accessed 12 Mar. 2019].
- CPRH (2015). La resistencia de las malas hierbas a los herbicidas. [ebook] Available at: <http://semh.net/resistencia-a-herbicidas/> [Accessed 18 Jan. 2019].

- De Prado JL, Osuna MD, Heredia A, De Prado R. (2005). *Lolium rigidum*, a pool of resistance mechanisms to ACCase inhibitor herbicides. *J Agric Food Chem*; 53:2185–91.
- Dorado, J., Cabello, F., Martín, J., Campos, D., San Martín, C., Andújar, D., Saiz, R., Alarcón, M. & Fernández-Quintanilla, C. (2017). Adaptación de la flora arvense a diferentes sistemas de gestión del suelo en un viñedo de la Comunidad de Madrid.
- Fernandez, P., Alcantara, R., Menendez, J., Osuna, M. D., & De Prado, R. (2010). Resistencia de *Lolium spp* y *Conyza spp* en cítricos, olivo y viñedo en la Península Ibérica.
- García Torres, L. & Fernández-Quintanilla, C. (1991). Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Servicio de Extensión Agraria.
- Ghanizadeh, H. & Harrington, K. (2018). Restricted glyphosate translocation in *Lolium multiflorum* is controlled by a single incomplete dominant nuclear gene. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 46:4, pages 346-353.
- Gobierno de Aragon (2019a). Denominaciones de origen protegidas - Calidad agroalimentaria - Desarrollo Rural y Sostenibilidad - Departamentos y Organismos Públicos - Gobierno de Aragón. [online] Available at: http://www.aragon.es/DepartamentosOrganismosPublicos/Departamentos/DesarrolloRuralSostenibilidad/AreasTematicas/CalidadAgroalimentaria/ci.DENOMINACIONES_ORIGEN.detalleDepartamento?channelSelected=0 [Accessed 17 Feb. 2019].
- Gobierno de Aragon (2019) b. Clima / Datos climatológicos - Medio Ambiente y Energía - Instituto Aragonés de Estadística - Departamentos y Organismos Públicos - Gobierno de Aragón. [online] Available at: https://www.aragon.es/DepartamentosOrganismosPublicos/Institutos/InstitutoAragonesEstadistica/AreasTematicas/14_Medio_Ambiente_Y_Energia/ci.05_Clima_Datos_climatologicos.detalleDepartamento#section1 [Accessed 20 May 2019].
- González-Torralva, F., Rojano-Delgado, A., Luque de Castro, M., Mülleder, N. & De Prado, R. (2012). Two non-target mechanisms are involved in glyphosate-resistant horseweed (*Conyza canadensis* L. Cronq.) biotypes. *Journal of plant physiology*, 169(17), 1673-1679.
- Heap, I. (2019). The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Online. Available at: www.weedscience.org. [Accessed 15 Jan 2019].
- Hernández, A. J., Lacasta Dutoit, C., & Pastor Piñeiro, J. (2000). Cubiertas vegetales para un viñedo ecológico en zonas semiáridas.
- IBM corporation (2012). IBM SPSS Statistics 21 Brief Guide. 21st ed. [ebook] Available at: http://www.sussex.ac.uk/its/pdfs/SPSS_Brief_Guide_21.pdf [Accessed 11 Jan. 2019].

- Instituto Pirenaico de Ecología (IPE). (2005). Herbario de Jaca. [online] Floragon.ipe.csic.es. Available at: <http://floragon.ipe.csic.es/ficha.php?genero=Conyza&especie=albida&subespecie=&variedad=> [Accessed 8 Jan. 2019].
- Instituto Pirenaico de Ecología (IPE). (2005). Herbario de Jaca. [online] Floragon.ipe.csic.es. Available at: <http://floragon.ipe.csic.es/ficha.php?genero=Conyza&especie=bonariensis&subespecie=&variedad=> [Accessed 9 Jan. 2019].
- Instituto Pirenaico de Ecología (IPE). (2005). Herbario de Jaca. [online] Floragon.ipe.csic.es. Available at: <http://floragon.ipe.csic.es/ficha.php?genero=Conyza&especie=canadensis&subespecie=&variedad=> [Accessed 9 Jan. 2019].
- Jauzein, P., (1988). Quelques adventices meconnues de la flore francaise. VIIIème Colloque International sur la biologie, l'ecologie et la systematique des mauvaises herbes. Pág. 199-208. Volumen 1/2.
- Laborda, F. A. Y. E. (1991). Estudio de las malas hierbas aparecidas en los cultivos de vid y olivo en Santa Olalla (Toledo) y de su control con laboreo. Boletín de sanidad vegetal. Plagas, 17(2), 249-263.
- Leon, J. M., & Barnes, J. (2005). Influencia del estado fenológico de *Conyza bonariensis* en la respuesta a la aplicación de glifosato. In Malherbología ibérica y magrebí: soluciones comunes a problemas comunes (pp. 575-582). Universidad de Huelva.
- Mag.go.cr. (2019). *Mecanismo de acción de las familias químicas a las que pertenecen los herbicidas*. [online] Available at: http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/h60-7190_anexo1.pdf [Accessed 16 Apr. 2019].
- MAPA, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2014). Guía de gestión integrada de plagas, uva de transformación. [ebook] Madrid. Available at: https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/GUIAUVADETRANSFORMACION_tcm30-57934.pdf [Accessed 15 Feb. 2019].
- MAPA, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2016) a. Análisis de la superficie y la producción vitivinícola (I). [ebook] Available at: http://file:///D:/proyecto/TFG/160412pto2reunion12abrilanalisisuperficieyproduccionvitivinicola_tcm30-58984.pdf [Accessed 26 Feb. 2019].
- MAPA, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2016) b. Análisis de la superficie y la producción vitivinícola (iii). Available at: <https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/producciones-agricolas/vitivinicultura/> [Accessed 12 Feb. 2019].
- MAPA, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2019) a. [Consulta de productos fertilizantes] - Agricultura - magrama.gob.es. [online] Available at: <https://www.mapa.gob.es/app/consultafertilizante/consultafertilizante.aspx> [Accessed 25 Jan. 2019].

- MAPA, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2019) b. [Registro de Productos Fitosanitarios] - Agricultura - magrama.gob.es. [online] Available at: <https://www.mapama.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/productos-fitosanitarios/registro/productos/proexi.asp?IdFormulado=50459> [Accessed 16 May 2019].
- MAPA, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2019) c. [Consulta de productos fertilizantes] - Agricultura - magrama.gob.es. [online] Available at: <https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/productos-fitosanitarios/registro/productos/forexi.asp?pag=2&e=0&plagEfecto=415&culUso=0102020602000000&ambUti=01&solEsp=>[Accessed 16 May 2019].
- Marchal, F. (2007). Estrategias de control frente a biotipos de conyza resistentes a glifosato. *Agricultura de conservación: AC*, (5), 48-49.
- Martinez Buenaño, F. O. (2017). Comparación de glifosato, paraquat y glufosinato en el control de maleza cola de caballo (*Conyza canadensis* L.) (Bachelor's thesis, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Carrera de Ingeniería Agropecuaria.).
- Mendiola Ubillos, M. (2000). Visión general sobre las malas hierbas. [ebook] Available at: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=570728> [Accessed 16 Jan. 2019].
- Moreira, I. (1986). Mauvaises herbes des vergers et vignes de l'ouest du bassin méditerranéen. 1st ed. Portugal, pp.11, 18, 22, 26, 36, 48, 84, 94, 122- 128, 136.
- Nicholls, C. (2001). Manipulando la biodiversidad vegetal para incrementar el control biológico de insectos plaga en agrosistemas. *Agroecología y Desarrollo. Aproximación a los fundamentos agroecológicos para la gestión sustentable de agrosistemas mediterráneos*, capítulo, 29, 529-549.
- Ocete, R., Ocete, M.E., & Perez Izquierdo, M.A (1985). Contribución al conocimiento de la flora estival espontánea en un área de viñedos de la Rioja Alta. *Zubia*, (3), 151-164.
- Oerke, E. (2006). Crop losses to pests. *The Journal of Agricultural Science*, 144(1), 31-43. doi:10.1017/S0021859605005708.
- Okumu, M., Vorster, B. & Reinhardt, C. (2018). Growth-stage and temperature influence glyphosate resistance in *Conyza bonariensis* (L.) Cronquist. [ebook] Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0254629918306847?via%3Dihub> [Accessed 16 Jan. 2019].
- Papa, J., Tuesca, D. & 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.. [ebook] Available at: <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-control-con-herbicidas-inhibidores-de-la-protoporfiri.pdf> [Accessed 11 Jan. 2019].

- Papa, J., Tuesca, D. & Nisensohn, L. (2010) b. Control tardío de rama negra (*Conyza bonariensis*) sobre individuos sobrevivientes a un tratamiento previo con glifosato.. [ebook] Available at: <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-control-tardo-de-rama-negra.pdf> [Accessed 11 Jan. 2019].
- Paraquat.com. (2019). Modo de acción: Cómo actúan los herbicidas | Paraquat Information Center. [online] Available at: <https://paraquat.com/es/datos/modo-de-accion-como-actuan-los-herbicidas> [Accessed 16 Apr. 2019].
- Pardo Sanclemente, G., Langa, R., Aibar Lete, J., Marí León, A. & Cirujeda Ranzemberger, A. (2016). Evaluación del grado de resistencia de especies de "*Conyza*" al glifosato en Aragón. El ensayo se realizó con siete poblaciones de *C. canadensis* y cuatro de *C. sumatrensis*. *Vida rural*, (420), 14-17.
- Phytoma.com. (2019). Bruselas prohíbe el tiram, la pimetozina y el dicuat. [online] Available at: <https://www.phytoma.com/noticias/noticias-de-actualidad/bruselas-prohibe-el-tiram-y-la-pimetozina> [Accessed 8 Feb. 2019].
- Pinilla Ponz, P., Martínez Iñigo, M. & Lobo, C. (2010). Biorremediación de pendimetalina en ensayos de microcosmos controlados. [ebook] Available at: <http://www.conama.vsf.es/conama10/download/files/conama/CT%202010/41225.pdf> [Accessed 26 May 2019].
- Raigón Jiménez, M. & Figueroa Zapata, M. (n.d.). Instrucciones para fabricar y usar quemadores de propano para el control de especies arvenses. [ebook] Available at: <http://descargas.grancanaria.com/agricultura/formacion/Uso%20de%20quemadores%20en%20el%20control%20de%20hierbas%20en%20agrosistemas%20ecol%F3gico/USO%20DE%20QUEMADORES%20EN%20EL%20CONTROL%20DE%20HIERBAS%20EN%20AGROSISTEMAS%20ECOL%3GICOS.pdf> [Accessed 19 May 2019].
- Recasens, J., & Conesa, J. A. (2009). *Malas hierbas en plántula. Guía de identificación.* Universidad de Lleida.
- Ríos, A., Aristegui, M., Frondoy, L. & Gómez, M. (2012). Consideraciones para el conocimiento de yerba carnífera (*Conyza* spp). [ebook] Available at: <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/112761020512125448.pdf> [Accessed 25 Jan. 2019].
- Rivas Martínez, S. (2019). Diagramas Climáticos - BARBASTRO (ESP HUESCA). [online] webs.ucm.es. Available at: <http://webs.ucm.es/info/cif/plot/es-barba.htm> [Accessed 28 May 2019].
- Sanz Elorza M., Dana Sánchez E.D. & Sobrino Vesperinas E., eds. 2004. Atlas de las Plantas Alóctonas Invasoras en España. Dirección General para la Biodiversidad. Madrid, Pag. 122-127.

- Sigpac.mapama.gob.es. (2019). [online] Available at: <http://sigpac.mapama.gob.es/fega/visor/> [Accessed 5 Feb. 2019].
- Soler, J., Miró, F. and Gil, S. (2006). Especies del género conyza (asteraceae): problemática y estrategia de control en cítricos y frutales.. [ebook] Available at: <https://www.researchgate.net/publication/312526168> [Accessed 6 May 2019].
- Torres, V., Calderón, S., & Barnes, J. (2005). Determinación de la GR50 en cinco poblaciones de Conyza bonariensis L. recolectadas en Andalucía occidental. In Malherbología ibérica y magrebí: soluciones comunes a problemas comunes (pp. 399-406). Universidad de Huelva.
- Urbano JM, Borrego A, Torres V, León JM, Jiménez C, Dinelli G, et al. Glyphosate-resistant hairy fleabane (*Conyza bonariensis*) in Spain. *Weed Technol* 2007;21:396–401
- Urbano, J. (2005). Manejo de población de Conyza Bonariensis resistentes a glifosato. Obtenido de PHYTOMA: http://www.phytoma.com/tienda/articulos-editorial/208-173-noviembre-2005/6621-manejo-de-poblaciones-de-conyza-bonariensis-resistentes-a-glifosato_
- Villalba, A. (2009). Resistencia a herbicidas. Glifosato. [ebook] Available at: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-17162009000200010 [Accessed 11 Jan. 2019].
- Vinasdelvero, (2019). Discover us - Viñas del Vero. [online] Available at: <https://www.vinasdelvero.es/vinas-del-vero> [Accessed 8 Jan. 2019].
- Weaver, S. E. (2001). The biology of Canadian weeds. 115. *Conyza canadensis* Can. J. Plant Sci. 81: 867–875.

caff