

Actividad herbicida de carvacrol sobre *Erigeron bonariensis*, *Erigeron canadensis* y *Portulaca oleracea*

MUÑOZ M¹, TORRES N², SALAMONE A³, SÁNCHEZ-MOREIRAS A⁴,
VERDEGUER M⁵

^{1,2,5} Instituto Agroforestal Mediterráneo, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n,
46022, Valencia, SPAIN

marmuous@alumni.upv.es, natorpa@etsiamn.upv.es, merversa@doctor.upv.es

³ Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria. Centro di ricerca Difesa e
Certificazione, Sede di Palermo, Viale Regione Siciliana Sud Est, 8669, Palermo, ITALY

adele.salamone@crea.gov.it

⁴ Departamento de Biología vegetal e ciencias do solo, Universidad de Vigo, Campus Lagoas-
Marcosende, 36310 Vigo, SPAIN

adela@uvigo.es

Resumen: Numerosos aceites esenciales con demostrada actividad herbicida, como los de *Thymbra capitata*, *Satureja montana*, *Plectranthus amboinicus* y diferentes especies de *Origanum*, entre otros, poseen entre sus compuestos mayoritarios el carvacrol, un fenol monoterpénico, isómero del timol.

El objetivo de este trabajo fue estudiar la actividad herbicida del carvacrol, sobre tres especies arvenses de gran importancia en cultivos mediterráneos, *Erigeron bonariensis*, *Erigeron canadensis* y *Portulaca oleracea*, con el fin de determinar su potencial herbicida. Se realizaron ensayos *in vitro*, aplicando carvacrol sobre semillas de *E. canadensis* y *P. oleracea* y ensayos en invernadero, aplicando carvacrol formulado en post emergencia sobre plántulas de *E. bonariensis* y *P. oleracea*. El carvacrol mostró gran actividad en los ensayos *in vitro*, al impedir la germinación de *E. canadensis* y *P. oleracea* a todas las concentraciones aplicadas. En los ensayos *in vivo*, se observó que el carvacrol a todas las dosis probadas controló completamente las plantas de *E. bonariensis* a los 15 días tras la aplicación, mientras que en *P. oleracea* el control se produjo a los 7 días posteriores al tratamiento. Sin embargo, a los 15 días, en *P. oleracea* se produjo algún rebrote, en el 10-20% de las plantas tratadas, dependiendo de la dosis.

Palabras clave: carvacrol, actividad herbicida, germinación, herbicidas naturales, arvenses, post-emergencia

1. Introducción

La flora arvense es capaz de estar presente durante largos periodos de tiempo en los lugares donde aparece y compite con los cultivos por el agua y los recursos disponibles, debido a sus altas tasas de crecimiento, su elevado vigor y capacidad de rebrote, a pesar de las alteraciones que el hombre realiza en el medio. La forma y tamaño de la semilla, es en muchos casos similar a la de los cultivos, provocando una difícil separación de dichas semillas. Las plantas arvenses también poseen eficientes mecanismos de dispersión por medio del viento, la fauna o el agua, además de sincronizarse con el cultivo para aprovechar los recursos disponibles (García & Fernández-Quintanilla, 1991). Por todo ello, es necesario realizar una gestión de las malas hierbas adecuada en cada cultivo.

La Unión Europea en el año 2009 adoptó dos reglamentos: el Reglamento (CE) nº1107/2009, del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a la comercialización de productos fitosanitarios y la Directiva 2009/128/CE, del Parlamento europeo y del Consejo, por la que se establece el marco de actuación comunitaria para conseguir un uso sostenible de los plaguicidas. La normativa con respecto a los productos fitosanitarios se volvió más restrictiva, con la finalidad de promover un uso más sostenible de los mismos, y proteger la salud humana y animal y el medio ambiente. Esta normativa se traspone a la legislación española mediante el Real Decreto 1311/2012 de 14 de septiembre, por el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios. La nueva legislación promueve el uso de la gestión integrada de plagas, que implica el examen cuidadoso de todos los métodos de protección vegetal disponibles y la integración de medidas adecuadas para evitar el desarrollo de poblaciones de organismos nocivos, manteniendo el uso de productos fitosanitarios y otras formas de intervención en niveles que estén económica y ecológicamente justificados, que reduzcan o minimicen los riesgos para la salud humana y el medio ambiente.

En las estrategias de control de plantas arvenses, la alelopatía se ha propuesto como una alternativa de carácter multidisciplinar mediante el desarrollo de técnicas que impliquen su uso, como el uso de aleloquímicos naturales o modificados como herbicidas, la transferencia genética de propiedades alelopáticas a cultivares comerciales de cultivos, la utilización de cultivares alelopáticos como plantas acompañantes o como abono verde y el uso de “mulchings” fitotóxicos. Los productos naturales reducen la probabilidad de producir acumulaciones dañinas y residuos perjudiciales en aguas y suelo. Las fitotoxinas naturales suelen actuar en puntos distintos a los herbicidas convencionales, presentando numerosos y diversos modos de acción lo que evita la aparición de resistencias (Verdeguer, 2011).

El aceite esencial de *Thymbra capitata* (L.) Cav y su componente mayoritario el carvacrol (77,02%) han mostrado efectos fitotóxicos sobre la germinación de semillas y el crecimiento de plántulas de diversas especies (Verdeguer, 2011).

El mecanismo de acción del carvacrol es clastogénico, causando daño al ADN, pero no actúa sobre la formación del huso mitótico (De Assis *et al*, 2018).

El objetivo de este trabajo fue estudiar la actividad herbicida del carvacrol, tanto *in vitro* como *in vivo*, en condiciones de invernadero, sobre tres especies arvenses de gran importancia en cultivos mediterráneos, *Erigeron bonariensis* L., *Erigeron canadensis* L. y *Portulaca oleracea* L.

2. Material y Métodos

El carvacrol utilizado en los ensayos *in vitro* fue adquirido a Sigma-Aldrich y el carvacrol utilizado en los ensayos *in vivo* fue suministrado formulado por la empresa Seipasa. Las semillas utilizadas para los ensayos *in vitro* fueron recolectadas en campos de Valencia (*Portulaca oleracea* L.) y Palermo (*Erigeron canadensis* L.) en 2009. Para los ensayos *in vivo* se emplearon semillas de *P. oleracea* adquiridas a la empresa “Herbiseed”, del año 2017. Las semillas de *E. bonariensis* fueron recolectadas en una parcela de caqui de producción ecológica del municipio de Carlet (Valencia) en el mes de julio de 2018.

Los ensayos *in vitro* se realizaron en cámara de cultivo WTB-Binder a una temperatura constante de $25.0 \pm 0.1^\circ\text{C}$, con un fotoperiodo de 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad. Se sembraron 20 semillas de cada especie arvense (*P. oleracea* y *E. canadensis*) en placas Petri de 9 cm de diámetro. El carvacrol fue añadido en concentraciones de 0,125, 0,25, 0,5 y 1 $\mu\text{l/ml}$. Se realizaron 5 repeticiones (100 semillas) por cada tratamiento (control más las 4 dosis de carvacrol). Las placas se sellaron con Parafilm. Para evaluar la actividad herbicida se hicieron lecturas de las placas, a los 3, 5, 7, 10 y 14 días de incubación.

Los ensayos *in vivo* se realizaron en invernadero, en macetas cuadradas de polipropileno de dimensiones 8 x 8 x 7 cm. Se realizó una única aplicación de los tratamientos (Tabla 1), mediante pulverizador de la marca Matabi (200 ml por tratamiento) en post-emergencia, cuando el 80% de las plantas habían alcanzado el desarrollo de 2-3 hojas verdaderas en *P. oleracea* y en estado de roseta en *E. bonariensis*. Se prepararon 10 repeticiones (macetas) de cada tratamiento.

Tabla 1. Tratamientos ensayados *in vivo*

	<i>Tratamientos</i>	<i>Abreviaturas</i>
T1	Control Agua	Control H2O
T2	Carvacrol 8%	Cv8
T3	Carvacrol 16%	Cv16
T4	Carvacrol 32%	Cv32
T5	Referencia biológica: Beloukha 8%	REFBIO
T6	Referencia química Glifosato Roundup 36%	REFQUIM

Como sustrato para el crecimiento de las especies arvenses en los ensayos con *P. oleracea* se utilizó suelo agrícola procedente de una parcela de cítricos abandonada situada en Puzol (Valencia), en la que la presencia de malas hierbas era un indicativo de no estar tratada con herbicidas. En los ensayos con *E. bonariensis* se utilizó una mezcla de turba y perlita (en proporción 3/4 de turba y 1/4 de perlita) debido a las dificultades que presentaba esta especie para germinar en el suelo, por ser muy arcilloso y compacto. Además, para esta especie, las plántulas se trasplantaron a maceta de un semillero previamente sembrado. Para ambas arvenses se puso en la base de las macetas 2 cm de perlita para que hubiera un buen drenaje y posteriormente se añadieron 5 cm del sustrato correspondiente.

Se evaluaron las variables “mortalidad” y “nivel de daño”. Para ello se registraron imágenes de las macetas 1,3,7,15 y 30 días tras la aplicación de los tratamientos, que posteriormente fueron procesadas con el programa Digimizer. Para valorar la “mortalidad” se consideró 0 si la planta estaba viva y 100 si la planta estaba muerta. Para valorar el nivel de daño, se elaboró una escala para cada especie comprendida entre 0 y 4: 0, planta sin daño; 1, daño leve; 2, daño grave; 3, planta muerta; 4, rebrote.

Resultados y Discusión

Ensayos de inhibición de la germinación *in vitro*

El carvacrol mostró una gran eficacia como inhibidor de la germinación de las semillas de *P. oleracea* y *E. canadensis* a todas las dosis ensayadas (Tabla 2).

Tabla 2. Germinación de semillas de *P. oleracea* y *E. canadensis* tratadas con carvacrol.

Concentración ($\mu\text{l/ml}$)	Germinación (% \pm e.s.)	
	<i>Portulaca oleracea</i>	<i>Erigeron canadensis</i>
0 (control)	88.8 \pm 5.5 a	95.0 \pm 2.2 a
0.125	0.0 \pm 0.0 b	0.0 \pm 0.0 b
0.250	0.0 \pm 0.0 b	0.0 \pm 0.0 b
0.5	0.0 \pm 0.0 b	0.0 \pm 0.0 b
1	0.0 \pm 0.0 b	0.0 \pm 0.0 b

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas $p \leq 0.05$

Ensayos de post emergencia

En la Figura 1 se puede observar que los tratamientos con las diferentes dosis de carvacrol controlaron completamente las plantas de *P. oleracea* a los 7 días tras la aplicación de los tratamientos, sin embargo, a los 15 días, se observaron rebrotes en las dosis más altas aplicadas, 10% en la dosis CV32 y 20% en CV 16. El glifosato tuvo una

acción más lenta que el carvacrol, consiguiendo controlar las plantas de esta especie a los 15 días tras su aplicación.

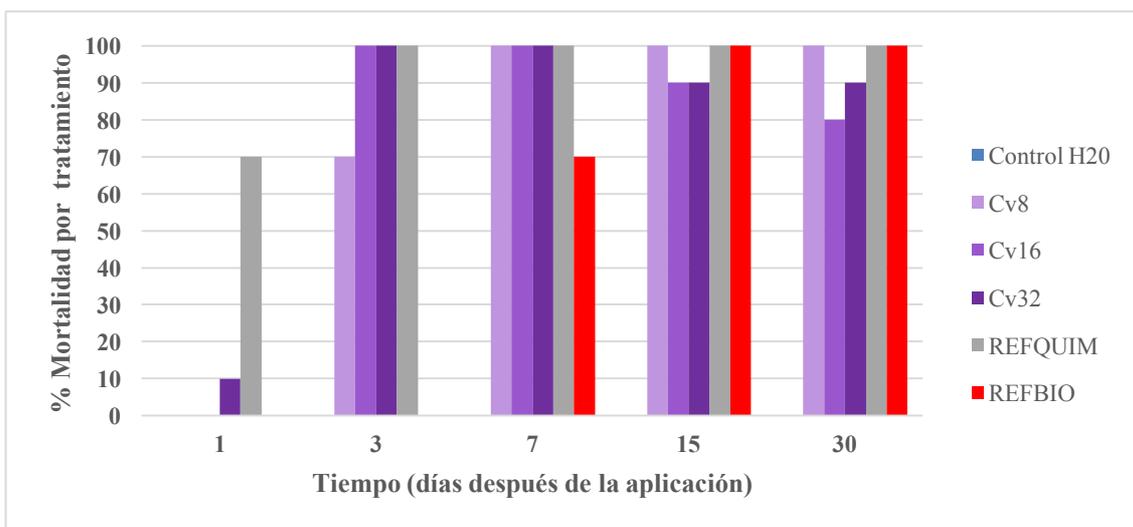


Figura 1 Evolución de la mortalidad causada por los distintos tratamientos en la especie *P. oleracea* durante 30 días tras la aplicación de los mismos.

En la especie *E. bonariensis* (Figura 2) todas las dosis de carvacrol ensayadas fueron efectivas en el control de todas las plantas a partir del día 15. El glifosato tuvo una acción más lenta, controlando las plantas a los 30 días tras la aplicación.

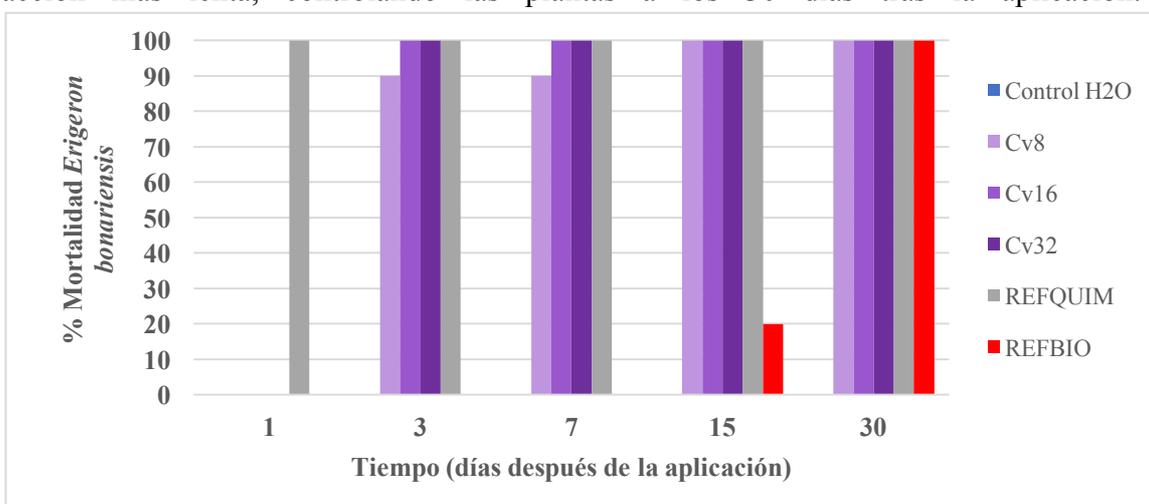


Figura 2 Evolución de la mortalidad causada por los distintos tratamientos en la especie *E. bonariensis* durante 30 días tras la aplicación de los mismos.

La potente actividad fitotóxica del carvacrol indica que podría ser utilizado como herbicida natural, como ya habían señalado otros autores (Vasilakoglou *et al.*, 2013).

Referencias

DE ASSIS ALVES T, PINHEIRO PF, PRAÇA-FONTES MM, *et al.* (2018). Toxicity of thymol, carvacrol and their respective phenoxyacetic acids in *Lactuca sativa* and *Sorghum bicolor*. *Industrial crops and products* **114**: 59-67.

GARCÍA TORRES L & FERNÁNDEZ-QUINTANILLA C (1991) Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Editorial Mundi-Prensa. Madrid.

VASILAKOGLU I, DHIMA K, PASCHALIDIS K, RITZOULIS C (2013) Herbicidal potential on *Lolium rigidum* of nineteen major essential oil components and their synergy. *Journal of Essential Oil Research* **25**:1–10.

VERDEGUER, M. (2011) Fitotoxicidad de aceites esenciales y extractos acuosos de plantas mediterráneas para el control de arvenses. Tesis doctoral. Universitat Politècnica de València.

Herbicidal activity of carvacrol on *Erigeron bonariensis*, *Erigeron canadensis* and *Portulaca oleracea*

Summary: Numerous essential oils with proven herbicidal activity, such as those of *Thymbra capitata*, *Satureja montana*, *Plectranthus amboinicus* and different *Origanum* species, among others, have as one of their main compounds carvacrol, a monoterpene phenol, isomer of thymol.

The objective of this work was to study the herbicidal activity of carvacrol, on three weed species of great importance in Mediterranean crops, *Erigeron bonariensis*, *Erigeron canadensis* and *Portulaca oleracea*, to determine its herbicidal potential. *In vitro* tests were carried out, applying carvacrol on seeds of *E. canadensis* and *P. oleracea* and greenhouse tests were performed, applying carvacrol formulated in post-emergence on seedlings of *E. bonariensis* and *P. oleracea*. Carvacrol showed great activity in the *in vitro* tests, preventing the germination of *E. canadensis* and *P. oleracea* at all the concentrations applied. In the *in vivo* tests, it was observed that carvacrol at all doses tested completely controlled *E. bonariensis* plants at 15 days after application, while in *P. oleracea* the control occurred 7 days after treatment. However, after 15 days, in *P. oleracea* some regrowth occurred, in 10-20% of the treated plants, depending on the dose.

Keywords: carvacrol, herbicidal activity, germination, natural herbicides, weeds, post-emergence