

Utilización de materiales biodegradables como acolchado en cultivo de pimiento: una alternativa a los plásticos tradicionales.

Materiales de acolchado en cultivo de pimiento

MARTA M. MORENO^{1,2}, AMPARO MORENO^{1,2}, IGNACIO MANCEBO², JAIME VILLENA²

¹C.M.A. "El Chaparrillo". Servicio de Investigación Agraria de Castilla-La Mancha.

²E.U.I.T.A. Universidad de Castilla-La Mancha.



El acolchado es una técnica de semiforzado que consiste en cubrir total o parcialmente el terreno de cultivo con una lámina de plástico u otros materiales alternativos. La técnica del acolchado con cubiertas impermeables se ha convertido en una práctica imprescindible en los cultivos hortícolas, ya que su efecto positivo ha sido extensamente estudiado y es de sobra conocido. Entre sus ventajas cabe destacar:

- Mantiene la humedad del suelo al disminuir la evaporación, con lo que además de economizar un bien tan escaso como es el agua, facilita que las raíces de las plantas encuentren la humedad suficiente a poca profundidad.

- A su vez, debido a la formación de esta humedad superficial, se reduce el lavado de elementos fertilizantes.



Los acolchados se colocaron de forma manual sobre las líneas de riego y la plantación se efectuó con plantas procedentes de semillero, en estado de 3-4 hojas verdaderas.

- Mejora las condiciones térmicas del sistema radicular de la planta, incrementando la temperatura del suelo durante el día, mientras que por la noche, al dificultar la salida de radiación infrarroja de la superficie terrestre, retiene parte del calor. Estas propiedades se traducen en una mayor temperatura respecto del suelo desnudo y una amortiguación en sus fluctuaciones, lo que confiere precocidad al cultivo.

- Como consecuencia del aumento de la temperatura y humedad del suelo, se ve favorecido el proceso de nitrificación.

- La cubierta actúa como barrera entre el suelo y los frutos, con lo que se reducen considerablemente los problemas sanitarios, especialmente las podredumbres.

- Si la cubierta utilizada es opaca, la falta de radiación solar evita el desarrollo de malas hierbas que compitan con el cultivo por los recursos hídricos y nutritivos.

Sin embargo, el uso masivo de los acolchados plásticos conlleva una serie de inconvenientes entre los que, hasta ahora, únicamente se ha considerado su coste. El principal problema que supone la utilización de cubiertas plásticas es la progresiva contaminación de los suelos por la repetida utilización de dichos materiales, derivados de hidrocarburos que no se incorporan a la cadena trófica del suelo, con los problemas subyacentes que ello conlleva. La recogida y posterior reciclado de los plásticos al finalizar la campaña sería una práctica muy costosa y a veces inviable, y el reciclado de estos materiales resultaría prácticamente imposible ante la escasa presencia de plantas recuperadoras y planes de recogida obligatorios, por lo que la solución al problema pasaría por la sustitución de estos materiales contaminantes por otros inocuos para el ecosistema.

La cada vez mayor preocupación por la conservación del medio ambiente ha propiciado las investigaciones en este campo, apa-



reciendo durante los últimos años en el mercado filmes fotodegradables y biodegradables. Los primeros se descompondrían por acción de la luz solar, pero por su composición podrían aportar metales pesados al suelo y, además, se desconoce con exactitud el tiempo que tardan en degradarse, por lo que en ocasiones su rotura se puede producir en un plazo distinto al deseado.

Los filmes biodegradables incluyen en su composición sustancias nutritivas, como almidón de maíz o moléculas de amilasa, o bien se fabrican a base de fibra de celulosa; como consecuencia del ataque de los microorganismos se descomponen en CO₂ y agua, des-

El cultivo del pimiento goza de una gran tradición y arraigo en las huertas de Castilla-La Mancha, por lo que ha sido elegido para analizar el comportamiento de distintos materiales utilizados como acolchado.

apareciendo del suelo sin dejar residuos contaminantes, pero se hacen necesarios estudios que avancen su efectividad.

En lo referente a las coloraciones de los distintos materiales, recientemente se han empezado a comercializar películas fotoselectivas. Son plásticos coloreados cuyo empleo se basa en la propiedad que tiene todo material coloreado de absorber preferentemente la banda luminosa del espectro solar correspondiente a su color complementario, variando de esta manera la calidad de la radiación solar incidente, lo que puede influir sobre el cultivo. Así, diversos estudios avalan la influencia positiva de los plásticos amarillos sobre el cuajado en melón y la productividad en tomate, mientras que su efecto parece ser perjudicial para el pimiento.

Por otra parte, el cultivo del pimiento goza de una gran tradición y arraigo en las huertas de Castilla-La Mancha, por lo que ha sido elegido para analizar el comportamiento de distintos materiales utilizados como acolchado.

Desarrollo del ensayo

Los ensayos se realizaron en 2004 en la finca "Dehesa Galiana", propiedad de la Universidad de Castilla-La Mancha, situada en

Los filmes biodegradables incluyen en su composición sustancias nutritivas, como almidón de maíz o moléculas de amilasa, o bien se fabrican a base de fibra de celulosa; como consecuencia del ataque de los microorganismos se descomponen en CO₂ y agua, desapareciendo del suelo sin dejar residuos contaminantes, pero se hacen necesarios estudios que avalen su efectividad

el término municipal de Ciudad Real.

Se utilizó la variedad de pimiento Roldán F1 (Syngenta Seeds), tipo lamuyo caracterizado por un vigor medio-alto, entrada precoz en producción, hombros bien formados, normalmente con tres o cuatro lóculos y resistente al virus del moteado suave del pimiento (PMMV).

Se ensayaron seis materiales como acolchado, cuatro de ellos polímeros biodegradables y los otros dos de polietileno, con las características que se resumen en la Cuadro 1.

El acolchado bicolor azul/amarillo se colocó con la superficie de color azul hacia arriba y la amarilla en contacto con el suelo.

El diseño experimental fue en bloques completos al azar con los seis tipos de film como acolchado y tres repeticiones. Las parcelas elementales, de 4 m de longitud y separadas entre sí 1.5 m, contaron con dos filas de plantas distribuidas al tresbolillo distanciadas entre sí unos 30 cm, lo que supuso un total de 24 plantas por parcela.

El campo se regó diariamente con un sistema de riego por goteo. A lo largo del ciclo se aplicó al cultivo una dosis de agua de unos 600 mm.

Los acolchados se colocaron de forma manual el 30 de mayo sobre las líneas de riego y la plantación se efectuó el 1 de junio con plantas procedentes de semillero, en estado de 3-4 hojas verdaderas.

La fertilización del cultivo consistió en aportes periódicos de ácidos húmicos y fúlvicos. En el aspecto sanitario, a lo largo del ciclo se realizaron diversas aplicaciones de insecticidas ecológicos para combatir los ataques de pulgón y heliothis.

Se realizaron medidas periódicas de la temperatura del suelo bajo los distintos acolchados en cada una de las repeticiones y en suelo desnudo en tres puntos aleatorios junto al cultivo, a 10 cm de profundidad, con un termómetro digital de 0.1°C de precisión y rango de -50 a 150°C. Los datos

Cuadro 1:**Materiales utilizados como acolchado.**

Clave	Material	Color	Espesor μm (galgas)	Ancho (m)	Casa suministradora
BV	Biodegradable	Verde	25 (100)	1.20	Barbier
BM	Biodegradable	Marrón	17.5 (70)	1.20	Deltaline
BN ₂₀	Biodegradable	Negro mate	20 (80)	1.20	Deltaline
BN ₁₆	Biodegradable	Negro brillo	16 (64)	1.20	Barbier
PN	Polietileno	Negro	15 (60)	1.20	Varias
PAA	Polietileno	Azul/Amarillo	30 (120)	1.35	Deltaline

**Cuadro 2:****Distribución de la producción total: número de frutos y rendimiento.**

Tratamiento	Nº de frutos (%)		Rendimiento (%)	
	Comercial	No comercial	Comercial	No comercial
BV	90.6 a	9.4 a	93.3 ab	6.7 ab
BM	89.2 a	10.8 a	91.8 b	8.2 a
BN ₂₀	89.8 a	10.2 a	93.3 ab	6.7 ab
BN ₁₆	92.1 a	7.9 a	95.9 a	4.1 b
PN	91.7 a	8.3 a	93.3 ab	6.7 ab
PAA	90.7 a	9.3 a	92.9 ab	7.1 ab

Tratamientos con la misma letra en la misma columna no difieren con $P \leq 0.05$.

Cuadro 3:**Producción comercial: número de frutos, rendimiento y peso medio del fruto.**

Tratamiento	Nº de frutos (frutos/m ²)	Rendimiento (kg/m ²)	Peso del fruto (gramos)
BV	45.36 a	7.23 ab	157.19 a
BM	49.61 a	8.00 ab	161.84 a
BN ₂₀	59.61 a	9.99 a	167.64 a
BN ₁₆	44.42 a	7.30 ab	164.64 a
PN	44.69 a	6.79 b	152.67 a
PAA	56.86 a	9.23 ab	162.51 a

Tratamientos con la misma letra en la misma columna no difieren con $P \leq 0.05$.

Cuadro 5:**Parámetros de calidad.**

Tratamiento	Longitud (mm)	Anchura (mm)	Dureza (kg)	Grosor peric. (mm)	Mat. seca (% en peso)
BV	109.32 a	75.16 a	3.09 a	4.13 a	6.58 a
BM	114.84 a	79.90 a	3.52 a	4.58 a	6.76 a
BN ₂₀	106.09 a	73.91 a	3.96 a	4.27 a	6.45 a
BN ₁₆	106.62 a	75.60 a	3.01 a	4.22 a	6.69 a
PN	113.01 a	76.69 a	3.16 a	4.32 a	6.96 a
PAA	115.48 a	79.28 a	3.35 a	5.46 a	6.81 a

Tratamientos con la misma letra en la misma columna no difieren con $P \leq 0.05$.

Cuadro 4:**Producción no comercial: número de frutos y rendimiento.**

Tratamiento	Nº de frutos/m ²				Rendimiento (kg/m ²)			
	Necrosis	Planchado	Resto destrío	Total	Necrosis	Planchado	Resto destrío	Total
BV	2.54 abc	0.82 a	1.35 ab	4.71 a	0.29 a	0.09 a	0.14 a	0.52 ab
BM	2.13 bc	1.43 a	2.43 a	5.99 a	0.20 ab	0.22 a	0.29 a	0.71 a
BN ₂₀	3.50 a	1.84 a	1.45 ab	6.79 a	0.32 a	0.27 a	0.13 a	0.72 a
BN ₁₆	1.42 c	0.92 a	1.46 ab	3.81 a	0.11 b	0.10 a	0.10 a	0.31 b
PN	2.43 abc	0.79 a	0.83 b	4.05 a	0.26 a	0.11 a	0.12 a	0.49 ab
PAA	2.87 ab	1.76 a	1.20 ab	5.83 a	0.32 a	0.24 a	0.15 a	0.71 a

Tratamientos con la misma letra en la misma columna no difieren con $P \leq 0.05$.

obtenidos en cada caso se han comparado con la temperatura ambiente. Las medidas se efectuaron a lo largo del ciclo, en los meses de junio a septiembre, a las 6:00 hora solar (hs). También se realizaron tres series diarias de medidas cada dos horas, desde las 6:00 hs hasta el anochecer (20:00 hs), los días 14 de julio, 5 de agosto y 29 de septiembre.

La duración del ciclo fue de 148 días. La recolección fue escalonada, del 18 de agosto (78 DDT) hasta el 27 de octubre (148 DDT), con destino al mercado en fresco. En total se realizaron cinco recolecciones, las tres primeras de frutos verdes y las dos últimas de rojos. En cada una de ellas se analizó la producción comercial y sus componentes (número de frutos y peso unitario) y la producción no comercial o destrío, distinguiendo en este caso los frutos afectados por necrosis apical (blossom-end rot, BER o "pese-ta"), los frutos asolanados o "planchados" y el resto de destrío por otras causas (frutos pequeños, deformes o dañados).

La necrosis apical es una alteración fisiológica asociada con un insuficiente nivel de calcio en el fruto que se manifiesta como una mancha marrón más o menos amplia de tejido muerto (no podrido), y que parece estar relacionada, entre otros factores, con las temperaturas elevadas, iluminación intensa, humedad relativa baja y vientos fuertes.

También en cada recolección se midieron diversos parámetros de calidad como la longitud y anchura en los hombros, dureza,



grosor del pericarpio y contenido en peso de materia seca del fruto, tomando para ello cuatro frutos comerciales por corta y repetición.

Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente mediante test de Duncan para una probabilidad del 95%.

Resultados

Comportamiento de los materiales utilizados como acolchado. Los primeros signos de degradación de todos los materiales biodegradables utilizados como

El acolchado bicolor azul/amarillo se colocó con la superficie de color azul hacia arriba y la amarilla en contacto con el suelo.

acolchado aparecieron el día 23 de junio (22 DDT). El film BV fue el más afectado, presentando inicialmente roturas de carácter longitudinal que al evolucionar provocaron su rápido deterioro, estando prácticamente desintegrado a los 51 DDT, si bien en esta fecha el cultivo ya había alcanzado un gran desarrollo.

En el caso de los acolchados BN16, BN20 y BM, los primeros signos de degradación consistieron en pequeñas roturas aisladas que no se extendieron posteriormente con la forma de rajado típica en que lo hacen los materiales plásticos. La degradación de estos materiales a lo largo del ciclo no fue tan acusada como en el caso del film BV, especialmente en los BN20 y BM, que desde esta fecha hasta el final del ciclo se mantuvieron sin prácticamente deteriorarse más, mientras que el BN16 presentó a los 50 DDT un deterioro medio con roturas aisladas sin forma ni orientación definida.

Las roturas presentes en los materiales biodegradables fueron aprovechadas por las malas hierbas, que sólo emergieron en aquellos lugares donde se había producido una fisura clara, no afectando por su escasez al buen desarrollo del cultivo.

Los materiales de origen plástico (PN y PAA) no se deterioraron a lo largo del ciclo y permanecieron intactos hasta el final de la campaña.

Al finalizar el ciclo de cultivo se procedió a enterrar los restos de los filmes biodegradables para favorecer su descomposición, no existiendo rastro visual

Los materiales de origen plástico (PN y PAA) no se deterioraron a lo largo del ciclo y permanecieron intactos hasta el final de la campaña. Al finalizar el ciclo de cultivo se procedió a enterrar los restos de los filmes biodegradables para favorecer su descomposición, no existiendo rastro visual de los mismos en la primavera siguiente

Figura 1:
Evolución de la temperatura a lo largo del ciclo.

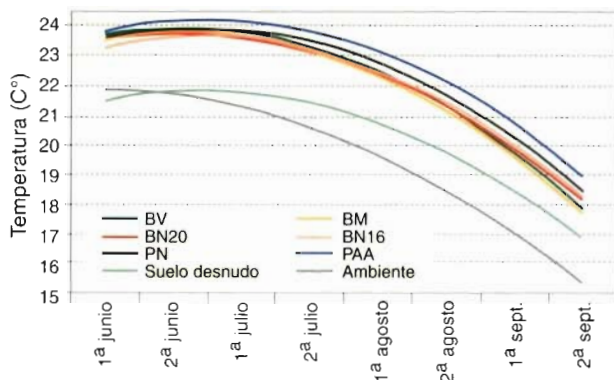
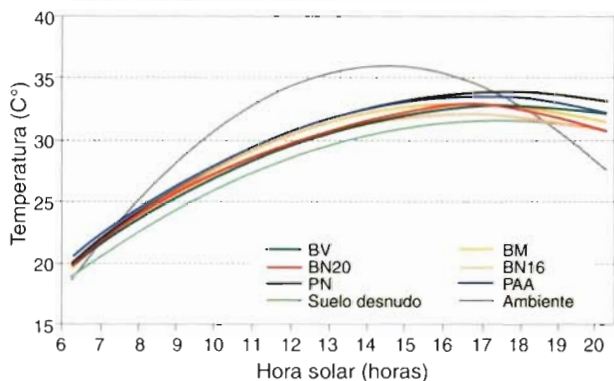


Figura 2:
Evolución de la temperatura a lo largo del día.



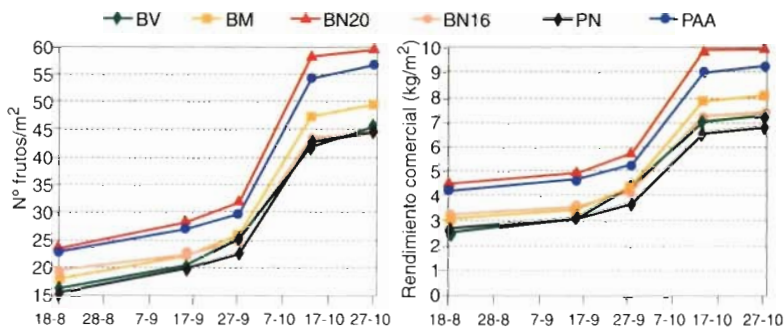
de los mismos en la primavera siguiente.

Evolución de la temperatura del suelo según el tipo de acolchado. En la Figura 1 se ha representado el ajuste de los datos de temperatura medidos a primera hora de la mañana, empleando funciones polinómicas de segundo grado por su elevado coeficiente de determinación. Se observa que los filmes presentaron diferente permeabilidad a la radiación solar según su naturaleza, de manera que las temperaturas más elevadas correspondieron siempre a los polietilenos mientras que apenas se apreciaron diferencias térmicas entre los distintos materiales biodegradables. Un mayor calentamiento del suelo al inicio del cultivo podría traducirse en una mayor precocidad, pero dado el rigor de los me-

El acolchado es una técnica de semiforzado que consiste en cubrir total o parcialmente el terreno con una lámina de plástico o materiales alternativos.



Figura 3:
Evolución del número de frutos comerciales (a) y del rendimiento comercial (b) acumulados a lo largo del ciclo.



ses estivales en la zona centro, podría verse afectado su posterior desarrollo.

Como cabía esperar, las temperaturas registradas en suelo desnudo fueron siempre inferiores a las alcanzadas bajo cualquier film ensayado, presentando además fluctuaciones muy acusadas. Esto pone de manifiesto el carácter amortiguador de las variaciones térmicas del acolchado y su capacidad de captación y retención del calor.

En lo referente a la evolución de la temperatura a lo largo del día, en la Figura 2 se han representado los valores obtenidos ajustados a funciones polinómicas de segundo grado. Las diferencias entre las temperaturas fueron menores en las primeras horas de la mañana, incrementándose de forma gradual al aumentar la incidencia de la radiación solar. Los valores máximos se alcanzaron en

el PN durante el atardecer, seguidas de PAA y de BV, ambos con un comportamiento muy similar durante todo el día. Las menores temperaturas correspondieron al BN16 en todo momento, si bien las diferencias con el BN20 se anularon en el ocaso. Valores intermedios se alcanzaron en BM. En suelo desnudo, las temperaturas fueron siempre inferiores a las alcanzadas bajo los acolchados o en el ambiente.

Producción comercial

La producción comercial supuso entre un 91.8 y un 95.9% de la producción total (Cuadro 2), correspondiendo el menor valor al acolchado BM y el mayor al BN16, entre los que existieron diferencias significativas. Todos los tratamientos produjeron un porcentaje similar de número de frutos comerciales, aunque se aprecia una tendencia en la misma dirección.

El Cuadro 3 muestra los valores globales del número de frutos, rendimiento y peso medio del fruto comercial de pimienta obtenidos en los distintos acolchados. Únicamente se han producido diferencias significativas en el rendimiento, correspondiendo los mayores valores al film biodegradable BN20 (9.99 kg/m²) y los menores al polietileno negro convencional (6.79 kg/m²). El mismo comportamiento se observa en lo referente al número de frutos y su peso unitario, si bien en este últi-

mo caso las diferencias entre los distintos acolchados han sido menos acusadas.

En la Figura 3 se ha representado la evolución del número de frutos y del rendimiento comercial acumulados a lo largo del período de recolección. Se observa en todo momento el mayor número de frutos en el BN20 frente a los demás, correspondiendo los menores valores al PN y al BV desde el inicio del cultivo. En el rendimiento acumulado, sin embargo, a partir de la segunda recolección se produce una menor acumulación en PN como consecuencia del menor peso medio del fruto conseguido.

En lo referente a la distribución de la cosecha comercial en las sucesivas recolecciones, en la Figura 4 se observa cómo los mayores rendimientos se alcanzan en la primera y cuarta recolección (78 y 134 DDT, respectivamente), siendo mínimo en la última (148

DDT). Únicamente se han producido diferencias significativas entre tratamientos en la primera corta, correspondiendo nuevamente los mayores valores a BN20 y PAA, pudiendo considerarse, por tanto, como los más precoces.

Producción no comercial

La distribución porcentual de la producción no comercial respecto de la total obtenida en cada tratamiento (Cuadro 2) presenta,

- **Las cubiertas biodegradables no ejercen, en absoluto, una influencia negativa ni sobre el rendimiento ni sobre la calidad de los frutos. Se degradan y desaparecen completamente en pocos meses y además propician un menor calentamiento del suelo**

lógicamente, un comportamiento inverso al descrito para la producción comercial, oscilando entre el 8.2% del film BM y el 4.1% del BN16, entre los que existen diferencias significativas, observándose en el porcentaje de número de frutos no comerciales una tendencia en la misma dirección.

El Cuadro 4 muestra la distribución de la producción no comercial. Cabe destacar que ningún material ha propiciado una mayor incidencia del planchado sobre el cultivo de pimiento, lo que tiene su explicación en que los filmes ensayados, al no ser metalizados, sólo reflejan una pequeña proporción de la radiación incidente, no favoreciendo especialmente ninguno de ellos la aparición de quemaduras en la epidermis de los frutos.

En el estudio de la producción no comercial tiene más relevancia el número de frutos producidos que el rendimiento, ya que

NOTICIAS

En 1998 AZUD revoluciona los sistemas de filtración

La empresa que siempre ha estado a la vanguardia en sistemas de riego y filtración lanza un innovador filtro con efecto helicoidal que marca las tendencias del sector.

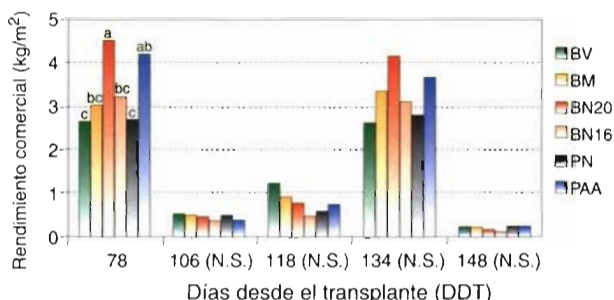


En Azud vamos por delante. Azud es pionera en investigación y desarrollo de nuevos productos de alta tecnología. Más de 25 años de experiencia internacional en un sector que cambia continuamente y en el que la investigación y la anticipación son piezas clave. Muchos años de trabajo que permiten ofrecer una amplia gama de soluciones orientadas a obtener los mejores resultados.

SISTEMA AZUD, S.A. Polígono Industrial Oeste • Avda. de las Américas P. 6/6. Apdo 147 • 30820 ALCANTARILLA - MURCIA - SPAIN
Tel.: +34 968 808 402 • Fax: +34 968 808 302 • azud@azud.com • www.azud.com

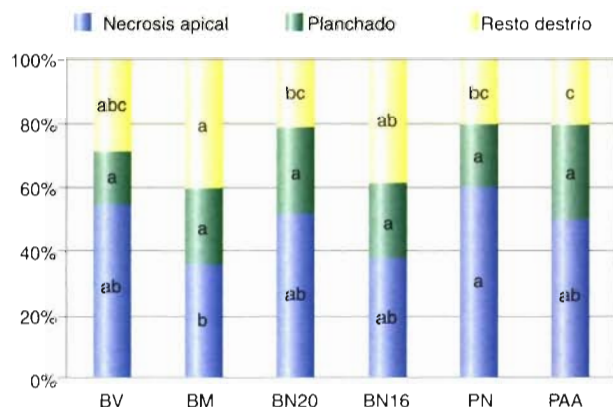
AZUD
La Cultura del Agua

Figura 4:
Producción comercial obtenida en las distintas cortas y acolchados.



Letras distintas indican diferencias significativas ($P \leq 0.05$).
N.S.: No significativo.

Figura 5:
Distribución del número de frutos no comerciales en pimiento según los distintos acolchados.



Para un mismo componente, letras distintas indican diferencias significativas ($P \leq 0.05$).

los frutos dañados se suprimen en las cortas independientemente de su tamaño y de su estado de desarrollo. Por otra parte, el número de frutos proporciona una información significativa pero sesgada, ya que un mismo valor absoluto puede ser más o menos importante respecto del valor global. Para conocer en cuánto ha contribuido cada tipo de malformación al total de frutos no comerciales se ha elaborado la Figura 5, que muestra cómo, excepto en los acolchados BM y BN16, al menos la mitad de los frutos no comerciales tuvieron necrosis apical. La mayor proporción de frutos necrosos-



dos se obtuvo con el PN (en torno a un 60%), siendo precisamente este plástico el que más elevó la temperatura del suelo.

La práctica del acolchado es beneficiosa para el cultivo de pimiento. Las cubiertas biodegradables son una buena alternativa.

Parámetros de calidad

Los parámetros de calidad medidos se resumen en el Cuadro 5. Los resultados muestran que no se han producido diferencias significativas en ningún caso, lo que indica que el tamaño del pimiento, el grosor del pericarpio y la dureza no se han visto afectadas por la naturaleza del material utilizado como acolchado. De igual modo, el contenido en materia seca ha sido similar para todos los tratamientos, por lo que también se constata la independencia de la acumulación de biomasa y agua en el fruto.

Conclusiones

La práctica del acolchado es, sin duda, beneficiosa para el cultivo de pimiento. Las cubiertas biodegradables constituyen una buena alternativa a los materiales plásticos tradicionales, ya que en absoluto ejercen una influencia negativa ni sobre el rendimiento ni sobre la calidad de los frutos, se degradan y desaparecen completamente en pocos meses, lo que podría evitar la contaminación ambiental derivada del empleo de las cubiertas plásticas convencionales, y además propician un menor calentamiento del suelo, lo que puede suponer una ventaja para los cultivos estivales, como el pimiento, en zonas de veranos rigurosos.



Bibliografía

Este equipo posee una amplia revisión bibliográfica sobre el tema que se encuentra a disposición de quien lo solicite.

Para saber más...

El artículo puede consultarse en www.horticom.com?62329.