

Estudio de la fitotoxicidad de diferentes herbicidas en el cultivo de la cebolla en siembra directa

GÓMEZ DE BARREDA FERRAZ D¹, MARTÍNEZ DESCALZO J¹, ROCHE TORRES A¹, DE LUCA FABRA V¹, VERDEGUER SANCHO M²

¹Departamento de Producción Vegetal, Universitat Politècnica de València, Valencia, SPAIN.

diegode@btc.upv.es

²Instituto Agroforestal Mediterráneo, Universitat Politècnica de València, Valencia, SPAIN.

merversa@doctor.upv.es

Resumen: La cebolla es un cultivo poco competitivo frente a las malas hierbas, sobre todo cuando se práctica la siembra directa en régimen intensivo donde las adventicias se desarrollan más rápidamente que el cultivo. En la huerta de la ciudad de Valencia, se ha detectado ya desde hace años, que la mala hierba *Coronopus didymus* (L.) Sm., se ha adaptado perfectamente a la siembra directa de la cebolla siendo muy difícil su control químico con las materias activas autorizadas. El objetivo de esta experimentación fue testar tanto en invernadero como en campo, el nivel de fitotoxicidad de diferentes productos herbicidas sobre el cultivo. Los herbicidas testados fueron: etofumesato a 3 dosis, bromoxinil, bromoxinil + oxifluorfen a 2 dosis y un extracto natural de *Thymus capitatus* (L) Hoffmanns & Link, en pre y postemergencia temprana de la cebolla. Se concluye que la aplicación de etofumesato en preemergencia de la cebolla a una dosis de 0,5 kg de ma ha⁻¹ y las aplicaciones en postemergencia temprana de la cebolla de la mezcla de oxifluorfen + bromoxinil a 6 + 9 y a 9 + 14 g de ma ha⁻¹, y del extracto natural, no resultan fitotóxicas, aunque el control de las malas hierbas no es aceptable en algunos casos.

Palabras clave: Control químico, dosis bajas, *Coronopus didymus*, herbicidas naturales

1. Introducción

En España, el cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L.) ocupó en 2017 casi 24.797 ha, de las que un 97% se cultivan en regadío (MAPA, 2019). Es uno de los cultivos hortícolas más importantes en España siendo Valencia una de las provincias más productoras. La cebolla es poco competitiva frente a las malas hierbas debido a los siguientes factores: lenta implantación cuando se practica la siembra directa, crecimiento lento y escasa envergadura durante todo su ciclo, por lo que el control de las malas hierbas es fundamental. El control selectivo de las malas hierbas en cebolla se basa en una aplicación temprana con un herbicida en preemergencia o postemergencia temprana de

las malas hierbas con algunas de las siguientes materias activas: aclonifen, bromoxinil, clorprofam, isoxaben, pendimetalina y piridato, con la posibilidad de realizar un tratamiento en postemergencia tardía de las mismas ya avanzado el cultivo, pudiendo ser con algún herbicida inhibidor de la ACCasa en caso de malas hierbas gramíneas. El control químico en preemergencia cuando se realiza siembra directa es crítico, no solo por su importancia para dar ventaja a la cebolla frente a las malas hierbas sino por la alta selectividad que ha de tener. Con las herramientas químicas autorizadas hoy en día para la cebolla, se consiguen estos objetivos. Sin embargo, en los últimos años, hay una mala hierba que está proliferando en la zona hortícola de la provincia de Valencia, *Coronopus didymus* (L.) Sm. que tiene un ciclo similar al de la cebolla temprana que se cultiva en esta zona, de septiembre a febrero incluidos. *C. didymus* tolera los tratamientos herbicidas autorizados en cebolla, por lo que se ha convertido en un problema emergente. Una forma de control alternativa podría ser el uso de compuestos naturales como el aceite esencial de *Thymus capitatus* (L) Hoffmanns & Link, que ha mostrado efectos fitotóxicos sobre la germinación de semillas y el crecimiento de plántulas de diversas especies *in vitro* y en condiciones de invernadero (Dudai *et al.*, 1999). El objetivo de esta experimentación es comprobar sobre la cebolla en siembra directa, el grado de fitotoxicidad de algunas materias activas herbicidas, de mezclas de éstas y de un producto natural, no autorizados en este cultivo a día de hoy y que pudieran controlar la mala hierba *C. didymus*.

2. Material y Métodos

Se realizaron dos experimentos, uno en invernadero y otro en campo, en las instalaciones de la Universidad Politécnica de Valencia. En ambas localizaciones, se hicieron aplicaciones herbicidas en pre- y postemergencia de cebolla, variedad *Spring Star*, con lo que hubo 4 ensayos diferentes. Para el ensayo en invernadero se emplearon macetas de 7x7x7 cm con suelo de textura arenosa (91,3%) y pH 8,4. Se sembraron 10 semillas por maceta en preemergencia mientras que para el de postemergencia se seleccionó una única plántula tras la emergencia de las sembradas. El diseño experimental para ambos ensayos en invernadero fue de bloques al azar completamente aleatorizados con cuatro repeticiones. Para el experimento en campo, se emplearon parcelas elementales de 2 m² (2x1m) donde se sembraron las cebollas a una dosis de 3 g/m², siendo el diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones. Los tratamientos herbicidas (Tabla 1) se realizaron el mismo día de la siembra en el caso del ensayo en preemergencia, mientras que en postemergencia se realizó entre los estados fenológicos BBCH 011 y 012 (Bleiholder *et al.* 1996) correspondientes con los estados de gancho y látigo (cotiledón verde con forma de gancho y látigo), que se alcanzaron a los 13 días desde la siembra en invernadero y a los 25 días en campo. Los tratamientos herbicidas se realizaron empleando un equipo que impulsa la solución herbicida con CO₂ a 3 bar de presión y a través de una boquilla de abanico Teejet 9504 EVS. En invernadero (preemergencia), se evaluó el número de cebollas emergidas 21 días después del tratamiento (DDT), y el peso de las plántulas 41 DDT. En el ensayo de postemergencia se evaluó el grado de fitotoxicidad ejercida sobre las plántulas,

empleando una escala visual subjetiva del 1 al 9 donde un 1 significa que no hay fitotoxicidad, 5 supone un 50% de la plántula seca y un 9 es un 100% de plántula muerta, y el peso seco 41 DDT. En campo, en el ensayo de preemergencia se evaluó el número de plántulas de cebolla emergidas 21 y 41 DDT, el peso seco de las plántulas 46 DDT y el nivel de infestación de malas hierbas 72 DDT usando una escala del 1 al 9 donde un 1 indica la existencia de una a diez plántulas, un 5 indica un 20-40% de superficie (2x1 m) ocupada por malas hierbas y un 9 un 100% de superficie ocupada por malas hierbas. En el ensayo en postemergencia se evaluó la mortalidad de plántulas de cebolla y el peso seco de las supervivientes 21 DDT y el grado de infestación de malas hierbas 60 DDT. Se realizaron los correspondientes análisis de varianza (ANOVA) al 95% de confianza para algunas de las variables estudiadas mediante el test de comparación de medias de menores diferencias significativas de Fisher con el programa estadístico Statgraphics Centurion XVI.

Tabla 1. Materias activas (ma) usadas y estrategia empleada (PRE: preemergencia; POST: postemergencia).

Herbicida	Dosis (g ma ha ⁻¹)	Estrategia
	500	
Etofumesato 50% p/v	1000	PRE-
	2000	
Extracto <i>T. capitatus</i> 35% p/v	4,6	PRE y POST-
Oxifluorfen 24% p/v + bromoxinil 38,5% p/v	1,5 + 9	
Oxifluorfen 24% p/v + bromoxinil 38,5% p/v	2,2 + 14	POST-
Bromoxinil 38,5% p/v	23	

3. Resultados y Discusión

Experimentos en invernadero. El efecto del herbicida etofumesato y el producto natural aplicados en preemergencia en invernadero sobre la emergencia de la cebolla se muestra en la Figura 1 (izquierda). Se puede comprobar como el etofumesato resulta fitotóxico, sobre todo a las 2 dosis superiores ensayadas mientras que el producto natural permite emerger a la cebolla al mismo nivel que en las macetas control. Este resultado se confirma unas 3 semanas después de la evaluación de la emergencia cuando se determina el peso de las plántulas por maceta (Figura 1, derecha), pudiéndose comprobar que hay una tendencia con la materia activa etofumesato a reducir el peso de las plántula a medida que la dosis herbicida aumentaba, siendo la de 2 kg.ha⁻¹ fitotóxica. Ahora bien, si en vez de comparar el peso total de las plántulas emergidas por maceta se compara el peso por plántula existente en la maceta (datos no mostrados), no se observa fitotoxicidad alguna lo que indica que las plántulas que escapan de la acción herbicida del etofumesato, crecen fuertes, quizás por la falta de competencia al haber menos ejemplares por maceta. El herbicida natural presenta una igualdad muy manifiesta con el control que se cree que pudiera ser debida a las pérdidas por evaporación del producto.

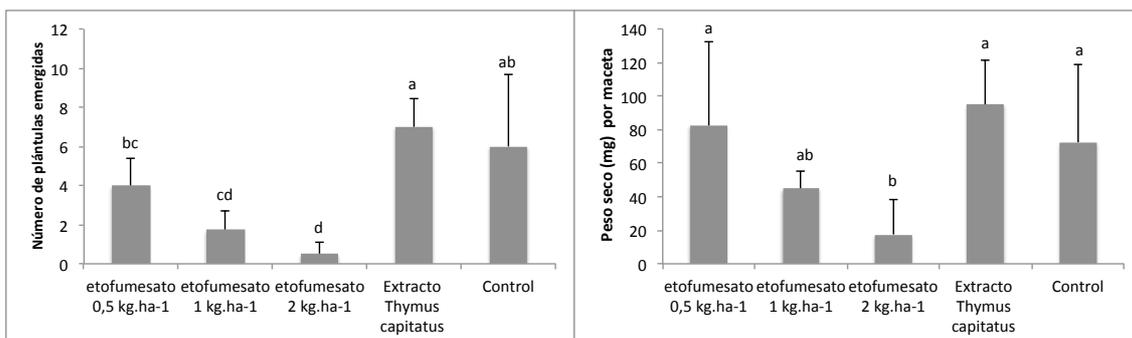


Figura 1. Número de plántulas de cebolla emergidas a los 21 DDT (izquierda) y peso seco de plántulas de cebolla por maceta a los 41 DDT (derecha) con herbicidas de preemergencia en invernadero. Letras distintas sobre barras indican diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$).

Tras realizar el tratamiento en postemergencia sobre plántulas de cebolla en invernadero, se observa que tanto las dos mezclas de oxifluorfen + bromoxinil como éste último aplicado solo, muestran una fitotoxicidad manifiesta y creciente en relación con la dosis de este herbicida (Figura 2). El extracto natural no muestra fitotoxicidad sobre la cebolla al igual que cuando se aplicaba en preemergencia. Sin embargo, este efecto fitotóxico producido por los herbicidas de síntesis 41 DDT tan solo se corrobora cuando se determina el peso de las plántulas con la dosis más elevada de bromoxinil. Los daños observados en la cebolla con las mezclas de oxifluorfen + bromoxinil puede que no sean determinantes y en todo caso, existe una tendencia de menor fitotoxicidad a menor dosis de bromoxinil.

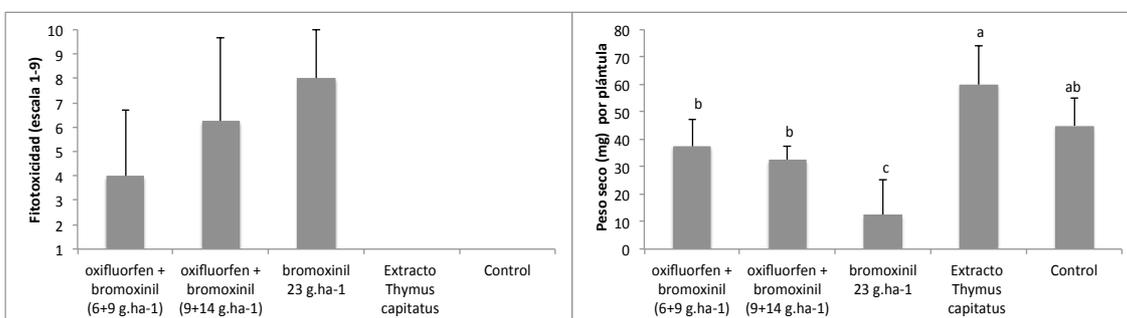


Figura 2. Fitotoxicidad en plántulas de cebolla (izquierda) y peso seco por plántula de cebolla (derecha) a los 41 DDT con herbicidas de postemergencia en invernadero. Letras distintas sobre barras indican diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$).

Experimentos en campo. En cuanto al ensayo de campo, el número de plántulas emergidas es el mismo tanto a los 21 como a los 41 DDT cuando los herbicidas se aplican en preemergencia. En esta última fecha, emergieron 235, 226, 202, 195 y 247 plántulas por parcela cuando se aplicaba etofumesato a 3 dosis crecientes, el extracto natural y sin herbicida respectivamente. Es decir, se observaba una ligera tendencia a impedir la nascencia de las plántulas de cebolla a dosis más elevadas de etofumesato y con el extracto natural, pero el análisis ANOVA (coeficiente $f = 0,637$ y p valor = $0,647$) indicaba que no existían tales diferencias. Posteriormente, a los 46 DDT se recolectaron las plántulas emergidas y se pesaron, pudiéndose observar (Figura 3, izquierda) un efecto negativo frente al control cuando se usaba el etofumesato a la dosis

intermedia, resultado que no se observó con la dosis más elevada de este herbicida. De nuevo se analizó el peso por plántula emergida, y en este caso (Figura 3, derecha) sí que se observaba un ligero efecto negativo de las dos dosis superiores del herbicida etofumesato frente al control.

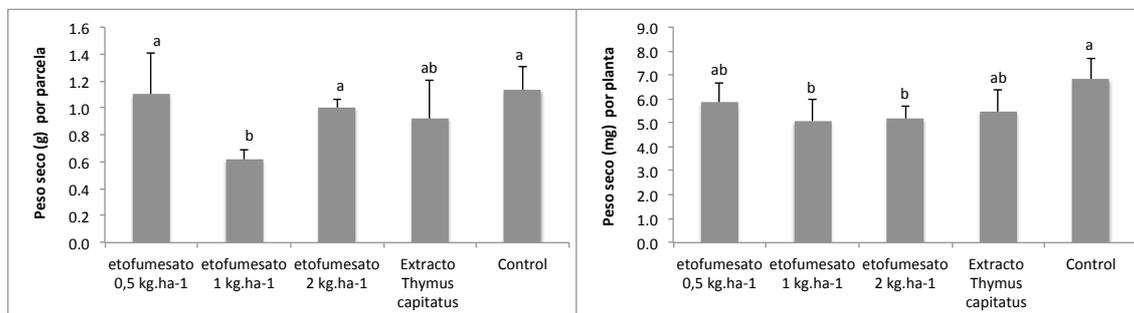
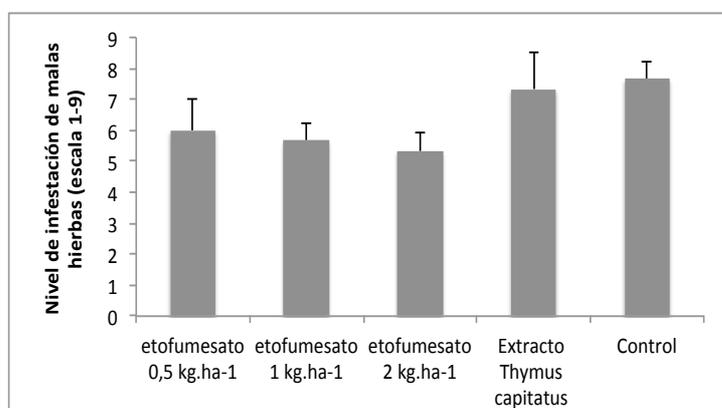


Figura 3. Peso seco por parcela de 2 m² (izquierda) y por plántula (derecha) a los 46 días después del tratamiento con herbicidas de preemergencia en campo. Letras distintas sobre barras indican diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$).



Tras la recolección de las plántulas de cebolla, se realizó a los 72 DDT, una evaluación del nivel de infestación de malas hierbas en las parcelas. Se observó (Figura 4), que el herbicida etofumesato, aunque había ejercido cierta acción herbicida con incluso efecto dosis, ésta no era aceptable.

Figura 4. Nivel de infestación de malas hierbas a los 72 días después del tratamiento con herbicidas de preemergencia en campo.

Cuando se aplicaban en campo los herbicidas en postemergencia de la cebolla, se observó en primer lugar que el daño sobre las plántulas era prácticamente el mismo que se encontraba en las plantas no tratadas (Figura 5, izquierda). Se piensa que los daños observados eran debidos, en parte, a factores climáticos o de manejo del cultivo como a la posible escasez de agua por vientos fuertes y continuados en cierto periodo del cultivo de las cebollas. De hecho, el peso seco obtenido a los 21 DDT por plántula y por parcela (datos no mostrados) es el mismo en todos los tratamientos y el control tras analizar los resultados mediante ANOVA. En cuanto al control de las malas hierbas ejercido por el tratamiento (Figura 5, derecha), no ha habido un buen control a las dosis empleadas.

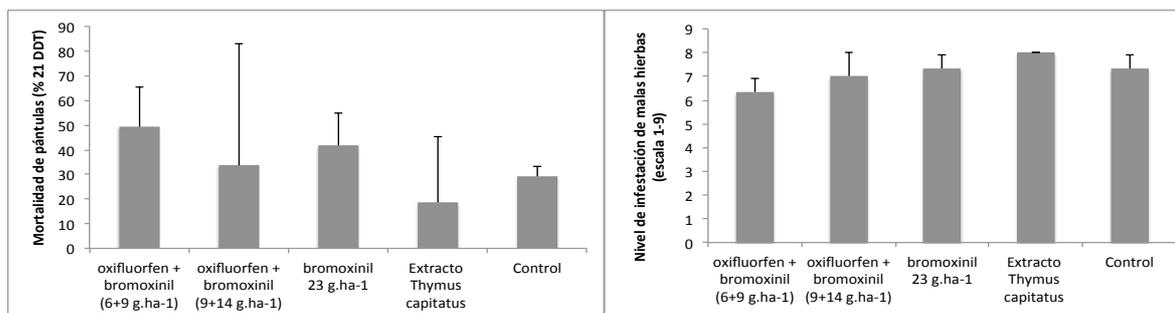


Figura 5: Mortalidad de plántulas a los 21 DDT (izquierda) y nivel de infestación de malas hierbas a los 60 DDT (derecha) con herbicidas de postemergencia en campo.

La aplicación de etofumesato en preemergencia de la cebolla a una dosis de 0,5 kg ma ha⁻¹ y las aplicaciones en postemergencia temprana de la cebolla de la mezcla de oxifluorfen + bromoxinil a 6 + 9 y 9 + 14 g de ma ha⁻¹, y del extracto natural, no resultan fitotóxicas, aunque el control de las malas hierbas no es aceptable en campo.

Referencias

BLEIHOLDER, H., BUHR, L., FELLER, C., HACK, H., HESS, M., KLOSE, R., MEIER, U., STAUSS, R., VAN DEN BOOM, T. & WEBER, E. (1996). Compendio para la identificación de los estadios fenológicos de especies mono- y dicotiledóneas cultivadas. Escala BBCH extendida. Ed. BASF. Pp. 116.

DUDAI, N.; POLJAKOFF-MAYBER, A.; MAYER, A. M.; PUTIEVSKY, E.; LERNER, R. (1999). Essential oils as allelochemicals and their potential use as bioherbicidas, *Journal of Chemical Ecology*, **25**: 1079-1089.

MAPYA. (2019). Avance del Anuario de Estadística de 2018. Acceso 30 mayo 2019.

Study of the phytotoxicity effect of several herbicides on a direct sowing onion crop

Summary: Onion, cultivated under a direct sowing high input regime, is a non-competitive crop against weeds, due to different growing development in the first stages between weeds and crop. In Valencia (Spain) vegetable area, onion is one of its main crops and the weed *Coronopus didymus* (L.) Sm., is becoming a big problem as it is completely adapted to direct sowing and authorized herbicides have proven low efficacy against it. The objective of this research was to test at greenhouse and field level different herbicides on onion crop for phytotoxicity. The tested herbicides were ethofumesate at 3 doses, bromoxynil, bromoxynil + oxyfluorfen at 2 doses and a natural extract of *Thymus capitata* (L) Hoffmanns & Link, all of them applied at pre- and postemergence of onion seedlings. In conclusion, ethofumesate at 0.5 kg de ma ha⁻¹ in preemergence and applications in early postemergence of oxyfluorfen + bromoxynil at 6+9 and 9+14 g de ma ha⁻¹ and the natural extract were not phytotoxic, although weed control was not complete in field experiments.

Keywords: Chemical control, low doses, *Coronopus didymus*, natural herbicides