

EVALUACIÓN DE ACOLCHADOS TRANSPARENTES CON FILMES BIODEGRADABLES DE DIFERENTE ESPEJOR EN CULTIVO DE MELÓN AL AIRE LIBRE

GONZÁLEZ, A.
LÓPEZ, J.
RODRÍGUEZ, R.

Centro de Investigación y Desarrollo Agroalimentario
LA ALBERCA (Murcia)

VICENTE, F.E.

O.C.A. Cartagena, Mar Menor
TORRE PACHECO (Murcia)

MARTÍN, P.

NOVAMONT SpA
NOVARA (Italia)

FERNÁNDEZ, J.A.
BAÑÓN, S.
FRANCO, J.A.

Dpto. Producción Agraria. Universidad Politécnica de Cartagena
CARTAGENA (Murcia)

RESUMEN

Dentro de los cultivos hortícolas realizados al aire libre en la Región de Murcia el melón, ocupa un lugar preponderante en su ciclo de primavera-verano.

Para procurar el carácter precoz de sus producciones es necesario su trasplante al inicio de la primavera, época en la que en vuestras comarcas productoras requiere cierto apoyo térmico auxiliar la planta para mantener un crecimiento uniforme.

Esto se consigue con la ayuda de pequeñas protecciones de semiforzado como son los túneles y los acolchados. Estos segundos tradicionalmente se han usado de lámina de

polietileno pero al no retirarse se aprecia un efecto contaminante. La alternativa a estos con materiales biodegradables podría ser la solución para resolver este efecto de impacto medioambiental negativo.

En este trabajo se experimentan láminas transparentes de acolchado en un cultivo de melón tipo español, obteniéndose producciones similares a las obtenidas con materiales tradicionales aunque encontramos ciertas limitaciones en el manejo de estos materiales.

INTRODUCCIÓN

El cultivo del melón al aire libre en la Región de Murcia, sigue siendo el de mayor importancia en esta modalidad y en los orientados a una producción de verano en comarcas en las que las temperaturas limitan el crecimiento habitual de brassicas y compuestas (González *et al.*, 2001) habiéndose recolectado 191.567 t en el año 2000, constituyendo el 20% de la producción total nacional de esta campaña.

La generalidad de las plantaciones utilizan como elemento auxiliar de cultivo el acolchado, bien para proporcionar a la planta una inercia térmica suplementaria o bien para evitarle la competencia de las malas hierbas naturales de la zona. Como material de acolchado tiene un empleo mayoritario el polietileno transparente o negro (PEBD) de 25 micras de espesor, materiales que superan con creces la vida útil de la planta y que queda en el suelo una vez terminado su ciclo productivo; de esta lámina, la parte más expuesta a la luz sufre un proceso de fotodegradación que va debilitándolo paulatinamente. Pero lo que ocurre es que en zonas donde la producción intensiva es habitual, no transcurre tiempo suficiente para que el film plástico sea muy alterado, a lo que hay que añadir que los faldones de los acolchados que quedan enterrados desde su colocación se mantienen prácticamente intactos; ello hace que estos restos, que no son retirados previamente, sean enterrados en las labores preparatorias anteriores a la realización del próximo cultivo (Díaz *et al.*, 2001).

De acuerdo con las densidades de plantación utilizadas en este cultivo y el área acolchada, se calculan unos 100 Kilos de plástico los que se incorporan por hectárea de cultivo. Además, la localización de la gran parte de estos restos quedan bajo el suelo retrasando su descomposición y produciendo otros daños adicionales en el desarrollo radicular de los nuevos cultivos (González *et al.*, 2000).

Esta contaminación medioambiental se sigue produciendo aún a pesar de toda la normativa de regulación de residuos agrícolas vigente, ya que dentro de la recuperación de restos de materiales plásticos, como lonas de cubierta, laterales, mallas, envases, acolchados, etc. estos últimos son de los de más difícil recuperación y reciclado. La recuperación es muy dificultosa al encontrarse en contacto con la tierra, ensuciándolo mucho, se puede dar el caso de que hasta un 80% de su peso sean materias ajenas al acolchado, lo que hace que averíe de continuo la cadena de reciclado, a lo que unido su bajo rendimiento económico como subproducto se desestime para tal proceso (Bautista, 2001).

Ello hace mucho más importante el que este material, que con casi toda seguridad va a ser incorporado al suelo, este compuesto por elementos de vida útil más limitada y que se destruya por la acción de procesos naturales en un tiempo relativamente corto, hecho que no se podrá producir con los filmes de acolchado actuales debido a la estructura molecular que poseen (Sánchez, 2001). La alternativa a estos materiales puede estar en el empleo de otros materiales de reciente aparición en el mercado, filmes biodegradables, que debido a su composición de fécula o almidón de maíz y otros polímeros bio-

degradables pueden degradarse por la acción de la humedad y los microorganismos, y descomponerse en CO₂ y agua (Cael *et al.*, 1975; Albertsson y Huang, 1995; De Corte *et al.*, 2001).

Para ello se ha desarrollado durante dos años, continuándose durante el 2002, un proyecto conjunto entre el CIDA de Murcia y la firma productora de materiales plásticos biodegradables NOVAMONT SpA de Novara (Italia), en el que se está verificando el comportamiento de sus materiales aplicados en cultivos de melón al aire libre bajo condiciones medioambientales de carácter mediterráneo.

El trabajo que se presenta recoge los resultados del segundo año de experiencia, en el cual se han utilizado los mejores materiales de acolchado tras el screening realizado en el abanico de los ensayos durante el primer año. Se aplicaron a un cultivo de melón tipo español realizado en su época tradicional de cultivo siguiendo las prácticas y tecnología de cultivo habituales en la zona.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los materiales de acolchado ensayados han sido: 1) TrB18, transparente biodegradable (de 18 micras de espesor y 0,90 m de ancho). 2) NB18, negro biodegradable (de 18 micras de espesor y 0,90 m de ancho). 3) NB15, negro biodegradable (de 15 micras de espesor y 1,60 m de ancho, presentado plegado en dos en rollo). 4) Transparente normal, Tr normal, PEBD (de 25 micras de espesor y 0,90 m de ancho).

Los materiales primeros 1, 2 y 3 son propiedad de la firma italiana NOVAMONT comercializados como Mater-Bi y el número 4 es un polietileno de distribución comercial.

El comportamiento de los materiales de acolchado se experimentó bajo dos protecciones de semiforzado diferentes, con túnel de semiforzado con cubierta de polietileno transparente de 50 micras de espesor y 2 m de ancho, y con cubierta flotante de polipropileno de 17 g/m² y 2 m de ancho.

El material vegetal utilizado han sido los híbridos de primera generación de melón tipo Piel de sapo, Olmedo F₁ y Nicolás F₁.

El trasplante se realizó con planta de cepellón, desarrollada en bandeja de 150 alvéolos que proporcionaba un volumen por alvéolo de 40 cm³, el día 3 de abril de 2001. La plantación se hizo en llano de acuerdo con un marco de plantación de 2 x 1, guardando 2 metros entre líneas de cultivo orientadas de norte a sur y 1 m entre plantas; el material de acolchado fue perforado someramente para introducir el cepellón de la plántula, de 3 x 3 cm de sección mayor, y ejecutar el trasplante y a continuación se aporcó ligeramente con tierra el cuello de la planta para «sellar» la abertura realizada en el film plástico. Inmediatamente después del trasplante se colocaron los túneles de semiforzado, con una anchura de 1 m y una altura de 1 m. La manta flotante de polipropileno se «dejó caer» encima de las plantas y se selló lateralmente y en sus extremos con pequeños montones de tierra.

Para facilitar los seguimientos vegetativo y productivo, los tratamientos plásticos en cada variedad se hicieron en dos bloques diferentes, ambos separados por dos líneas de cultivo que se trasplantaron directamente sobre acolchados.

Las dotaciones hídricas se proporcionaron al cultivo mediante riego localizado, dotado de emisores interlíneas de 3 l/h de caudal nominal embutidos en una manguera de polietileno negro de diámetro 10/12 mm, interior y exterior, respectivamente. La densi-

dad de goteadores fue de 1 gotero/m lineal, y las líneas se colocaron bajo los acolchados procurando que la mancha húmeda quedase en la proximidad de las plantas. El volumen de agua aportado al cultivo estuvo próximo a los 3.000 m³/ha. Los aportes de nutrientes se cifraron a un consumo de 180 UF/ha de nitrógeno, 150 UF/ha de fósforo (P₂O₅), 250 UF/ha de potasio (K₂O) y 20 UF/ha de magnesio (Mg O), que fueron distribuidos conforme fueron creciendo las plantas y mostraron unas necesidades o aconsejó el estado fenológico que atravesaron.

La problemática fitosanitaria de mayor relevancia del cultivo, en cuanto a plagas contempló ataques de pulgones y trips que fueron tratados con imidacloprid, para los primeros, y con dicarzol, metiocarb, etc., para los segundos. Con respecto a enfermedades, aparecieron brotes de oidio, controlados con pirifenox, nuarimol, etc., y de mildiu, paliadas con aplicaciones de metalaxil, foxetil, etc.

Como prácticas culturales complementarias del cultivo se han llevado a cabo la ventilación parcial de los túneles, hasta recoger definitivamente la cubierta en la parte superior del arco, y algunas escardas para limpiar de malas hierbas las parcelas donde había una clara competencia con el cultivo.

Al no aplicar tratamientos herbicidas en pretrasplante y al constatarse en otros cultivos acolchados la acción agresiva de la flora silvestre, sobre todo con láminas transparentes, se realizó un inventario de esta en la parcela de ensayo, para posteriormente en su aparición tener unos antecedentes que nos orientasen en cuanto a su presencia cualitativa y cuantitativa dentro de cada tratamiento.

La evolución de las temperaturas generada en cada uno de los tratamientos de acolchado se registró con el empleo de sondas de temperatura de lectura instantánea; estas sondas se situaron a 10 cm de profundidad, horizonte donde se desarrolla el sistema radicular. Las lecturas se llevaron a cabo diariamente a las 8 horas, buscando el reflejo de los niveles mínimos, y a las 13 horas, como máximo exponente térmico; así mismo se hizo un seguimiento de la temperatura ambiente en el observatorio meteorológico de la finca experimental para ver la correspondencia con las temperaturas alcanzadas en el suelo.

El crecimiento de las plantas tras el trasplante se constató, tras eliminar las protecciones plásticas sobre las plantas y desde el 14 de abril al 3 mayo, observando su altura y el número de hojas. Además se hizo una apreciación de la floración, observándose la presencia de flores masculinas y femeninas en todos los tratamientos de ambas variedades, así como de los inicios de cuajado, para constatar su repercusión en la producción precoz.

Ante la aparición de plantas dañadas por quemaduras en los acolchados negros, se estableció un conteo de las mismas, hasta que se adoptó como práctica cultural el echar una ligera capa de tierra sobre el film plástico para evitar el contacto directo de la planta con la lámina plástica.

El comportamiento productivo en los distintos tratamientos lo analizamos en cuanto al número de frutos obtenidos y el peso de ellos, fraccionando este periodo en dos fases, la de producción Precoz, que comprendió desde el inicio de la recolección el 28 de junio hasta el 3 de julio, agrupando dos cortes, y de producción Final, desde el 10 de julio hasta el 30 de este mismo mes, abarcando otros dos cortes. También se hizo un seguimiento del Destrío de frutos con tamaño comercial pero que no se recolectaron por tener problemas que afectaron su calidad; para aportar una información complementaria de las propiedades organolépticas del fruto se hizo una determinación de azúcares, empleando un refractómetro de lectura instantánea que daba el resultado en grados Brix. Finalmente se ha calculado el rendimiento en peso por unidad de superficie.

Como observaciones adicionales para comprobar el comportamiento de los diferentes filmes en su posible aplicación mecanizada, se hizo una prueba sin cultivo, utilizando dos velocidades del tractor, muy próximas entre sí. El resultado se consideró apreciando si en la aplicación aparecían zonas de estiramiento o rasgado.

A finales de junio antes de iniciar la recolección se muestrearon todos los materiales de acolchado con ambas coberturas para analizar sus propiedades físicas y evolución de su degradación, en los laboratorios de NOVAMONT, Novara (Italia).

Adicionalmente, al final de julio, se colocaron en seco, sin cultivo, distintas muestras de los acolchados para hacer un seguimiento en verano, tanto de la parte expuesta al sol como de las laterales enterradas. A final de setiembre se hizo la comprobación de cómo habían evolucionado los materiales, teniendo en cuenta que la pluviometría habida en ese período fue de 20 mm.

En la parcela experimental donde se realizó el cultivo, se hizo una prospección de los materiales que quedaban enterrados el 15 de octubre, fecha en la que previsiblemente, de acuerdo con las rotaciones y alternativas de cultivo que se practican en la zona, se debería de iniciar otro ciclo de cultivo. La prospección se repitió el 12 de noviembre, fecha en la que se labró el terreno. Las observaciones fueron visuales y con tracción manual, y en las que se recogieron porciones de los materiales biodegradables y del polietileno transparente normal (PEBD) de 25 micras de espesor.

La distribución de las repeticiones fue totalmente al azar dentro del bloque correspondiente a cada variedad; cada tratamiento constó de 3 repeticiones de 10 m² de superficie, siendo analizados estadísticamente los resultados según el criterio LSD con diferencias significativas menores del 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el control inicial de malas hierbas efectuado el 5 de marzo, antes de realizar las labores preparatorias del suelo y del trasplante, encontramos, aproximadamente un 55% de *Urtica urens*, 43% de *Fumaria capreolata*, 1% *Convolvulus arvensis*, 1% *Sisymbrium airio*, 1% *Sonchus oleraceus* y 1% *Portulaca oleracea*. En las observaciones realizadas entre el 16 de mayo y el 5 de junio, se apreció que las malas hierbas emergían por el agujero del acolchado donde había algún fallo de planta o por la fisura dejada en la lámina de acolchado, provocada a veces por la quemadura al contactar con la línea de gotero, aunque esto segundo solo se apreció en la última fecha. De todas maneras, la presencia de malas hierbas en esta fase no fue muy importante y las especies nacidas estaban entre las enumeradas al principio, a las que hubo que añadir, con presencia escasa, *Setaria viridis*, *Chenopodium album*, *Heliotropium europaeum* y *Amaranthus blitoides*. En los testigos se contabilizaron el triple de malas hierbas, alrededor de 94 con porte adulto, en el cubierto con polipropileno, apareciendo en este mayoría de *Portulaca oleracea* y *Amaranthus blitoides*, que con polietileno en el cual también fue más importante *Portulaca*. A partir de estas fechas, el desarrollo de las plantas de melón fue mayor que el de las malas hierbas y solo se suprimieron aquellas que alcanzaron tamaños elevados.

En cuanto a las condiciones ambientales que han presidido el desarrollo del cultivo, hemos de apuntar la presencia de vientos racheados a comienzos del ciclo, que levantaron incluso algunas cubiertas de los túneles de semiforzado, la práctica ausencia total de pluviometría durante los cuatro meses de seguimiento del ensayo, humedades relativas ambientales que fueron decayendo sus máximos desde 85,1% en el mes de abril hasta

65'29 en el mes de junio, y una radiación que evolucionó en sus cotas máximas mensuales desde 811,0 w/m² en el mes de abril hasta 906,6 w/m² en el mes de julio.

Con respecto a la inercia térmica inducida por los diferentes acolchados, combinados a su vez con sus protecciones complementarias, se llevó a cabo desde el 1 de abril hasta el 31 de julio (Tablas 1 a y 1 b). El seguimiento de la inercia térmica propiciada por los diferentes acolchados y cubiertas, vuelve a plasmar la misma tendencia de los resultados obtenidos en la campaña 1999-2000. Partiendo de que en el primer mes de cultivo, abril, es el periodo donde permanecen más estables las propiedades físicas de los acolchados biodegradables, se observa que no existen grandes diferencias entre tratamientos con respecto a las temperaturas máximas; el interés de estas protecciones, pensamos, radica en las temperaturas mínimas, que si bien en la lectura de las 8 de la mañana están un poco por encima de las registradas en el tratamiento sin acolchado cubierto con polietileno transparente de 50 micras o polipropileno, a lo largo del día va incrementando esta diferencia con respecto a la del suelo sin acolchar, a las 13 horas.

Cuadro 1a

EVOLUCIÓN DE LA TEMPERATURA A 10 CM DE PROFUNDIDAD
EN LOS ACOLCHADOS ENSAYADOS (Abril y mayo)

MES/TRATAMIENTO	LECTURA A LAS 8 HORAS			LECTURA A LAS 13 HORAS		
	MAX.	MIN.	MEDIA	MAX.	MIN.	MEDIA
ABRIL						
Tunel de Semiforzado						
(1) Tr B 18	23,5	19,3	21,4	24,3	20,2	22,2
(2) NB 18	23,0	17,4	20,2	23,0	20,2	21,6
(3) NB 15	22,4	18,4	20,4	23,0	20,0	21,5
(4) Tr Normal	25,0	17,1	21,0	26,4	21,9	24,1
(5) Testigo	24,1	16,6	20,3	20,2	16,8	18,5
Polipropileno						
(6) Tr B 18	23,7	17,0	20,3	23,8	20,7	22,2
(7) NB 18	23,6	17,1	20,3	22,9	19,7	21,3
(8) NB 15	23,0	17,7	20,3	22,7	19,6	21,1
(9) Tr Normal	24,3	18,8	21,5	24,4	20,7	22,5
(10) Testigo	20,1	15,5	17,8	22,3	16,2	19,2
Ambiente	18,7	12,1	15,1	21,1	19,9	20,4
MAYO						
Tunel de Semiforzado						
(1) Tr B 18	23,6	19,8	21,7	27,2	19,8	23,5
(2) NB 18	24,5	20,1	22,3	28,0	16,5	22,2
(3) NB 15	24,6	20,4	22,5	27,7	20,3	24,0
(4) Tr Normal	25,0	15,8	20,4	28,1	16,1	22,1
(5) Testigo	23,5	14,3	18,9	28,5	19,3	23,9
Polipropileno						
(6) Tr B 18	23,1	19,9	21,5	27,5	19,9	23,7
(7) NB 18	24,3	20,2	22,2	28,1	20,1	24,1
(8) NB 15	25,0	20,4	22,7	27,8	19,7	23,7
(9) Tr Normal	25,0	20,4	22,7	28,5	19,3	23,9
(10) Testigo	21,1	12,7	16,9	27,3	17,2	22,2
Ambiente	18,5	16,1	17,3	23,5	22,1	22,7

A veces los acolchados negros resaltan la circunstancia de ausencia de intensidad solar mostrando temperaturas máximas ligeramente más bajas a las 13 horas que a las 8; ello está motivado por su mayor pérdida, y absorción cuando lo hay, del calor en presencia de una fuerte radiación solar, efecto que es menos notable con cubiertas transparentes.

Cuadro 1b

**EVOLUCIÓN DE LA TEMPERATURA A 10 CM DE PROFUNDIDAD
EN LOS ACOLCHADOS ENSAYADOS (Junio y julio)**

MES/TRATAMIENTO	LECTURA A LAS 8 HORAS			LECTURA A LAS 13 HORAS		
	MAX.	MIN.	MEDIA	MAX.	MIN.	MEDIA
JUNIO						
Túnel de Semiforzado						
(1) Tr B 18	30,4	22,7	26,5	28,6	22,8	25,7
(2) NB 18	29,0	23,8	26,4	29,0	23,6	26,3
(3) NB 15	27,6	23,5	25,5	28,7	23,1	25,9
(4) Tr Normal	30,0	24,5	27,2	33,8	24,4	29,1
(5) Testigo	27,3	22,3	24,8	31,0	24,2	27,6
Polipropileno						
(6) Tr B 18	27,1	23,0	25,0	29,0	23,0	26,0
(7) NB 18	31,0	22,7	26,8	28,6	24,0	26,3
(8) NB 15	28,0	24,1	26,0	29,1	24,2	26,6
(9) Tr Normal	29,0	24,2	26,6	30,6	25,6	28,1
(10) Testigo	27,4	21,8	24,6	29,1	24,5	26,8
Ambiente	27,0	19,9	22,3	29,3	27,7	28,4
JULIO						
Túnel de Semiforzado						
(1) Tr B 18	27,8	24,0	25,9	27,9	25,5	26,7
(2) NB 18	30,0	26,0	28,0	29,1	21,1	25,1
(3) NB 15	27,8	24,5	26,1	27,7	26,4	27,0
(4) Tr Normal	29,5	26,3	27,9	30,0	26,5	28,2
(5) Testigo	26,8	25,6	26,2	27,0	25,1	26,0
Polipropileno						
(6) Tr B 18	27,0	25,5	26,2	28,4	26,0	27,2
(7) NB 18	28,0	26,0	27,0	27,7	26,3	27,0
(8) NB 15	28,1	26,1	27,1	28,4	26,1	27,2
(9) Tr Normal	29,3	27,0	28,1	29,3	27,5	28,4
(10) Testigo	28,4	24,0	26,2	28,6	24,5	26,5
Ambiente	25,1	22,8	24,0	30,3	28,7	29,5

En el mes de mayo se mantiene esta dinámica térmica y en junio y en julio, intervienen ya otros factores, como el follaje de la planta que sombrea el suelo, influencia del mantenimiento de la humedad relativa del suelo en función del desarrollo de la planta, retirada de las cubiertas adicionales del túnel de semiforzado o de la cubierta flotante, etc., que hacen que los registros térmicos sean meramente orientativos.

La altura alcanzada en el período estudiado por las plantas de Nicolás y Olmedo se manifiesta superior en los tratamientos 1, film transparente biodegradable de 18 micras, y 4, polietileno transparente de 25 micras, estando los acolchados indistintamente cubiertos con polietileno transparente de 50 micras o con polipropileno. En cuanto a la

respuesta de las plantas en los acolchados negros es parecida a la de los tratamientos testigo en la primera observación, quedando, en general, incluso por debajo de las de este al final del período de seguimiento. En todos los casos las diferencias encontradas son estadísticamente significativas entre tratamientos.

El número de hojas contabilizadas en Nicolás y Olmedo, muestra una tónica similar a la presentada en la altura de las plantas, con el mejor comportamiento de los acolchados biodegradable y polietileno transparentes; en cambio, en cuanto a los acolchados negros, presentan una conducta diferente, en muchos casos mejor que la del testigo, sobre todo cuando la cubierta es de polietileno de 50 micras en el túnel de semiforzado. En general, el acolchado biodegradable negro de mayor espesor, 18 micras, parece inducir la producción de un menor número de hojas en ambas variedades. En todos los casos estudiados se aprecian la existencia de diferencias significativas.

En cuanto a la evolución de la floración, seguimiento del 5 al 12 de mayo, se observa una aparición importante de flores masculinas en ambas fechas en la variedad Olmedo, que es mayor, en general, que en la variedad Nicolás. Esta proporción se mantiene igualmente con las flores femeninas, casi en todos los tratamientos, que aparece más ostensible en el control del 12 de mayo. Aunque los resultados presenten diferencias significativas a nivel estadístico entre los tratamientos, no encontramos una tónica constante en alguno de ellos que puedan reflejar con cierta veracidad la influencia de uno u otro acolchado, bajo una u otra cubierta, para adjudicarle alguna respuesta en el período de floración estudiado.

La evolución de la fructificación, bajo nuestro punto de vista, tampoco muestra una línea de conducta de los crecimientos de forma ordenada de manera que pudiéramos atribuir determinadas repercusiones a los tratamientos realizados. Se observa una mayor producción de frutos que se inicia el 23 de mayo, en general, en la variedad Olmedo cuando los acolchados están cubiertos con túnel de semiforzado de polietileno transparente de 50 micras de espesor, mientras que en Nicolás, aunque sea con menor evidencia, parecen comportarse mejor en el aspecto productivo cuando los acolchados se protegen con polipropileno. Y todo ello, independientemente de la presencia de diferencias significativas entre tratamientos en ambos cultivares.

En producción Precoz (Tabla 3), el número de frutos cosechados en ambas variedades fue mayor cuando utilizamos el acolchados biodegradable transparente de 18 micras, tanto con cubierta de polietileno transparente de 50 micras como con polipropileno, a continuación encontramos presencias importantes de frutos en acolchado biodegradable negro de 18 micras y en transparente normal, aunque irregularmente distribuidos entre los tratamientos, y en todos los casos arrojando diferencias significativas. Este mayor número de frutos se traduce en una mayor producción Precoz en peso en las dos variedades, con el tratamiento de acolchado biodegradable transparente de 18 micras, correspondiéndose igualmente los pesos del resto de tratamientos con el número de frutos obtenidos, lo que indicaría el mantenimiento de unos pesos medios bastante homogéneos.

En producción Tardía (Tabla 3), observando número de frutos y pesos alcanzados, lógicamente se produce una compensación productiva, es decir que aquellos tratamientos que presentaron mayor producción precoz ahora presentan un descenso de pesos y viceversa, aunque sorprende un poco el caso de la variedad Nicolás, en el tratamiento de acolchado biodegradable transparente de 18 micras, que sigue siendo de los más productivos, con las dos cubiertas utilizadas, cuando también lo fue en producción precoz; esto podría explicarse en primer lugar por el buen comportamiento de este acolchado biodegradable y en segundo, en una buena respuesta de la variedad bajo la utilización de este nuevo implemento de protección.

Cuadro 3

EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN COMERCIAL PRECOZ (28-06-01 A 03-07-01)
Y PRODUCCIÓN COMERCIAL TARDÍA (10-07-01 A 30-07-01)

TRATAMIENTO	PRODUCCIÓN PRECOZ				PRODUCCIÓN TARDÍA			
	N.º DE FRUTOS		KILOS		N.º DE FRUTOS		KILOS	
	OLMEDO	NICOLÁS	OLMEDO	NICOLÁS	OLMEDO	NICOLÁS	OLMEDO	NICOLÁS
Túnel de SemiForzado (1) TrB 18	14,1 bc	10,6 bc	26,6 c	21,1 ab	4,6 a	13,0 c	7,5 a	25,7 c
(2) NB 18...	5,1 a	9,0 ab	10,8 a	21,3 ab	19,1 c	6,6 ab	34,7 d	13,5 b
(3) NB 15...	3,6 a	5,3 a	8,8 a	12,3 a	7,0 a	5,0 a	12,0 ab	9,5 ab
(4) Tr normal	12,0 abc	4,3 a	25,4 c	13,1 a	5,0 a	14,6 c	8,1 a	29,2 d
(5) Testigo..	8,3 ab	8,6 ab	16,9 ab	18,4 ab	11,3 b	9,3 bc	21,2 bc	16,5 b
Polipropileno (6) TrB 18..	14,0 bc	12,6 bc	24,4 c	27,2 c	5,0 a	10,3 bc	7,7 a	21,2 bc
(7) NB 18...	13,0 bc	6,6 a	27,4 c	15,9 a	5,0 a	8,6 b	10,6 a	20,1 bc
(8) NB 15...	5,6 a	8,0 ab	15,6 ab	19,3 ab	6,6 a	8,6 b	14,7 ab	17,5 b
(9) Tr normal	10,6 abc	11,0 bc	19,5 ab	22,3 b	13,5 b	3,0 a	21,8 c	4,8 a
(10) Testigo	9,6 ab	12,0 bc	23,8 c	26,5 c	10,0 bc	10,0 bc	19,0 bc	19,3 bc

Nota: La presencia de letras diferentes en columnas indican que hay diferencias significativas ($p < 0,05$).

Cuadro 4

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO TOTAL DEL CULTIVAR OLMEDO

TRATAMIENTO	PRODUCCIÓN FINAL		DESTRÍO		PRODUCCIÓN TOTAL		RENDIMIENTO (kg/m ²)
	N.º FRUTOS	kg	N.º FRUTOS	kg	N.º FRUTOS	kg	
Túnel de SemiForzado (1) TrB 18	18,7 b	34,1 b	5,6	8,4	24,3 b	42,5 b	2,125
(2) NB 18...	24,2 c	45,5 c	8,3	12,4	32,5 c	57,9 cd	2,895
(3) NB 15...	10,6 a	20,8 a	6,0	9,0	16,6 a	29,8 a	1,490
(4) Tr normal	17,0 ab	33,5 b	9,3	13,9	26,3 b	47,4 b	2,370
(5) Testigo..	19,6 b	38,1 bc	7,0	10,5	26,6 b	48,6 bc	2,430
Polipropileno (6) TrB 18..	19,0 b	32,2 b	10,6	15,9	29,6 bc	48,0 bc	2,400
(7) NB 18...	18,0 ab	38,0 bc	6,6	9,9	24,6 b	47,9 bc	2,395
(8) NB 15...	12,2 a	30,3 b	8,3	12,4	20,5 ab	42,4 b	2,120
(9) Tr normal	24,1 c	41,3 bc	8,0	12,0	32,1 c	53,0 c	2,630
(10) Testigo	19,6 b	42,8 c	7,0	10,5	26,6 b	53,3 c	2,665

Nota: La presencia de letras diferentes en columnas indican que hay diferencias significativas ($p < 0,05$).

Analizando el comportamiento productivo Final de la variedad Olmedo (Tabla 4), suma de las producciones Precoz y Tardía, en cuanto a los valores máximos alcanzados encontramos que los tienen tratamientos muy dispares como son acolchado biodegradable negro de 18 micras con cubierta de túnel de semiforzado y acolchado transparente normal con cubierta de polipropileno, en cambio en cuanto a valores mínimos si hay cierta uniformidad y el acolchado biodegradable negro aparece como el menos favorecido, con ambas protecciones.

Cuadro 5

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO TOTAL DEL CULTIVAR NICOLÁS

TRATAMIENTO	PRODUCCIÓN FINAL		DESTRÍO		PRODUCCIÓN TOTAL		RENDIMIENTO (kg/m ²)
	N.º FRUTOS	kg	N.º FRUTOS	kg	N.º FRUTOS	kg	
Túnel de SemiForzado (1) TrB 18	23,6 c	46,8 d	1,3 a	1,9 a	24,9 c	48,7 c	2,435
(2) NB 18...	15,6 ab	34,8 b	4,3 ab	6,4 b	19,9 b	41,2 b	2,060
(3) NB 15...	10,3 a	21,8 a	1,6 ab	2,4 ab	11,9 a	24,2 a	1,210
(4) Tr normal	18,9 b	42,3 c	3,0 ab	4,5 ab	22,1 bc	46,8 bc	2,340
(5) Testigo..	17,9 b	34,9 b	1,0 a	1,5 a	18,9 b	36,4 b	1,820
Polipropileno (6) TrB 18..	22,9 c	48,4 d	1,0 a	1,5 a	23,9 c	49,9 c	2,495
(7) NB 18...	15,2 ab	36,0 b	2,3 ab	3,4 ab	17,5 b	39,4 b	1,970
(8) NB 15...	16,6 ab	36,8 bc	4,6 ab	6,9 b	21,2 bc	43,7 bc	2,185
(9) Tr normal	14,0 a	27,1 ab	5,6 b	8,4 c	19,6 b	35,4 b	1,770
(10) Testigo	22,0 c	45,8 c	1,6 ab	2,4 ab	23,6 bc	48,2 c	2,410

Nota: La presencia de letras diferentes en columnas indican que hay diferencias significativas ($p < 0,05$).

Cuadro 6

CALIDAD DE LA PRODUCCIÓN

TRATAMIENTO	PESO MEDIO (kg)		DIMENSIONES				° BRIX	
			LONGITUD (cm)		DIÁMETRO (cm)			
	OLMEDO	NICOLÁS	OLMEDO	NICOLÁS	OLMEDO	NICOLÁS	OLMEDO	NICOLÁS
Túnel de SemiForzado...	1,854 ab	2,052 abc	22,6 bc	22,3 a	13,4 ab	13,6 b	11,9 c	13,2 bc
(1) TrB 18	1,918 ab	2,318 de	23,2 c	23,8 c	13,2 a	13,8 bc	9,9 a	11,7 a
(2) NB 18	1,966 ab	2,118 abcd	22,3 bc	22,8 ab	13,8 bc	13,5 ab	11,1 abc	13,1 abc
(3) NB 15	1,923 ab	2,111 abc	22,5 bc	22,1 a	13,5 ab	13,9 bc	11,6 bc	13,4 c
(4) Tr normal...	1,979 b	1,990 ab	22,5 bc	22,0 a	13,6 ab	13,3 a	11,0 abc	13,1 abc
(5) Testigo								
Polipropileno (6) TrB 18.....	1,776 a	2,158 bcd	20,8 a	22,4 a	13,4 ab	13,9 bc	10,3 a	13,1 abc
(7) NB 18	2,188 c	2,435 e	22,9 bc	24,0 c	14,2 c	14,5 d	11,1 abc	12,1 ab
(8) NB 15	2,512 d	2,308 de	24,5 d	23,4 bc	15,1 d	14,1 cd	11,1 abc	13,8 c
(9) Tr normal...	1,788 a	1,961 a	21,3 a	22,0 a	13,4 ab	13,2 a	11,7 bc	13,9 c
(10) Testigo...	2,239 c	2,170 cd	22,1 b	22,0 a	14,8 d	14,1 cd	10,7 ab	12,7 abc

Nota: La presencia de letras diferentes en columnas indican que hay diferencias significativas ($p < 0,05$).

Así mismo, los rendimientos obtenidos con esta variedad muestran en general bastante paralelismo a excepción del tratamiento ya comentado de acolchado biodegradable negro de 15 micras con cubierta de túnel de semiforzado con polietileno transparente, que además de ser el más bajo, se distancia en una diferencia de más de 600 g del tratamiento siguiente.

Con respecto al comportamiento productivo Final de la variedad Nicolás (Tabla 5), destaca la mejor respuesta del tratamiento de acolchado biodegradable transparente,

considerando número de frutos y peso alcanzado, cubierto con túnel de semiforzado de polietileno transparente y con polipropileno, destacando también otros tratamientos con magnitudes importantes pero, a diferencia del anterior, con falta de uniformidad. En cuanto al Destrío, tampoco encontramos, al igual que en Olmedo, valores que sobresalgan, en cualquier caso el menor número de frutos y peso logrado en el acolchado biodegradable transparente de 18 micras combinado con las dos protecciones (Tabla 5).

En la producción Total encontramos también el reflejo del mejor comportamiento, abarcándose número de frutos y peso, del acolchado biodegradable transparente de 18 micras en ambas protecciones (Tabla 4).

En cuanto a los rendimientos obtenidos se continúan manifestando como mejores los alcanzados en el tratamiento de acolchado biodegradable transparente de 18 micras con las dos protecciones, apareciendo mayores diferencias, en general, con el resto de tratamiento con respecto a las encontradas en la variedad Olmedo. (Tabla 16). En los acolchados biodegradables negros encontramos una diferencia con respecto a su comportamiento con la variedad anterior, ya que con Nicolás el acolchado negro de 15 micras presenta un rendimiento superior al de 18 micras cuando ambos están cubiertos con polipropileno.

La morfometría de los frutos, en general, fue normal y estuvo dentro de la descrita del ideotipo propio de cada variedad, a la que le acompañó igualmente las matizaciones de color en maduración descritas para ambas variedades (Tabla 6).

Los resultados de la evaluación de los materiales de acolchado que permanecieron en el terreno hasta finales de julio y que fueron analizados por los laboratorios de NOVAMONT muestran comportamientos comprensibles (Tabla 7).

Cuadro 7

**EVOLUCIÓN DE MATERIALES DE ACOLCHADO CON CUBIERTAS
DE SEMIFORZADO DE POLIETILENO TRANSPARENTE Y POLIPROPILENO
(Periodo 11-04-01 a 25-06-01)**

TRATAMIENTO	PUNTO DE INFLUENCIA		PUNTO DE ROTURA		MÓDULO DE YOUNG MPa	ENERGÍA DE ROTURA kj/m ²
	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN MPa	ALARGAMIENTO %	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN MPa	ALARGAMIENTO %		
TrB18NF10P						
Testigo	11,0	17,0	21,5	399,4	161,0	3.363,0
T-1	12,7	16,8	13,9	76,6	182,9	590,8
T-6	8,7	12,1	9,1	46,1	156,0	237,7
NB 18						
Testigo	12,5	23,3	21,8	241,4	165,6	2.250,0
T-2	15,7	31,5	17,8	91,6	181,4	762,2
T-7	12,5	18,6	12,9	26,7	192,9	154,8
NB 15						
Testigo	15,1	11,5	29,7	116,6	394,1	1.262,0
T-3	15,0	10,8	26,2	96,2	454,0	971,1
T-8	14,2	12,5	21,0	73,6	398,3	635,6
Tr Normal						
Testigo	12,4	21,7	25,9	336,3	216,4	3.653,0
T-4	12,4	19,7	27,0	363,5	208,5	4.018,0
T-9	12,0	17,2	25,4	311,0	184,0	3.351,0

Según comentarios proporcionados por los especialistas de esta entidad, se aprecia, según el estudio realizado exclusivamente en dirección transversal (D.T.) ya que al encontrarse los materiales bastante afectados no se consideró su estudio en dirección de la máquina (D.M.), en las probetas testigo que son filmes bien transformados y aptos para su empleo. En los materiales biodegradables, transparente y negros, y el resto de los ensayados se hace ostensible un empeoramiento de sus propiedades físicas, pudiendo estar motivado por la acción de la radiación ultravioleta, probables fenómenos de hidrólisis y de ataques microbianos, actuando estos dos últimos efectos, fundamentalmente, en las porciones de material plástico enterrado. Todos los comportamientos son coherentes.

En cuanto a la aptitud de estos nuevos materiales de acolchado para su colocación mecanizada empleando maquinaria de uso habitual con los polietilenos transparentes, se ha constatado en las prácticas realizadas que es viable aplicarlo aunque la velocidad del tractor recomendablemente debe ser un poco menor de la habitual, evidenciándose con claridad ello según el espesor del material de acolchado probado.

Con respecto a la evaluación sin cultivo realizada en los materiales colocados a final de julio, se ha comprobado una degradación rapidísima de las partes expuestas al exterior de todos los materiales biodegradables, permaneciendo bastante consistente el resto de lámina enterradas. En relación a las prospecciones realizadas en la parcela de cultivo encontramos los primeros síntomas de degradación de los acolchados a partir del 3 de mayo que se hacen muy ostensibles a partir del día 15; en cuanto al muestreo del 15 de octubre de los materiales biodegradables observamos que seguían quedando restos importantes de los faldones enterrados de todos los materiales ensayados. El muestreo se repitió el 12 de noviembre y, aparentemente, seguía habiendo una presencia notable de estos materiales en el suelo, aunque no conocemos su evolución estructural al hacerse ambos reconocimientos de forma visual y manual. También es necesario recordar que la biodegradación debe producirse en presencia de ciertas condiciones de humedad y la pluviometría caída ha sido mínima, el terreno ha permanecido muy seco y por tanto, la actividad microbiana ha disminuido drásticamente. Tampoco deberemos olvidar que los procesos de biodegradación se continuarán produciendo, incluso durante la etapa de preparación del terreno para realizar el cultivo siguiente.

Como consideraciones finales podemos alegar que desde el punto de vista productivo la respuesta es similar cuando se utilizan acolchados biodegradables transparentes de determinados espesores o acolchados tradicionales de polietileno transparente.

Que ciertos inconvenientes, como las quemaduras provocadas en la lámina por el contacto con la manguera de gotero mientras que la planta no tiene follaje suficiente para sombrear esa zona, podría resolverse echando un poco de tierra encima de esa zona aprovechando la tarea de enterrar los laterales de la lámina; esta misma práctica de echar tierra alrededor del hueco de la planta serviría para evitar que no se quemaran plantas desarrolladas vegetativamente en exceso en el semillero, cuando descansasen en la lámina de acolchado negro en el trasplante, mientras que no se alzan.

Finalmente sería recomendable estudiar adicionalmente la aportación de riegos auxiliares como una práctica cultural suplementaria una vez finalizado el cultivo para propiciar la fragmentación de los materiales biodegradables; al no haber cultivo podríamos aportar agua que no fuera de excesiva calidad siempre que no aportara elementos perjudiciales al suelo. Estos volúmenes de agua así como el número de riegos habrían de tenerse en cuenta en función de la textura del suelo.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto de Investigación Regional de título «Alternativas de especies y variedades y aplicación de nuevas tecnologías en los cultivos hortícolas comestibles y ornamentales» de la Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente, de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

BIBLIOGRAFÍA

- ALBERTSSON A.-C. y HUANG S.J. Degradable Polymers, Recycling and Plastics Waste Management. Marcel Drekker: Nueva York.
- BAUTISTA A.L., 2001. La gestión de los residuos plásticos en la agricultura. *III Congreso CIDAPA*. Octubre. Valencia (España).
- CAEL J.J.; KEONING J.L. y BLACKWELL J., 1975. *Biopolymers*. 14: 1885-1903.
- DE CORTE D.; LELLI N. y LANDUZZI A., 2001. *III Congreso CIDAPA*. Octubre. Valencia (España).
- DÍAZ T.; ESPÍ E., FONTECHA A., JIMÉNEZ J.-C.; LÓPEZ J. y SALMERÓN A., 2001. Los filmes plásticos en la producción agrícola. *Ed. Repsol YPF – Mundi Prensa*. Madrid.
- GONZÁLEZ A.; VICENTE F.E.; RODRÍGUEZ R.; FERNÁNDEZ J.A. y FRANCO J.A., 2000. Actualidad hortícola en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia (II). *Agrícola Vergel*. 225:590-596.
- GONZÁLEZ A.; RODRÍGUEZ, R.; FERNÁNDEZ J.A.; BAÑÓN S. y FRANCO J.A., 2001. Respuesta a los acolchados biodegradables y tradicionales en un cultivo de melón Piel de Sapo. FECOAM. *Informa*, 31:8-16
- SÁNCHEZ M., 2001. Reciclado de plásticos agrícolas. *III Congreso CIDAPA*. Octubre. (Valencia). España.