

3 A.5 - EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS BIODEGRADABLES AL USO DEL POLIETILENO COMO CUBIERTA DE SUELO PARA EL CONTROL DE MALEZAS

A. Anzalone¹, A. Cirujeda², J. Aibar³ y C. Zaragoza²

¹Decanato de Agronomía. Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado” Apartado postal 400, Barquisimeto, Venezuela. E-mail: aanzalone@ucla.edu.ve

²Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón Av. Montañana 930; 50059 Zaragoza, España. E-mail: acirujeda@aragon.es

³Escuela Universitaria Politécnica Superior de Huesca Ctra. de Zaragoza, Km. 67, 22071 Huesca, España. E-mail: jaibar@unizar.es

Resumen: Se realizaron tres años de ensayos en Zaragoza (España) y uno en Quíbor (Venezuela) evaluando materiales de cobertura biodegradables en tomate de industria. El objetivo fue estudiar alternativas al polietileno (PE) como cubierta de suelo para controlar malezas. Los tratamientos aplicados en Zaragoza fueron: paja de arroz, paja de cebada, restos de maíz, restos de *Artemisia absinthium*, plástico biodegradable, papel kraft, PE negro, herbicidas, desmalezado manual y testigo sin desmalezar arreglados aleatoriamente en 4 bloques. En Quíbor fueron: paja de arroz, restos de maíz, serrín de madera, papel kraft, PE negro-gris, herbicidas, desmalezado manual y testigo sin desmalezar, distribuidos de forma aleatoria con 4 repeticiones. Un estudio preliminar mostró que 1 kg.m⁻² era suficiente para cubrir el suelo con paja de arroz y cebada y restos de maíz. Se observaron cambios en la composición de malezas entre tratamientos y años en Zaragoza. El mejor control y la menor biomasa de malezas se obtuvieron con el uso del papel, seguido del PE. La mejor cobertura orgánica en Zaragoza fue la paja de arroz y en Quíbor fue el residuo de maíz. Se observó un incremento significativo en la materia orgánica del suelo en las parcelas con cubiertas orgánicas. El rendimiento del tomate fue mayor en el PE, seguido del papel y el desmalezado manual. El rendimiento se relacionó de forma directa con el control de malezas en ambas localidades. El papel, el plástico biodegradable, los restos de maíz y la paja de arroz tienen potencial para sustituir al PE y los herbicidas.

Palabras clave: tomate, *Lycopersicon esculentum*, acolchado, papel kraft.

INTRODUCCIÓN

El uso de cubiertas de diferentes tipos colocadas sobre el suelo para el control de malezas es una técnica de manejo que ha demostrado ser eficiente, por lo que es una opción muy utilizada frente al uso de herbicidas. Una de las alternativas más utilizadas para cubrir el suelo son las cubiertas plásticas con polietileno (PE) negro. El uso de PE conlleva una serie de ventajas técnico-ambientales, pero como toda técnica no escapa de poseer desventajas, como son el precio, los costos de manejo y la dificultad de recoger completamente los restos del plástico después de la cosecha. Otro inconveniente del uso de plástico de PE negro es que en años calurosos o en zonas muy cálidas puede perjudicar a los cultivos debido al excesivo calentamiento del suelo (RADICS y SZÉKELYNE, 2002; MILES *et al.*, 2003; PARDO *et al.*, 2005). El problema de generación de desechos es uno de los mayores inconvenientes del uso de cubiertas de suelo plásticas no degradables. La dificultad en el manejo de los residuos en el campo

comienza por su retirada, actividad lenta y costosa. Si bien esta técnica produce serios inconvenientes, no se han difundido alternativas equivalentes atractivas para el agricultor, en especial para grandes áreas de cultivo. A pesar de ello está claro que el uso de cubiertas de PE es una actividad que deberá reducirse hasta suprimirla totalmente (LE MOINE, 2003).

La evaluación de cubiertas de suelo biodegradables como plásticos fotodegradables, papel, fibras sintéticas, polímeros de origen vegetal, residuos de cosecha, etc. acapara gran parte de la investigación que se realiza actualmente en el área de los métodos no químicos para el control de malezas. Evaluaciones con plásticos biodegradables y otros materiales muestran resultados muy prometedores, ya que pueden controlar las malezas de forma eficaz sin dejar residuos (MARTÍN y PELACHO, 2004; MORENO *et al.*, 2004; CIRUJEDA *et al.*, 2007).

El objetivo general de este trabajo fue evaluar el uso de diferentes restos vegetales, plástico biodegradable y papel como alternativa al uso de PE como cubierta de suelo para el control de malezas, utilizando al tomate (*Lycopersicon esculentum* P. Mill.) como cultivo modelo bajo las condiciones edafoclimáticas y de producción típicas en España y Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante los años 2005, 2006 y 2007 en Zaragoza (España) y 2007 en Quíbor (Venezuela) se estableció un ensayo de campo en un cultivo de tomate para industria bajo riego por goteo. Los ensayos se dispusieron en un modelo de bloques al azar con 4 repeticiones y completamente aleatorizado en España y Venezuela respectivamente. Las cubiertas evaluadas en Zaragoza fueron paja de arroz, paja de cebada, restos de cosecha de maíz, restos frescos *Artemisia absinthium*, plástico biodegradable (MaterBi 15 micras de Novamont), papel (tipo kraft de 200 g.m⁻²) y PE negro (15 µm), mientras en Quíbor (Venezuela) se evaluaron la paja de arroz, restos de cosecha de maíz, serrín de diferentes maderas, papel (tipo kraft de 200 g.m⁻²) y PE gris-negro (25 µm). En ambas localidades se incluyeron los tratamientos de desherbado manual, herbicida [1,75 kg.ha⁻¹ metribuzina (70% WP, Lexone®, DuPont®) + 15 g.ha⁻¹ rimsulfuron (25% WP, Titus®, DuPont®)] y testigo sin desherbar.

Se determinaron las características físico-químicas más importantes de las cubiertas evaluadas, el contenido de contaminantes que puedan acumularse en el suelo y el potencial efecto alelopático de los restos vegetales sobre el cultivo. También se determinó el efecto de las cubiertas sobre la composición de la flora arvense y su control, así como sobre el desarrollo, rendimiento y calidad de la cosecha en el cultivo. Por último se evaluó el efecto de los tratamientos sobre algunas características químicas del suelo, su temperatura y el gasto de agua y se llevó a cabo un pequeño estudio económico.

Las especies dominantes en los ensayos en España fueron *Cyperus rotundus*, *Chenopodium album* y *Portulaca oleracea*, mientras en Venezuela fueron *Echinochloa colona* y *Trianthema portulacastrum*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una dosis de 1 kg.m⁻² de restos vegetales recubrió apropiadamente el suelo y constituyó una cubierta suficiente para el control de las malezas. No se evidenció efecto alelopático de ninguna de las cubiertas orgánicas sobre el cultivo. Los tratamientos sin control de malezas obtuvieron una producción entre 68% y 71% menor que aquellos donde se aplicó algún tipo de control, por lo que se observa el alto impacto de las malezas sobre la producción del tomate. Las cubiertas modificaron de forma diferencial la flora arvense y el mejor control de la cobertura del suelo por malezas fue logrado por el papel (93%), seguido por el PE (78%), control manual (74%) y plástico biodegradable (62%), con similares resultados para la biomasa seca de malezas. Al final del ciclo de ensayos en España se observó un aumento en la dominancia de *Digitaria sanguinalis* en las cubiertas de restos vegetales y de *Cyperus rotundus* en las correspondientes a plástico biodegradable y polietileno. Un aspecto interesante al resaltar es que la cubierta con papel fue capaz de controlar a *Cyperus rotundus*.

Se encontró una alta variación entre años para las variables de desarrollo del cultivo; sin embargo, los tratamientos correspondientes a papel, PE y plástico biodegradable obtuvieron mayores valores para estas variables en alguno de los años de ensayo. En cuanto al rendimiento del cultivo, en

ambas localidades el PE logró los mejores rendimientos del cultivo, seguido del papel y el plástico biodegradable. Los resultados en Zaragoza indican que el mayor peso medio de frutos por planta es alcanzado por el PE (2,41 kg = 100%), seguido en segundo lugar por el plástico degradable (86%), la escarda manual (84%) y el papel (83%) en un mismo grupo estadístico y a continuación el herbicida (81%), la paja de arroz (78%) y los restos de maíz (68%) en un tercer grupo. La paja de cebada (64%) y la *Artemisia absinthium* (48%) obtuvieron los menores valores de producción, pero siempre mejores que los del testigo sin desgerbar (32%). De forma similar, en Quíbor el tratamiento correspondiente al PE logró los mayores pesos de frutos por planta (1,67 kg = 100%), seguido del tratamiento con papel (73%) y restos de cosecha de maíz (65%). Se observó una alta correspondencia ($R^2=0,89$) entre el nivel de control de malezas de los diferentes tratamientos y los niveles de producción alcanzados. En ningún caso hubo diferencias en los parámetros de calidad del fruto entre los tratamientos aplicados.

Los materiales evaluados presentaron niveles de contaminantes aceptables que no se acumularon en el suelo y el aporte de nutrientes al suelo fue de medio a bajo, aunque los restos vegetales lograron aumentar en una media de 30% la materia orgánica del suelo al cabo de tres años en Zaragoza. Se observaron diferencias en la temperatura del suelo de acuerdo a la cubierta evaluada, donde las menores temperaturas (22 °C) se registraron en las cubiertas de restos vegetales y el papel y las mayores en los plásticos y el suelo desnudo tratado con herbicida (23-25 °C). Los materiales de cubierta en los que se observó un menor gasto de agua fueron el PE, el plástico biodegradable y el papel. Por último, el estudio económico realizado indica que los mayores beneficios económicos se obtienen con el uso del PE, mientras que las cubiertas de restos vegetales bajo las condiciones ensayadas no generaron beneficios. El tratamiento con cubierta de papel obtuvo beneficios que podrán mejorarse en la medida que se bajen los costos del material y de su colocación en el campo.

CONCLUSIONES

El papel destacó como material alternativo al uso del PE, por ser biodegradable, con probadas posibilidades de mecanizar su colocación y estar disponible en cantidades y costos apropiados. Sin embargo, ninguno de los tratamientos evaluados alcanzó los niveles de producción obtenidos con el uso del PE. Los restos vegetales tuvieron un comportamiento aceptable, pero el costo de la colocación de estas cubiertas en campo hace poco atractivo su uso a gran escala. Con algunas mejoras agronómicas y económicas la técnica de cubiertas de suelo con restos vegetales y papel pueden constituirse en una alternativa viable al uso del PE y ser de utilidad para la producción integrada o ecológica.

BIBLIOGRAFÍA

- CIRUJEDA, A.; AIBAR, J.; ANZALONE, A.; LEÓN, M.; ZARAGOZA, C. (2007). Three years evaluation of mulch materials for weed control in tomato. Proceedings of international conference of novel and sustainable weed management in arid and semi-arid agroecosystems, Rehovot, Israel. p. 35
- LE MOINE, B. (2003). Films de acolchado: hacia una nueva generación de plásticos de envejecimiento acelerado. *Plasticulture*, 122, 97-103.
- MARTÍN, L.; PELACHO, A. (2004). Los acolchados biodegradables como alternativa a los acolchados de papel y PE en un sistema de producción de tomate. Actas del VI congreso de la sociedad española de agricultura ecológica (SEAE), Almería, España. pp. 237-238.
- MILES, C.; GARTH, L.; SONDE, M.; NICHOLSON, M. (2003). Searching for alternatives to plastic mulch. Washington State University. [Documento en línea] Disponible en: <http://agsyst.wsu.edu>. Fecha de consulta: 07/05/05.
- MORENO, M.; MORENO, A.; MANCEBO, I.; MECO, R. Y LOPEZ, J. (2004). Comparación de diferentes materiales de acolchado en cultivo de tomate. Actas del VI congreso de la sociedad española de agricultura ecológica (SEAE), Almería, España. p. 243.

- PARDO, G.; ANZALONE, A.; CIRUJEDA, A.; FERNÁNDEZ-CAVADA, S.; AIBAR, J.; ZARAGOZA, C. (2005). Different weed control systems in tomato. Proceedings of 13th European weed research society symposium, Bari, Italia. s/p.
- RADICS, L.; SZÉKELYNÉ, E. (2002). Comparison of different mulchings methods for weed control in organic green bean and tomato. Proceedings of 5th European weed research society workshop on physical weed control. Pisa, Italia. pp. 1925-204.

Summary: Evaluation of biodegradable alternatives to polyethylene mulch for weed control. Three years of field trials have been carried out in Zaragoza (Spain) and one year in Quíbor (Venezuela) using different biodegradable mulch materials in processing tomato. The aim was to study different weed control techniques proposing biodegradable alternatives to the black polyethylene mulch. The treatments in Zaragoza were: rice straw, barley straw, corn harvest residue, *Artemisia absinthium* wormwood plants, black biodegradable plastic, brown kraft paper, black polyethylene (PE), herbicide, manual weeding and unweeded control, randomly distributed in 4 blocks. In Quíbor were: rice straw, wood sawdust, corn harvest residue, brown kraft paper, black-gray polyethylene (PE), herbicide, manual weeding and unweeded control randomly distributed with 4 repetitions. A preliminary study showed that 1 kg.m⁻² was sufficient to cover the soil with rice and barley straw and corn harvest residue. Change in weed composition was observed between treatments and years in Zaragoza. Best weed control and lowest weed biomass were achieved by paper followed by PE. The best organic mulch was rice straw in Zaragoza and corn harvest residue in Quíbor. A significant increase of soil organic matter was observed in parcels with organic mulch. Tomato yield was highest for PE followed by paper and manual weeding. Yield was clearly related to weed control in both locations. Paper, biodegradable plastic, corn harvest residue and rice straw are potentially interesting to substitute PE and herbicides.

Key words: tomato, *Lycopersicon esculentum*, mulch, kraft paper. blankets.