

# EVALUACIÓN DE MATERIAL OXOBIODEGRADABLE DE ACOLCHADO EN CULTIVO DE MELÓN

LAURA GUERRERO ABELLÓN  
JOSEFA LÓPEZ-MARÍN  
CARMEN MAXI RODRÍGUEZ SÁNCHEZ  
ALBERTO GONZÁLEZ BENAVENTE-GARCÍA  
Departamento de Hortofruticultura, IMIDA (Murcia)

JOSÉ FENOLL  
Departamento de Calidad y Garantía Alimentaria. IMIDA (Murcia)

JUAN A. FERNÁNDEZ HERNÁNDEZ  
Departamento de Producción Vegetal. Universidad Politécnica de Cartagena (Murcia)

## RESUMEN

La utilización de materiales degradables en zonas donde es muy dificultosa la recuperación de acolchados con polietileno se entrevé como una posibilidad para evitar los problemas de contaminación edáfica y de impacto visual en determinadas comarcas de la Región de Murcia.

Entre estos materiales, aquellos que se degradan por mecanismos de oxidación de su estructura están siendo introducidos en la zona. Pero la imprecisión sobre sus plazos de degradación está causando problemas de aceptación.

En este trabajo se evalúan las respuestas térmica y agronómica, que aparecen muy similares a la del polietileno transparente, y se continúan estudiando sus procesos de degradación.

*Palabras clave:* Contaminación, aire libre, vida útil, producción, degradación.

## INTRODUCCIÓN

La utilización de acolchados con polietilenos lineales de baja densidad ha sido una práctica usual desde hace varias décadas, pero la no recuperación de la lámina a la finalización del ciclo de cultivo crea diversos problemas de contaminación edáfica y visual, así como problemas de desarrollo de las plántulas en el ciclo de cultivo siguiente. El pro-

blema radica en que las excelentes propiedades de estos polietilenos le aseguran una dilatada vida útil, incluso sometidos a factores de meteorización como luz y temperatura. Y si la práctica realizada habitualmente por el agricultor era la de labrar los restos del cultivo, filme plástico incluido, potenciaba la duración del acolchado al enterrar los fragmentos producidos y protegerlos de la acción de estas variables ambientales. Pero el efecto acumulativo de estos residuos, unido a nuevas normativas de producción, como la Integrada o la Ecológica, que exigen la retirada o no utilización de este tipo de acolchado, y la necesaria preservación del medio ambiente, condiciona la utilización de estos polietilenos.

Por otro lado, la optimización de los resultados agronómicos que se consiguen con el uso de los acolchados, proporcionando efectos de precocidad, regulación de la evapotranspiración, control de malas hierbas, aumento de la calidad de los frutos, etc., está haciendo necesario buscar alternativas de uso de otros materiales que permitan continuar el cultivo en zonas donde sería difícil recuperar los restos del filme de polietileno. Esta dificultad se produce principalmente porque la textura arcillosa de los suelos de numerosas comarcas agrícolas murcianas hace que se adhiera mucho la película plástica a la tierra, siendo muy trabajosa su recuperación e incrementando los costes de cultivo; aspecto este último que en los cultivos hortícolas de semiforzado debe ser bastante ajustado, debido a que los márgenes económicos entre inversión y valor de la producción son estrechos. La otra alternativa considerada, para que los acolchados puedan seguir utilizándose en zonas de difícil recuperación de los polietilenos, ha sido la de proponer la utilización de otros materiales que se degraden y que no causen un impacto ambiental negativo.

Desde hace algunos años se está haciendo a nivel experimental la evaluación de los denominados materiales biodegradables, los Mater-Bi; éstos tienen la particularidad de que su polímero base es de naturaleza vegetal, procedente de fécula de distintas especies. Ello facilita que, independientemente de la acción erosiva causada por factores climáticos, cuando sus restos se entierran y se encuentran en presencia de humedad que potencia la actividad microbiana, puedan ser siguiendo degradados hasta desaparecer visualmente en el espacio de unos meses, de 6 a 8. De esta gama de productos innovadores, se ha constatado que tienen un comportamiento agronómico similar al de los polietilenos, tanto transparentes, aún en experimental, como opacos, en negro, y ya comercializados. A la espera de perfeccionar los prototipos transparentes, una de las dificultades que presentan estos materiales, además de su precio superior al del polietileno, es que hay que hacer una mejor preparación y limpieza del suelo para realizar su mecanización, debido a sus propiedades mecánicas y al menor espesor que presentan, entre 15 y 18  $\mu\text{m}$ .

Posteriormente ha aparecido un nuevo material degradable, el oxobiodegradable, cuyo elemento más diferencial con respecto al anterior es que su polímero base es polietileno lineal, al cual se le añade un aditivo que propicia el debilitamiento de su estructura bajo la acción de factores fotoquímicos. Actualmente en el Campo de Cartagena se han realizado diversas aplicaciones en cultivo de melón, habiéndose obtenido muy buenos resultados agronómicos. Lo que no está muy definido aún es su periodo de degradación; entre las recomendaciones prácticas de uso que se hacen del material, es que su vida útil se estima entre 18 y 24 meses, pero parecen existir algunas oscilaciones de comportamiento.

Ante el gran interés que suscita este nuevo material, con propiedades mecánicas bastante próximas a las del polietileno de uso tradicional, buena mecanización y precio similar, se ha creído necesario conocer más exactamente las cualidades de este nuevo

material degradable, que puede constituir una alternativa válida a la del polietileno. Para ello el Equipo de Horticultura del Departamento de Hortofruticultura del Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA) ha establecido una colaboración con la firma Distribuidores de Agroquímicos, S.L. (La Palma-Murcia), concesionarios del material en la comarca del Campo de Cartagena, para evaluarlo en color transparente en un cultivo de melón, especie donde se han hecho mayoritariamente otras valoraciones agronómicas similares.

## MATERIAL Y MÉTODOS

La evaluación se ha realizado en una finca experimental del IMIDA, Torreblanca, situada en el Campo de Cartagena, a unos 4 km de los Alcázares y del Mar Menor, en el término municipal de Dolores de Pacheco.

El material degradable utilizado ha sido un oxobiodegradable proporcionado por Distribuidores de Agroquímicos Torrepacheco, con denominación comercial Cristal Oxoplas, que como características comerciales presenta la de ser transparente, y tener 1 m de ancho y 15  $\mu\text{m}$  (60 galgas) de espesor. También se le nota un tacto un poco untuoso, diferente al del polietileno. La duración de la vida útil de este filme, presumiblemente, es de 18 a 24 meses, suponiendo que un mayor o menor lapso de tiempo estará en función de las condiciones ambientales en las que se desarrolle el cultivo. Siguiendo el protocolo establecido en el IMIDA para investigar sobre las condiciones de estos nuevos materiales, su respuesta sobre el cultivo fue comparada con la de dos polietilenos de uso tradicional, ambos lineales de baja densidad y con 1 m de ancho, siendo sus espesores de 15  $\mu\text{m}$ , en el caso del negro, y de 25  $\mu\text{m}$  en el del transparente.

La valoración ha contemplado dos aspectos, uno agronómico, es decir, donde se constata la inducción térmica a los horizontes superficiales donde se desarrolla el sistema radicular, y la de otros factores que pueden afectar sobre el rendimiento y la calidad de la producción; y otro, de degradación, donde siguiendo un protocolo habitual se comprueba a nivel de observador la pérdida de estabilidad del material y los procesos de degradación. El cultivo donde se ha realizado la evaluación ha sido de melón, en un tipo *Galia*, *Cucumis melo* var. *cantalupensis* Naud, variedad Veleta, que es un material vegetal de respuesta conocida y usado en la zona. Estos tipos presentan como características diferenciales el ser menos vigorosos que los tipo español, tener frutos esféricos con un peso medio entre 0,8 y 1,3 kg de color verdoso que amarillean a la maduración, y que externamente poseen un denso escriturado. La carne es blanca o ligeramente verdosa, aunque poco consistente, pero muy dulce con 13 a 16 °Brix.

Las prácticas de cultivo realizadas han seguido las pautas del cultivo tradicional. La parcela experimental había permanecido en barbecho el invierno anterior al trasplante. Con antelación a la plantación no se utilizó ningún herbicida para valorar mejor la resistencia a las malas hierbas, y tras unos pases cruzados de vertedera, para airear y romper alguna compacidad del suelo, y de fresadora, para uniformizar la estructura del mismo, se distribuyeron las mangueras de riego y se colocaron los acolchados. El marco de plantación fue de 2,0 x 0,5 m (100.000 plantas/ha), que es el utilizado para este tipo de melón. El trasplante se llevó a cabo el 18 de abril, fecha que está dentro del calendario de plantación de la zona. La plántula utilizada procedió de un semillero profesional próximo a la finca experimental, y fueron desarrolladas en bandejas de poliestireno de 108 alvéolos, siguiendo prácticas de cultivo propias de esa instalación.

Como particularidad del material oxobiodegradable con destino al cultivo de este tipo de melón, decir que lleva marcas cada 0,5 m, lo que indica la distancia a conservar entre plantas, y que facilita esta labor asegurando la uniformidad de la plantación cuando el trasplante se hace manualmente. El trasplante se hizo practicando una incisión en los materiales de acolchado con el plantador y enterrando en el hueco el cepellón de la plántula hasta el cuello de ésta. Una vez hecha la plantación se les colocó, en sentido longitudinal, una cubierta flotante, o manta térmica, Agril, de polipropileno de 17 g/m<sup>2</sup> de peso y un ancho de 1,50 m.

La alimentación hídrica se realizó con empleo del riego localizado, utilizando una manguera por línea de plantas, dotada de emisores cada 0,50 m; la línea se colocó a una pequeña distancia de la planta para evitar riesgos de encharcamiento a la altura del cuello que propiciase la aparición de podredumbres en esa zona de la planta, pero bajo la influencia del bulbo húmedo formado. Las mangueras de polietileno negro de 10/12 mm de diámetros interior/exterior, respectivamente, llevaban embutidos emisores interlíneas de capacidad teórica de 3 l/h a 1 atm de presión. Los riegos fueron aplicados en función de las necesidades de la planta y la fase fenológica que atravesaban. En cuanto a la fertilización se practicó por fertirrigación, siguiendo las recomendaciones de la Normativa de la Producción Integrada de la Región de Murcia, basadas en la aportación de Unidades Fertilizantes en función de 1 t de peso fresco extraído el equilibrio que se siguió fue: 5; UF de nitrógeno (N), 3 UF de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), 10 UF de potasio (K<sub>2</sub>O), 4 UF de calcio (CaO) y 2 UF de magnesio (MgO).

En el aspecto fitosanitario destacar algunas marras producidas tras el trasplante y un fuerte ataque de pulgón, *Aphis gossypii* y *Myzus persicae*, conjuntamente, que aun a pesar de realizar tratamientos con imidacloprid (confidor), pirimicarb (aphox), etc., causó daños en hojas y brotaciones terminales, al iniciarse los ataques cuando aún estaba colocada la cubierta flotante y no controlar los focos iniciales. Como prácticas de cultivo adicionales durante sus desarrollos se hicieron dos escardas para eliminar las malas hierbas que crecieron entre las líneas de cultivo; también se enderezaron las brotaciones entre líneas para facilitar el paso. La manta térmica se retiró el día 30 de mayo. Las condiciones climáticas habidas durante el ciclo de cultivo fueron controladas por la infraestructura de toma de datos del observatorio meteorológico de la finca experimental, que se encuentra incluido dentro de la red del Instituto Nacional de Meteorología.

Para comprobar la inercia térmica que proporcionaba cada uno de los materiales de acolchado, se colocaron en cada uno de ellos sondas térmicas con el sensor a unos 10 cm de profundidad, horizonte donde se mueven las raíces. Estas sondas estaban conectadas a minirregistradores electrónicos, marca Hobo, modelo H04-06, con capacidad para almacenamiento de 8.000 datos, y con posibilidad para volcar datos con la utilización de un transportador específico; la frecuencia de lectura para la toma de datos fue horaria y los registros captados fueron interpretados con el empleo del software adecuado en PC.

Dentro de los controles vegetativos que normalmente se llevan a cabo en cucurbitáceas con materiales de acolchado degradables, no fue realizable determinar durante el crecimiento de la planta potencial influencia del acolchado en el número de guías, longitud de éstas o diámetro medio, ya que la elevada densidad de plantación utilizada facilitó el entrecruzamiento de ellas, dificultando mucho su medida y lo que, por otro lado, podría provocar numerosas roturas que a su vez se constituirían como potenciales puertas de entrada a las diversas enfermedades producidas por hongos a nivel de la parte aérea de la planta. Para paliar la deficiencia de datos en este periodo de crecimiento intermedio de la planta, al final del cultivo se realizó un muestreo destructivo, donde se

observaron, como variables a tener en cuenta, número de ramificaciones, longitudes máximas y mínimas de éstas, y la biomasa generada. Esto se complementó con un control puntual de los contenidos de clorofila A+B, realizado en hojas adultas, con un registrador marca Minolta, modelo SPAD-502. La lectura aportada en cada tratamiento ha sido la media de 3 observaciones en la zona central del limbo, de 10 hojas adultas.

En el caso de la floración ocurrió algo similar, ya que, por un lado, debido a la profusión floral de este tipo de melón, y por otro, al entrecruzamiento ya comentado de las guías, fue muy difícil identificar número de individuos por planta. Igualmente, para tener algunos datos intermedios sobre las características de la floración y posterior fructificación, se hizo un control intermedio el 21 de junio de la aparición de frutos y tamaños que ostentaban en ese momento.

La respuesta productiva se estudió en varias recolecciones practicadas, de las cuales la primera, que representaría la precocidad del cultivo, se retrasó por causa de una visita logística a la parcela experimental de los equipos de I+D de CIBA y de Distribuidores de Agroquímicos, S.L. Ello se estudió viendo el número de frutos producido y su peso total, correspondiente a la producción comercial y al destrío. Para complementar esa información y verificar si los frutos recolectados estaban dentro del ideotipo propio de la variedad, también se controló su morfometría, expresada por sus diámetros cenital y ecuatorial, y su peso medio. Además se observó la mayor o menor presencia del escriturado. A nivel cualitativo de la producción se hizo un estudio en poscosecha, comprobándose las particularidades internas de los frutos, reflejadas en las características de la cavidad placentaria, la anchura de corteza y endocarpio, así como el contenido de sólidos solubles, dados en los grados Brix alcanzados.

En cuanto a la observación de la degradación de los materiales durante el cultivo, se han hecho hasta el momento 5 evaluaciones, los días 16 de mayo, 21 de junio, 18 de julio, 20 de agosto y 17 de septiembre. Se ha observado la evolución de la parte externa del material, donde descansa la planta, y la enterrada, o correspondiente a los faldones. En la primera se han observado como factores de degradación, degradación general, lesiones, daños producidos por contacto con la manguera de riego, resistencias a la tracción y al punzado, y resistencia a la aparición de malas hierbas. En la parte enterrada se ha estudiado lo mismo, excepto daños provocados por la manguera de riego y presencia de malas hierbas. Cada una de estas variables se ha valorado en una escala del 1, mínimo, al 9, máximo, para cuantificar aproximadamente las valoraciones realizadas. Estas variables han respondido a los conceptos que aparecen en la figura 1.

Estas observaciones se van a complementar por el análisis de las propiedades mecánicas de estos materiales, realizado el 28 de octubre, muestreados en cada una de las fechas de observación, y donde se ha estudiado como factor fundamental el alargamiento sufrido, expresado en porcentaje, en función de un valor inicial de un 350 a 400%, habitual del acolchado.

Cada tratamiento de acolchado estuvo compuesto por cuatro repeticiones de 12 x 2 m<sup>2</sup>, lo que supuso un total de 24 plantas/repetición y 96 plantas/tratamiento.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Las condiciones ambientales al aire libre durante el ciclo de cultivo han estado dentro de los niveles medios característicos de la zona. Factores como la humedad del suelo y ambiente, producidos por efecto de la lluvia caída en las primeras fases de creci-

miento, cuando aún el desarrollo vegetativo es reducido y la superficie externa del acolchado está más expuesta, no han sido muy elevados de acuerdo con los valores registrados de humedad relativa y pluviometría. En cuanto a los valores de temperaturas y radiación, comentar lo mismo, que responden a la media de la zona en esa época del año, y materiales como el polietileno lineal de baja densidad nunca se han visto afectados mecánicamente durante el ciclo de cultivo por valores similares alcanzados por estas variables climáticas (tabla 1).

Como el conocimiento de la transmisión de la luz o la generación del calor es más conocida y estudiada en los polietilenos, sólo se usó una sonda de control, en ambos, negro (N) y transparente (TR), mientras que en el material oxobiodegradable el registro se realizó en dos repeticiones, A1 y A2. Aunque se observó una ligera desviación entre los dos registros del material experimental, en la mayoría de los casos sólo hubo diferencias mínimas entre ellos, lo que respalda la bondad del dato.

La inercia térmica inducida por los diferentes acolchados, que se controló a partir de la semana 22, ha mostrado unos valores máximos bastante elevados para la profundidad del horizonte que se estudia (figura 2). En ellos se ve que hasta incluso la temperatura del suelo alcanza valores importantes; lo que se comprueba es que, en todo momento, hay mayores temperaturas en el polietileno transparente, después en las dos sondas situadas en el acolchado oxobiodegradable y, a continuación, en el polietileno negro, y en todos los casos siempre es superior la temperatura de los acolchados a la del suelo descubierto (figura 2).

La situación definida en el estudio de las temperaturas máximas también coincide con la observada en las temperaturas mínimas (figura 3). En las que se repite que la temperatura del suelo es siempre menor al calentarse menos, y en los suelos acolchados son mayores también en el mismo orden en que se producen las máximas, al no tener mucha capacidad de ceder calor al aire exterior (figura 3). Igualmente, la temperatura media, lógicamente, refleja la dinámica de mayor inercia térmica de los suelos acolchados que el descubierto (figura 4).

El desarrollo vegetativo final se evaluó cogiendo las 24 plantas de una repetición y midiendo sus ramificaciones de máxima y mínima longitud, así como el número de ellas (tabla 1). También se determinó la materia seca media que generó una planta adulta, para ello se tomaron 5 plantas enteras y se deshidrataron durante 72 horas a 65 °C de temperatura constante en una estufa con recirculación de aire (tabla 1).

Los resultados obtenidos muestran que los datos medios obtenidos para las plantas cultivadas con polietileno transparente han sido un poco más vigorosas que las desarrolladas con acolchado oxobiodegradable o con polietileno negro, aunque el conjunto de todos los tratamientos se encuentra bastante próximo entre sí, a excepción de los registrados en las plantas cultivadas sin la ayuda de acolchado, que son menores (tabla 1). Comentar que en cuanto a los valores obtenidos en el peso seco, parece como si las plantas cultivadas con polietileno negro, aunque crezcan un poco menos, se lignifican más que en el resto de tratamientos.

En cuanto a la fructificación hay que decir que en la campaña, en general, en la comarca se han presentado muchos problemas de polinización; se ha detectado una menor presencia de abejas en los melonares, aun no faltando flor. En un control puntual realizado el 21 de junio en las plantas del material oxobiodegradable, se apreciaron una presencia discreta de frutos, de los cuales más de un 80% de los observados presentaban diámetros superiores a 10 cm.

En este momento los niveles de clorofila A+B registrado en las plantas de todos los tratamientos se encontraron entre 45,90 y 66,00 spads, incluido el de las plantas cultiva-

das sin acolchado, lo que acredita un grado adecuado de contenidos y escasas diferencias entre tratamientos.

Con relación al comportamiento productivo, los resultados obtenidos muestran una conducta similar entre tratamientos de acolchado (tablas 2 y 3). Aunque sorprende un poco en la primera recolección del día 2 de julio que el máximo productivo se de en las plantas cultivadas sobre acolchado de polietileno negro (tabla 2). En la segunda recolección del 10 de julio, los resultados parecen más conformes, en cuanto a que las mayores producciones se den en los acolchados transparentes y no en el opaco (tabla 3). También decir que las recolecciones se podrían haber iniciado una semana antes, pero aspectos relacionados con la demostración de resultados aconsejó retrasarla.

En cuanto a la calidad de la producción, tanto en la primera como en la segunda recolección, se comprueba que se conserva el ideotipo de la variedad (tablas 4 y 5). Aunque en la primera se encuentren tipos un poco más voluminosos (tabla 4); destacando también en esta recolección del día 2 de julio que la placenta es más compacta en todas las producciones de los distintos tratamientos de acolchado, así como presentan mayor presencia de semillas. Destacar en la segunda recolección el que, aun siendo un margen estrecho de días, se reduzca en todos los tratamientos el espesor de la corteza de los frutos (tabla 4).

Una posterior evaluación del resto de la producción en planta aseguraba un rendimiento final previsible de un poco más de los 4 kg/m<sup>2</sup> esperados, que entraría dentro de las producciones normales del cultivo.

La degradación del material oxobiodegradable durante el ciclo de cultivo ha sido bastante lenta tanto en la parte externa como la enterrada (tablas 6 y 7). En la parte externa se comprueba que la estructura del filme permanece bastante íntegra, ya que las lesiones aparecían muy poco (tabla 6). Se puede entender la pequeña debilidad a la tracción en los últimos muestreos, con motivo de la elevación de las temperaturas a la hora de realizar la observación (tabla 6); de todas maneras, aunque presenta esta mayor flexibilidad el material oxobiodegradable, continúa manteniendo la consistencia, y prueba de ello es que no permite en ningún momento la emergencia de las malas hierbas (tabla 7). No se ha observado ninguna partícula del material adherido al escrutado de los frutos, circunstancia que en otros materiales degradables sí se ha encontrado incrustado en la rugosidad de la red marcada de la corteza (tabla 7). La acción degradativa de la parte enterrada es aún menor que en la parte externa, hecho que se refleja en los apartados de degradación general y de lesiones, que indican el buen aspecto del filme de acolchado (tabla 7). Los aspectos de la tracción y el punzado, al igual que las otras variables que evidencian la degradación, manifiestan el buen estado del filme y su aparente poca degradación, comportamiento que roza el del polietileno. El último control realizado de la degradación del material oxobiodegradable, el 30 de octubre, ha mostrado que las variables evaluadas el 17 de septiembre permanecen estables aun a pesar de haber sufrido un periodo de altas temperaturas seguido de otro continuado de lluvias.

Si se observa el comportamiento del material oxobiodegradable en relación con el de los dos polietilenos, se aprecia cómo hasta el cuarto muestreo presenta una conducta muy paralela a la de ellos, y es sólo a partir del quinto muestreo del 17 de septiembre cuando parecen variar (tabla 6). Circunstancia que se prolonga cuando se ven las evoluciones de las partes enterradas (tabla 7).

Una parcela experimental de cada uno de los tratamientos permanece sin acolchado, sin tocar, para observar su evolución degradativa.

El análisis de las propiedades mecánicas realizado en un laboratorio acreditado, y centrado en la evolución de su alargamiento (tabla 8), indica literalmente que «se puede apreciar que alguna de las muestras tienen un estado más avanzado de evolución que otras, pero según estos resultados, ninguna de las muestras estaría degradada, ya que no habrían disminuido su alargamiento en un 50%».

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido cofinanciado por el proyecto de investigación 622/2007/2-02.7 de la Secretaría General para la Prevención de la Contaminación y el Cambio Climático del Ministerio de Medio Ambiente.

**Tabla 1.** Desarrollo final de plantas: tratamiento destructivo (23 de agosto)

Tratamientos	Ramificaciones			Peso seco (g)
	Intervalo de longitud máxima (cm)	Intervalo de longitud mínima (cm)	Nº medio	
PE Transparente	204 a 135	23 a 60	36.02	159.53
PE Negro	157 a 107	19 a 57	27.63	211.07
Oxobiodegradable	176 a 127	18 a 55	28.42	157.36
Suelo sin acolchar	145 a 111	19 a 44	17.88	96.13

**Tabla 2.** Distribución de las producciones correspondientes a la 1ª recolección (2 de julio)

Tratamientos	Producción Total		Producción Comercial		Destrío	
	Nº Frutos	Peso Total (kg)	Nº Frutos	Peso Total (kg)	Nº Frutos	Peso Total (kg)
PE Transparente	142	201.170	108	160.810	34	40.360
PE Negro	160	215.760	121	168.620	39	47.140
Oxobiodegradable	138	194.130	102	150.922	36	43.208
Suelo	27	33.270	22	28.830	5	4.440

*Nota:* Total por tratamiento.



**Tabla 3.** Distribución de las producciones correspondientes a la 2ª recolección (10 de julio)

Tratamientos	Producción Total		Producción Comercial		Destrío	
	Nº Frutos	Peso Total (kg)	Nº Frutos	Peso Total (kg)	Nº Frutos	Peso Total (kg)
PE Transparente	94	90.622	78	89.662	16	10.960
PE Negro	69	67.905	54	65.365	15	11.540
Oxobiodegradable	79	75.630	65	72.750	14	12.880
Suelo	8	7.780	8	7.780	0	0.000

*Nota:* Total por tratamiento.

**Tabla 4.** Características medias de la calidad de la producción comercial (recolección del 2 de julio)

Tratamiento	Peso medio (g)	Diámetros (cm)			Presencia compacidad semilla (%)	Anchura (cm)		° Brix
		Ecuatorial	Cenital	Cavidad placentaria		Corteza	Endocarpio	
PE Transparente	1407.15	14.01	14.18	5.25	87.50	0.103	4.48	11.78
PE Negro	1378.78	13.87	14.17	5.15	97.50	0.107	4.49	11.94
Oxobiodegradable	1356.50	13.84	13.95	5.24	83.30	0.113	4.50	11.89
Suelo	1173.11	13.19	12.59	5.05	50.00	0.120	4.46	6.74

*Nota:* Muestreo de 40 frutos por tratamiento.

**Tabla 5.** Características medias de la calidad de la producción comercial (recolección del 10 de julio)

Tratamiento	Peso medio (g)	Diámetros (cm)			Presencia compacidad semilla (%)	Anchura (cm)		° Brix
		Ecuatorial	Cenital	Cavidad placentaria		Corteza	Endocarpio	
PE Transparente	1447.37	14.60	13.94	5.54	50.00	0.740	4.51	11.84
PE Negro	1251.82	13.86	13.10	5.13	55.00	0.800	4.48	11.26
Oxobiodegradable	1309.02	14.00	13.39	5.20	70.00	0.656	4.56	12.91
Suelo	1110.01	13.16	12.98	4.95	55.00	0.620	4.18	10.73

*Nota:* Muestreo de 20 frutos por tratamiento.

**Tabla 6.** Observaciones de la evaluación de las propiedades mecánicas de los materiales ensayados durante el ciclo de cultivo: parte externa

Tratamiento	Repetición		Degradación					Lesiones					Daños manguera					Tracción					Punzado					Malas hierbas				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		
Oxobiodegradables	1	9	9	9	9	9	9	9	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9		
	3	9	9	9	9	9	9	9	8	7	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9		
	5	9	9	9	9	9	9	9	9	8	7	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9		
PE Transparente	II	9	9	9	9	9	9	9	9	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9		
	MEDIA	9	9	9	9	8.5	9	9	8.5	7.5	9	9	9	9	8.7	8.7	8.7	8.5	8.3	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7.5	9	9	9
	4	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
	6	9	9	9	9	9	9	9	9	9	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	7	9	9	9	9	9	9	9	9	9	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
PE Negro	MEDIA	9	9	9	9	8.7	9	9	9	8.4	9	9	9	9	8.7	8.7	8.7	8.4	8.4	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8.4
	2	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
	9	9	9	9	9	8	9	9	9	9	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
	MEDIA	9	9	9	9	8.7	9	9	9	9	8.4	9	9	9	9	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8.4

Fechas de Muestreo: 1 (16/05/2007), 2 (21/06/2007), 3 (18/07/2007), 4 (20/08/2007), 5 (17/09/2007).

**Tabla 7.** Observaciones de la evaluación de las propiedades mecánicas de los materiales ensayados durante el ciclo de cultivo: parte enterrada

Tratamiento	Repetición	Degradación					Lesiones					Daños manguera					Tracción					Punzado					Malas hierbas									
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5					
Oxobiodegradable	1	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	-	-	-	-	-	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	-	-	-	-	-
	3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	-	-	-	-	-	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	-	-	-	-	-
	5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	-	-	-	-	-	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	-	-	-	-	-
	II	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	-	-	-	-	-	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	-	-	-	-	-
	MEDIA	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	-	-	-	-	-	9	9	9	9	9	8.5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	8.2	-	-	-	-
PE Transparente	4	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	-	-	-	-	-	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	-	-	-	-	-
	6	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	-	-	-	-	-	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	-	-	-	-	-
	7	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	-	-	-	-	-	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	-	-	-	-	-
	MEDIA	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	-	-	-	-	-	9	9	9	9	9	8.7	9	9	9	9	9	9	9	9	9	-	-	-	-	-
	2	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	-	-	-	-	-	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	-	-	-	-	-
PE Negro	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	-	-	-	-	-	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	-	-	-	-	-
	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	-	-	-	-	-	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	-	-	-	-	-
	MEDIA	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	-	-	-	-	-	9	9	9	9	9	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8	9	8.7	8.7	8.7	8	-	-	-	-
	1	16/05/2007	2	21/06/2007	3	18/07/2007	4	20/08/2007	5	17/09/2007																										

Fechas de Muestreo: 1 (16/05/2007), 2 (21/06/2007), 3 (18/07/2007), 4 (20/08/2007), 5 (17/09/2007).

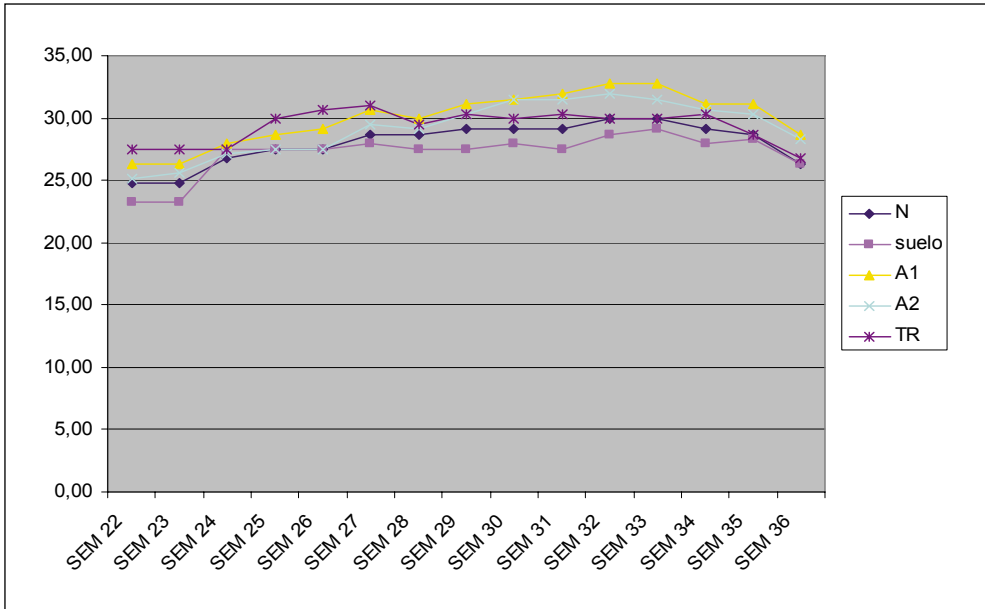
**Tabla 8.** Degradación a lo largo del ciclo de cultivo: alargamiento (%)

Tratamiento	Fecha de muestreo	Alargamiento (%)
Oxobiodegradable	Virgen	320
	16 mayo	322
	21 junio	276
	18 julio	272
	17 septiembre	300
	1 octubre	302
Polietileno transparente	Virgen	395
	1 octubre	349
Polietileno negro	10 octubre	232

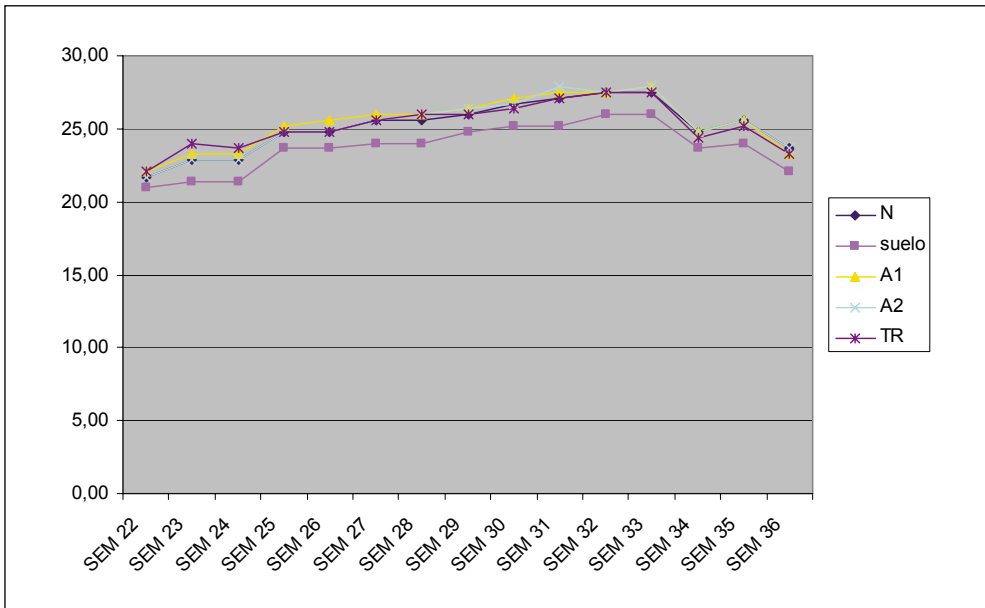
**Figura 1.** Criterio de valoración para el film en campo

<b>1. Degradación de la parte expuesta del film:</b>	<b>1 = 0% suelo cubierto.</b>	<b>9 = 100% suelo cubierto.</b>
2. Degradación de la parte enterrada del film:	1 = desaparición total del film.	9 = film como nuevo.
3. Lesiones.	1 = elevadísimo número de lesiones (film casi desaparecido por ello).	9 = muy resistente y elástico (como nuevo).
4. Daños manguera riego.	1 = fisura total longitudinal paralela a la línea de gotero.	9 = ninguna fisura.
5. Tracción.	1 = estiramiento sin resistencia a presión manual.	9 = ningún estiramiento.
6. Punzado.	1 = inicio de pérdida de forma y presión con el dedo.	9 = rotura a la presión con el dedo.
7. Malas hierbas.	1 = ausencia total.	9 = 100% de individuos.
8. Seguimiento fotográfico.	En cada muestreo.	
9. Extracción de probetas.	En cada muestreo.	

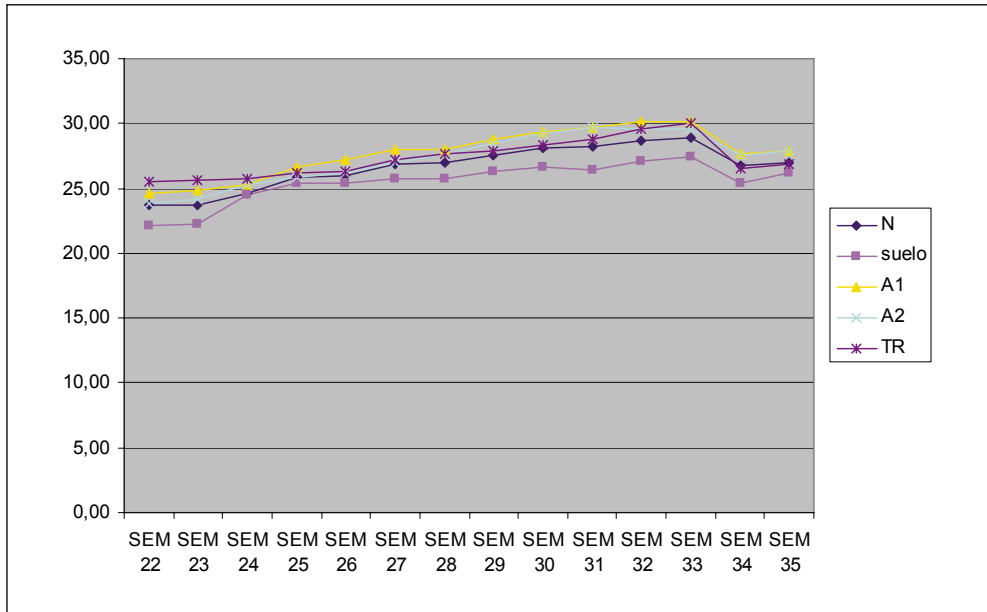
**Figura 2.** Evolución de las temperaturas máximas semanales a nivel radicular a lo largo del ciclo de cultivo



**Figura 3.** Evolución de las temperaturas mínimas semanales a nivel radicular a lo largo del ciclo de cultivo



**Figura 4.** Evolución de las temperaturas medias semanales a nivel radicular a lo largo del ciclo de cultivo



## BIBLIOGRAFÍA

- ÁLVAREZ, V.A.; RUSECKAITE, R.A. y VÁZQUEZ, A. 2006. Degradation of sisal fibre/ Mater Bi biocomposites buried in soil. *Polymer Degradation and Stability*. 91: 3156-3162.
- CATALINA, F.; LÓPEZ-VILANOVA, L.; MARQUINA, D. y ABRUSCI, C. 2006. Biodegradación de polímeros en tierras de cultivo: Factores abióticos y bióticos de la degradación. *Revista de Plásticos Modernos*. 603: 258-262.
- GONZÁLEZ, A.; LÓPEZ, J.; GARCÍA, J.; HERNÁNDEZ, M.D.; RODRÍGUEZ, R.; FERNÁNDEZ, J.A. y FRANCO, J.A. 2002. Comportamiento de acolchados biodegradables en cultivo de melón al aire libre. Seminario de técnicos y especialistas en horticultura. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 85-90.
- GONZÁLEZ, A.; LÓPEZ, J.; RODRÍGUEZ, R.; MARTÍN P.; BAÑÓN, S.; FERNÁNDEZ, J.A. y FRANCO, J.A. 2003. Behaviour of biodegradable film for mulching in open-air melon cultivation in se Spain. *International Symposium on sustainable use of plant biodiversity to promote new opportunities for horticultural production development*. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL). 71-73.
- GONZÁLEZ, A.; LÓPEZ, J.; BAÑÓN, S.; CONTRERAS, F. y BALENZATEGUI, L. 2005. Aplicación de acolchados biodegradables en cultivo de cucurbitáceas: melón y sandía. XXXIII Seminario de Técnicos y Especialistas en Horticultura. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 183-195.

- LÓPEZ, J.; GONZÁLEZ, A.; RODRÍGUEZ, R.; VICENTE, F.E.; MARTÍN P.; FERNÁNDEZ, J.A.; BAÑÓN, S. y FRANCO, J.A. 2002. Evaluación de acolchados transparentes como filmes biodegradables de diferente espesor en cultivo de melón al aire libre. *Agrícola Ver-gel*. 252:737-747.
- LÓPEZ, J.; GONZÁLEZ, A.; BAÑÓN, S.; FRANCO, J.A. y CONTRERAS, F. 2005. Materiales de acolchado biodegradables como alternativa al polietileno lineal de baja densidad. *Actas Portuguesas de Horticultura*. 7 (3):346-351.
- LÓPEZ, J. y GONZÁLEZ, A. 2006 a. Opción del uso de acolchados biodegradables en cultivos hortícolas al aire libre en ciclos de otoño-invierno en la Región de Murcia. *Revista de Plásticos Modernos*. 607:24-27.
- LÓPEZ, J.; GONZÁLEZ, A.; FERNÁNDEZ, J.A. y BAÑÓN, S. 2006 b. Behaviour of biodegradable films for mulching in melon cultivation. *Acta Horticulturae*. 747: 125-130.
- OLSEN, J.K. y GOUNDER, R.K. 2001 Alternatives to polyethylene mulch film, a field assessment of transported materials in *Capsicum campicum annuum* L. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 41 (1): 93-103.