

# Control mecánico de malas hierbas en tomate de industria

Principales resultados después de siete años de ensayos con cinco aperos diferentes

En este artículo se presentan los principales resultados obtenidos en siete ensayos de control mecánico de malas hierbas en tomate de industria en Aragón, realizados entre 2005 y 2011. Se ensayaron los siguientes aperos: cepillo de eje horizontal, escardador de torsión, escardador de dedos, grada de varillas flexibles y quemador, combinando también algunos aperos entre ellos.



**A. Cirujeda<sup>1</sup>, A. I. Marí<sup>1</sup>, G. Pardo<sup>1</sup>,  
M. M. Moreno<sup>3</sup>, J. Albar<sup>2</sup>.**

<sup>1</sup> Unidad de Sanidad Vegetal. Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón. Instituto Agroalimentario de Aragón-IA2 (CITA-Universidad de Zaragoza).

<sup>2</sup> Departamento de Ciencias Agrarias y del Medio Natural. Instituto Agroalimentario de Aragón-IA2 (CITA-Universidad de Zaragoza).

<sup>3</sup> Escuela de Ingenieros Agrónomos de Ciudad Real, Universidad de Castilla-La Mancha.

En el tomate de industria es muy común el uso de polietileno (PE) negro como acolchado en amplias zonas de España. Con su uso se pretende conseguir un ahorro de agua de riego, precocidad y control de la emergencia de las malas hierbas. Si bien el uso de este material está permitido, presenta como principal inconveniente la dificultad de gestión de sus residuos. Este problema es especialmente grave en

cultivos de porte bajo y con recolección mecanizada, como en el tomate de industria, ya que se producen roturas durante la recolección complicando enormemente la retirada completa del residuo. Además, la presencia de restos en el suelo impide la siembra o plantación de determinados cultivos como espinacas o guisantes, ya que no se puede garantizar la separación de los restos plásticos en dichos cultivos.

Adicionalmente, algunas malas hierbas como la juncia (*Cyperus rotundus*) o la cola de caballo (*Equisetum arvense*) atraviesan los plásticos con facilidad. Por estos motivos, muchos agricultores han decidido no emplear más el PE y basar el control de las malas hierbas en la combinación del efecto de las rotaciones de cultivo y el empleo de herbicidas que estén autorizados para el tomate. No obstante, algunas arvenses no son controladas con las escasas materias activas autorizadas para tomate, cobrando por tanto interés la posibilidad de realizar un desherbado mecánico. En el mercado de maquinaria agrícola del centro y norte de Europa es más común disponer de información para la adquisición de aperos desherbadores en cultivos hortícolas que en el sur de Europa, como por ejemplo la expuesta en Ascard y Belinder (1996) o en Netland *et al.* (1994). Son escasas las publicaciones de estos temas en el sur de Europa, si bien en Italia un equipo de investigadores trabaja muy activamente en esta temática (Raffaelli *et al.*, 2006). Por ello se decidió utilizar aperos conocidos en esos entornos y probar su eficacia en las condiciones edafoclimáticas locales. Otra particularidad es que en condiciones de riego localizado el suelo se humedece y se seca de forma intermitente, provocando encostramiento y presencia de terrones, lo cual puede dificultar el control mecánico. También se observa una mayor presencia de piedras en los suelos del sur de Europa, lo cual obliga a realizar ensayos con los aperos diseñados para otras condiciones a fin de poder adaptar dichos aperos a las necesidades locales.

## Material y métodos

Los ensayos se llevaron a cabo en la localidad de Montañana (Zaragoza) entre los años 2005 y 2011.

**CUADRO I.** FECHAS DE ACOLCHADO, PLANTACIÓN Y PASE DE LOS DIFERENTES APEROS.

Tratamiento / Año	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Acolchado	25/05	17/05	14/06	22/05	15/05	24+25/05	02/06
Plantación	26/05	18/05	16/05	18/06	26/05	27/05	03/06
Pase de cepillo	16/06	01/06	13/06	07/07	04/06	09/06	21/06
Pase de escardador de torsión	-	01+23/06	28/05	07/07	-	-	-
Pase de escardador de dedos	-	-	28/05	07/07	04/06	-	-
Pase de grada de varillas	16/06	01/06+23/06	28/05	-	-	-	-
Uso de quemador	23/06, 30/06, 13/07	-	-	-	-	-	-

En todas las campañas se utilizó tomate de industria variedad Perfectpeel. El tomate se plantó en mayo y los tratamientos mecánicos fueron efectuados aproximadamente quince días después de la plantación (**cuadro I**). Los aperos elegidos fueron:

- Cepillo de eje horizontal (marca Bärtschi-Fobro tipo 500, Suiza), con púas de plástico accionadas por la toma de fuerza del tractor y acompañado de un protector metálico diseñado para ser utilizado en cultivos en línea de hasta aproximadamente 40 cm de altura.
- Escardador de torsión (marca Frato Machine Import, Nijmegen, Países Bajos), con púas de 9 mm de diámetro, diseñado principalmente para el desherbado de la línea de cebolla en suelos ligeros.

- Escardador de dedos (marca Kress, GmbH, Alemania), con los dedos de plástico más duros que se comercializan, diseñado para un desherbado muy cercano a la línea de plantación.
- Grada de varillas flexibles (marca Hatzzenbichler, de la cual se usó un único cuerpo de 1,5 m y retirando la fila central de púas), generalmente empleada para cereal de invierno.
- Quemador de propano manual con placa de 15 x 30 cm.

Las velocidades de trabajo fueron de 0,7 km h<sup>-1</sup> para el quemador, de 1,5 km h<sup>-1</sup> para el cepillo de eje horizontal, el escardador de torsión y el escardador de dedos, y de 6 km h<sup>-1</sup> para la grada de varillas flexibles. Las parcelas



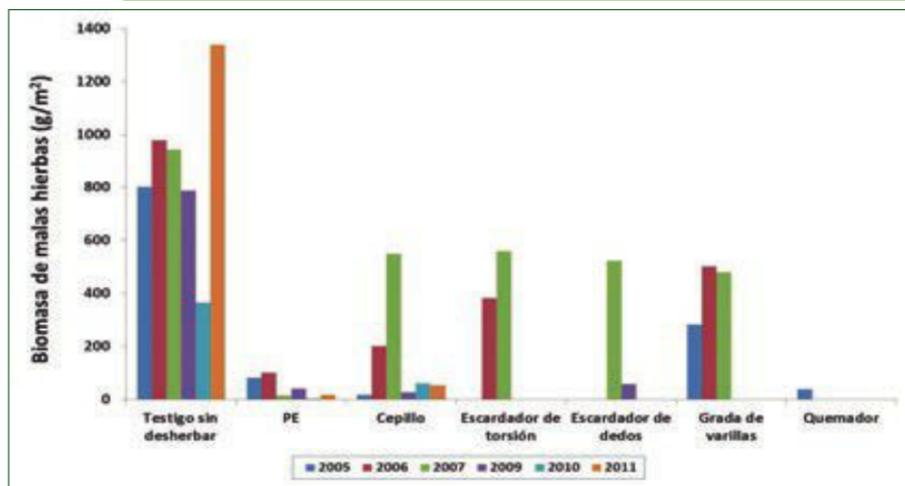
**Cepillo de eje horizontal utilizado en tomate de industria. Se observa un protector para el cultivo. El apero dispone de un asiento para dirigirlo manualmente y evitar dañar el cultivo.**

elementales consistieron todos los años en caballones (mesas) donde se situaba el cultivo con una disposición de 1,5 m entre líneas y 20 m de longitud. La densidad del cultivo fue, en todo caso, de 33.333 plantas ha<sup>-1</sup>. Las malas hierbas entre caballones se eliminaron mecánicamente con un cultivador adaptado.

Los resultados obtenidos con el desherbado mecánico se compararon con dos testigos, correspondientes a un tratamiento sin desherbar y un tratamiento acolchado con polietileno negro (PE) (la lámina fue de 15 µm de grosor y de 1,20 m de anchura). El diseño experimental utilizado en todos los ensayos fue de bloques al azar con tres repeticiones.

El primer año los aperos fueron utilizados individualmente (exceptuando el escardador de torsión debido a que presentó bajas eficacias) y, según su eficacia en el control de la flora espontánea, fueron posteriormente combinados entre ellos. A modo de ejemplo: el cepillo fue utilizado dos veces con un intervalo de 22 días en 2006; tanto al escardador de torsión como al escardador de dedos se les acopló un par de cuchillas de cultivador en forma de cola de golondrina de 22 cm de anchura separadas 17 y 14 cm de los escardadores de torsión y dedos, respectivamente. Sin embargo, la escasa eficacia observada con la grada de varillas flexibles provocó que se hiciera un pase de quemador (2005) y de cepillo (2006 y 2007) a los 14, 5 y 10 días después de usar la grada, respectivamente. Se determinó la cobertura del suelo por las malas hierbas en cuatro cuadros de muestreo de 0,2 x 1 m ubicados a 10 cm del centro de la línea del cultivo en el mismo momento de tratamiento, a los 8, 21, 36 y 50 días después de la plantación (DDP).

**FIG 1.** Biomasa seca de las malas hierbas 63 días después del tratamiento en los diferentes tratamientos de desherbado en los distintos años de ensayo.



A los 63 días después de realizar cada tratamiento, se tomó la biomasa de las malas hierbas en los mismos cuadros de muestreo y se secaron en estufa a 60°C hasta conseguir peso constante. La elección de esa fecha para realizar esta medición se debió a que para entonces las plantas de tomate cubrían el caballón. En el año 2008 se plantó el tomate más tarde que en el resto de años al registrarse abundantes lluvias en

primavera (**cuadro I**). Por ello fue necesario realizar un desherbado previo a la plantación del cultivo, de ahí que emergieran muchas menos malas hierbas posteriormente y que por tanto se decidiera no determinar su biomasa al ser muy escasa.

## Resultados y discusión

### Uso de los aperos

Las profundidades de suelo removido por los aperos oscilaron entre 2-3 cm para la grada de varillas flexibles y 3-4 cm para los escardadores de torsión y de dedos, mientras que el cepillo de eje horizontal alcanzó los 5-6 cm de profundidad. La conexión del cepillo a la toma de fuerza confiere a este apero una capacidad de movimiento de suelo mayor que a los otros, aunque presenta el inconveniente de la limitación de altura del cultivo para que éste quepa por la abertura del protector.

### Control de las malas hierbas

Cabe resaltar cómo el acolchado con PE redujo la biomasa de las malas hierbas



Escardador de dedos listo para tratar tres filas de cultivo. En primer plano, tres pares de escardadores de torsión.

adecuadamente durante todos los años de estudio (**figura 1**). La escasa biomasa registrada correspondió principalmente a plantas de juncia (*Cyperus rotundus*) que fueron capaces de perforar la lámina del PE, como ya se había observado en otros ensayos. En el control de los medios mecánicos cabe destacar:

- El cepillo de eje horizontal fue muy eficaz en el control de las hierbas, logrando en general baja biomasa a excepción del año 2007, debido a que el apero se pasó más tarde que en los otros años.
- También el quemador consiguió reducir la biomasa de las malas hierbas eficazmente el año 2005, pero debido a que fue necesario utilizarlo tres veces en la misma campaña, se descartó para futuros ensayos al considerarse que era demasiado engorroso y poco práctico en el control de la flora arvense.
- La grada de varillas flexible consiguió un efecto medio, reduciendo la biomasa de las malas hierbas aproximadamente a la mitad de la registrada en las parcelas no tratadas (**figura 1**).
- El escardador de torsión consiguió una reducción de la biomasa similar a la obtenida por la grada de varillas, muy mejorada en el caso del escardador de dedos cuando se añadieron unas rejillas de cultivador al conjunto escardador (año 2009) (**figura 1**).

No obstante, tanto la grada de varillas como los escardadores de torsión y de dedos tuvieron una doble limitación en las condiciones del ensayo. Por una parte, las propiedades físicas del suelo con tendencia a encostramiento no fueron las más favorables para el uso de estos aperos al dificultar la vibración de las púas de la grada, necesaria para desenraizar las malas hierbas, o reducir la penetración de los escardadores de torsión y de dedos en el suelo. Así, todos estos aperos funcionaron bastante peor en suelos endurecidos y encostrados



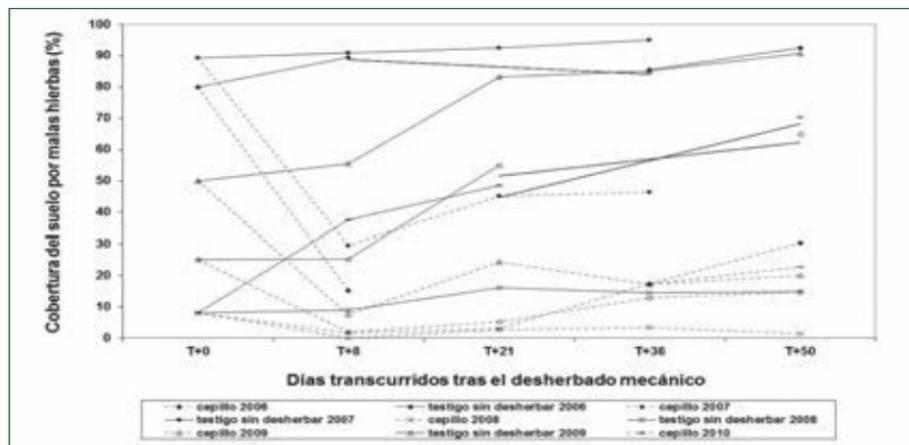
Grada de varillas flexibles a la que se han retirado púas en la fila central para garantizar la selectividad al cultivo.

como el del ensayo, que por otro lado, son condiciones muy frecuentes en la zona del valle del Ebro y en otras zonas de España. Por otra parte, la abundante presencia de juncia dificultó también el control del conjunto de malas hierbas presentes, ya que esta especie brota a partir de tubérculos y es capaz de hacerlo a profundidades superiores a los 20 cm. Estos tubérculos forman una red en el suelo, y aunque se arranquen unas hojas o una planta de juncia, ésta será capaz de emitir nuevas hojas desde el tubérculo o brotar desde otros que todavía estén latentes. Por ello, es muy común que se produzca una nueva nascencia de plantas de juncia después de emplear métodos de control mecánicos. Como se ha comentado anteriormente, no se presentan resultados para el año 2008, ya que se produjo un retraso en la plantación debido a las abundantes precipitaciones registradas en primavera. Ese año las malas hierbas, debido a su rápida y agrupada nascencia, fueron eliminadas antes de la plantación del tomate y se registraron pocas nuevas germinaciones posteriormente. Este hecho demuestra que la técnica de la

“falsa siembra”, es decir, realizar las labores, esperar a la emergencia de las malas hierbas, eliminar éstas y plantar el cultivo, puede ser muy efectiva, aunque en este caso fue involuntaria debido a las condiciones meteorológicas específicas de ese año.

A pesar de las citadas limitaciones edáficas y de contar con una importante presencia de especies de difícil control, el cepillo de eje horizontal consiguió reducir la biomasa eficazmente para el conjunto de especies (**figura 2**). Se aprecia la elevada eficacia inicial en la mayoría de los años, la cual se mantuvo en niveles inferiores al 30% en cinco de las seis campañas. En 2007 no se consiguió reducir la cobertura de las malas hierbas tanto como se esperaba y además, como ocurre en la mayoría de los casos, se produjo un aumento de la cobertura después del tratamiento. Posiblemente esto sea debido a que ese año se pasó el apero bastante tarde (28 DDP), condicionado por la meteorología, encontrándose las malas hierbas en estadios de crecimiento y desarrollo más avanzados y pudiendo rebrotar muchas de ellas después de su uso.

**FIG 2.** Cobertura del suelo por malas hierbas a lo largo del tiempo en el momento de realizar el tratamiento de cepillo comparado con la cobertura en las parcelas sin desherbar.

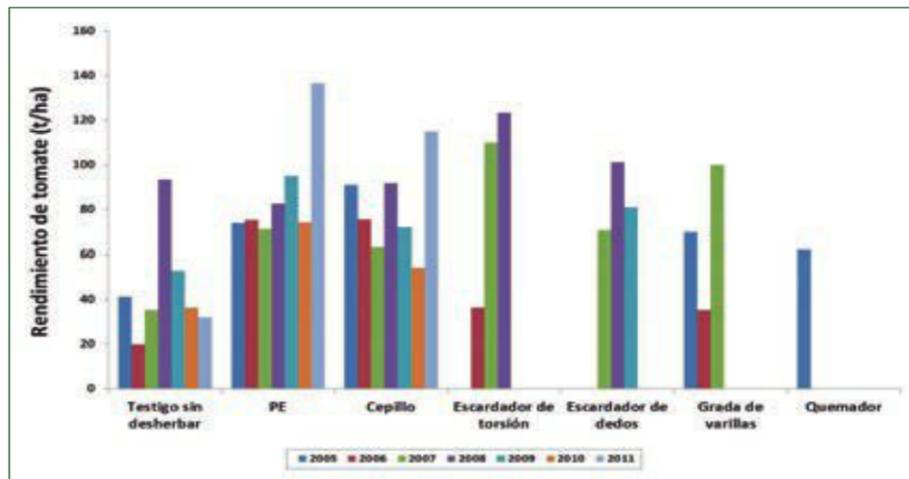


**Rendimiento**

Como se observa en la **figura 3**, el rendimiento alcanzado en las parcelas sin desherbar fue menor en la mayoría de años, exceptuando el año 2008, durante el cual la menor densidad de malas hierbas lógicamente provocó una menor incidencia sobre el cultivo. Este hecho demuestra, a pesar del enorme

potencial competitivo de este cultivo, la importancia de realizar un correcto desherbado en tomate de industria. El rendimiento del cultivo en PE fue el más constante entre años, si bien se alcanzaron valores similares e incluso algo superiores para tomate sometido al desherbado mecánico con cualquiera de los aperos utilizados (**figura 3**). El bajo rendimiento obtenido para la grada de

**FIG 3.** Rendimiento de tomate obtenido en los diferentes tratamientos durante los años de ensayo.



varillas en 2006 pudo deberse a que se produjeron daños sobre el cultivo, ya que la eficacia de control de malas hierbas ese año fue similar a la obtenida en 2007 (**figura 1**), pero en este último año se alcanzaron rendimientos mayores (**figura 3**).

**Conclusiones**

En suelos compactados y con tendencia al encostramiento, la grada de varillas flexibles, el escardador de dedos y el escardador de torsión mostraron dificultades para el control de las malas hierbas, ya que hay que tener en cuenta que los aperos están diseñados en países del norte de Europa para suelos ligeros y generalmente no regados. Cabe destacar que es necesario complementar los escardadores de dedos y de torsión con un cultivador cuyos brazos y cuchillas estén adaptados a cada caso, ya que su espacio de trabajo es estrecho, cercano a la línea de plantación. El cepillo de eje horizontal ha sido el apero con mayor eficacia en el control de malas hierbas y rendimiento más constante, y se considera adecuado para el desherbado mecánico en tomate de industria en las condiciones en que se han efectuado los ensayos. ■

**AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a M.L. Pardo y A. Pardo el prestarnos el cepillo de eje horizontal y a Theo Remij (Frato Machine Import) el facilitarnos los escardadores de torsión. Muchas gracias también a F. Arrieta, J. M<sup>o</sup>. Royo, J.A. Alins y M. León en la realización de los ensayos.

**BIBLIOGRAFÍA**

Ascard J. y Belinder R.R.B. (1996). Inter-row cultivation in weed-free carrots – the effect on yield of hoeing and brush weeding. *Biological Agriculture and Horticulture* 10:161-173.  
 Netland J., Balvoll G. y Holmoy R. (1994). Band spraying, selective flaming and hoeing in late White cabbage. *Acta Horticulturae* 372:235-243.  
 Raffaelli M., Fontanelli M., Frasconi C., Giananni M. y Peruzzi A. (2011). Physical weed control in processing tomatoes in Central Italy. *Renewable Agriculture and Food Systems* 26:95-103.