Utilización de materiales biodegradables, acolchado en cultivo de tomate: una alternativa a los plásticos tradicionales.

Materiales de acolchado en cultivo de tomate

MARTA M. MORENO[1,2], AMPARO MORENO[1,2], IGNACIO MANCEBO[2], JAIME VILLENA[2]

[1] *C.M.A. "El Chaparrillo". Servicio de Investigación Agraria de Castilla-La Mancha. MartaMaria.Moreno@uclm.es*

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

La práctica del acolchado resulta muy beneficiosa para los cultivos hortícolas, por lo que se encuentra muy extendida a lo largo y ancho de toda la geografía española. Sus innegables ventajas ya fueron expuestas en el trabajo "Utilización de materiales biodegradables como acolchado en cultivo de pimiento: una alternativa a los plásticos tradicionales" (Horticultura Internacional nº 51), mientras que entre sus inconvenientes sólo cabía destacar, hasta hace relativamente poco tiempo, su coste. Sin embargo, la creciente preocupación social en lo relativo a la conservación del medio ambiente ha determinado que los estamentos implicados se conciencien de la degradación medioambiental que de este uso se deriva, cuya dinámica ya se trató en el artículo anteriormente citado.

La práctica del acolchado resulta muy beneficiosa para los cultivos hortícolas, por lo que se encuentra muy extendida a lo largo y ancho de toda la geografía española.

La solución al problema planteado pasaría por el uso como acolchado de materiales alternativos, biodegradables, que se desintegraran con rapidez sin dejar residuos nocivos en el suelo ni en los cultivos, pero ahora bien, sin mermar los efectos beneficiosos de esta técnica.

Figura 1:
Evolución de la temperatura a lo largo del ciclo. Datos tomados a las 6:00 hs.

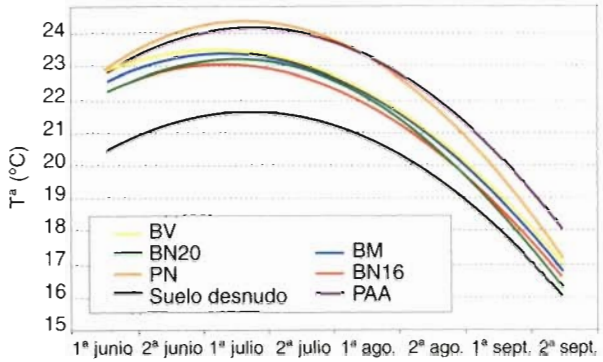
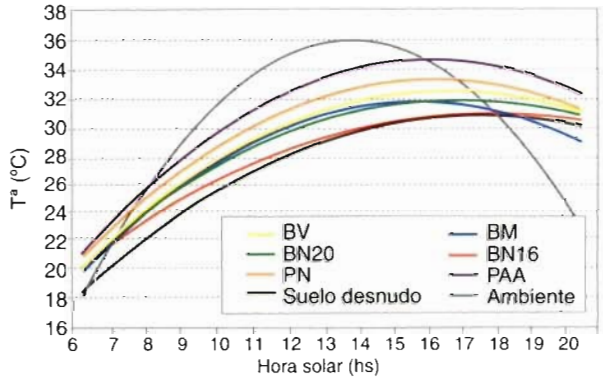


Figura 2:
Evolución de la temperatura a lo largo del día.



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 CO_2 y agua, desapareciendo del suelo sin dejar residuos contaminantes, pero se hacen necesarios estudios que avalen 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 tomate es el cultivo hortícola por excelencia, siempre presente en las huertas de Castilla-La Mancha, además de cultivarse grandes extensiones para uso industrial, por lo que ha sido elegido para analizar el comportamiento de distintos materiales utilizados como acolchado.

El tomate es el cultivo hortícola por excelencia, siempre presente en las huertas de Castilla-La Mancha. Los ensayos se realizaron en 2004 en la finca "Dehesa Galiana", de la Univ. de Castilla-La Mancha, situada en Ciudad Real.

■ Las innegables ventajas del acolchado hacen de éste una práctica muy extendida entre los horticultores de Castilla-La Mancha, lo que paralelamente conlleva un serio problema de generación de residuos y de contaminación medioambiental y visual

Desarrollo del ensayo

Los ensayos se realizaron en 2004 en la finca "Dehesa Galiana", propiedad de la Universidad de Castilla-La Mancha, situada en el término municipal de Ciudad Real.

Se utilizó la variedad de tomate Mina (Semillas Fitó), de ciclo semiprecoz, crecimiento vigoroso y porte determinado, con frutos globosos y semiachatados, lisos, de calibre medio o grueso, con cuello verde y color rojo en la madurez, peso medio de 180-220 g y 5-6 lóculos.

Se estudiaron seis materiales como acolchado, cuatro de ellos polímeros biodegradables y los otros dos de polietileno, con las características que se resumen en el 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 elegido 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, contaron con una línea de cultivo, siendo la separación entre líneas de 1.5 m y la distancia entre plantas en la misma línea de 0.5 m.

La cantidad total de agua suministrada al cultivo mediante riego por goteo fue de unos 600 mm, con aportaciones diarias.

La colocación de los acolchados tuvo lugar de forma manual sobre las líneas de riego el 30 de mayo 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 reiteradas 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 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 31 de octubre (152 DDT), contabilizándose un total de once recolecciones con una cadencia de siete días aproximadamente. Los frutos se recolectaron con un grado de maduración entre rojo y rojo maduro. En cada una de ellas se analizó la producción comercial y sus componentes (número de frutos y peso unitario), así como su distribución en los distintos calibres, según la clasificación comunitaria para tomate

Cuadro 1:
Materiales utilizados como acolchado.

Clave	Material	Color	Espesor (galgas)	Ancho (m)	Casa suministradora
BV	Biodegradable	Verde	25 (100)	1.20	Barbier
BM	Biodegradable	Marrón	17.5 (70)	1.20	Deltalaine
BN_{20}	Biodegradable	Negro mate	20 (80)	1.20	Deltalaine
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	Deltalaine

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

Tratamiento	Nº de frutos (%)		Rendimiento (%)	
	Comercial	No comercial	Comercial	No comercial
BV	79.9 a	20.1 a	90.1 b	9.9 a
BM	83.8 a	16.2 a	92.3 a	7.7 ab
BN_{20}	84.1 a	15.9 a	91.2 a	8.8 ab
BN_{16}	81.7 a	18.3 a	91.3 a	8.7ab
PN	85.2 a	14.8 a	93.3 a	6.7 ab
PAA	84.6 a	15.4 a	94.6 a	5.4 b

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/m²)	Rendimiento (kg/m²)	Peso del fruto (gramos)
BV	47.83 b	9.25 b	193.23 ab
BM	57.89 a	11.91a	205.89 ab
BN_{20}	58.34 a	11.82 a	202.67 ab
BN_{16}	56.72 a	11.74 a	206.79 a
PN	61.16 a	11.57 a	188.95 b
PAA	57.67 a	11.85 a	205.06 ab

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

La sustitución de los materiales plásticos tradicionales por otros biodegradables igual de efectivos que se deteriorasen con rapidez sin perjudicar el medio ambiente aunaría las ventajas del acolchado evitando sus inconvenientes

Se estudiaron seis materiales como acolchado, cuatro de ellos polímeros biodegradables y los otros dos de polietileno. El acolchado bicolor azul/ amarillo se colocó con la superficie de color azul hacia arriba y la amarilla en contacto con el suelo.

redondo, expresada en función del diámetro ecuatorial del fruto: MM (47-57 mm), M (57-67 mm), G (67-82 mm), GG (82-102 mm), GGG (>102 mm). También se analizó la producción no comercial o destrío.

En cada recolección se midieron diversos parámetros de calidad de los frutos comerciales como el coeficiente de forma (relación entre el diámetro ecuatorial y longitudinal del fruto), dureza, jugosidad (porcentaje en peso del zumo respecto del total), sólidos solubles (expresados en °Brix) y contenido en peso de materia seca del fruto. Para ello se tomaron cuatro frutos comerciales por corta y repetición.

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

Resultados

Comportamiento de los materiales utilizados como acolchado

No se observaron diferencias en cuanto al comportamiento de los materiales ensayados para los cultivos de pimiento (Horticultura Internacional nº 51) y tomate.

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

En los ensayos se utilizó la variedad Mina (Semillas Fitó), de ciclo semiprecoz, vigorosa y porte determinado, con frutos globosos y semiachatados, lisos, de calibre medio o grueso.

Los materiales de origen plástico (PN y PAA) permanecieron prácticamente 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.

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. Una vez más se ha constatado la diferente permeabilidad de los filmes 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.

Las temperaturas registradas en suelo desnudo siguieron una tendencia similar, pero manteniéndose siempre inferiores a las temperaturas alcanzadas bajo cualquiera de los filmes ensayados, confirmando la capacidad de captación y de retención del calor de los acolchados.

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 y últimas horas del día, siendo máximas en las horas de mayor insolación. Las temperaturas más elevadas se alcanzaron hacia las 16:00 hs, unas horas después de alcanzar la máxima temperatura ambiente debido a la inercia del suelo. El mayor calentamiento se produjo bajo el plástico PAA, seguido del PN, siendo más suave el efecto de los materiales biodegradables, lo que podría ser una ventaja dado el rigor de los meses estivales en la zona centro.

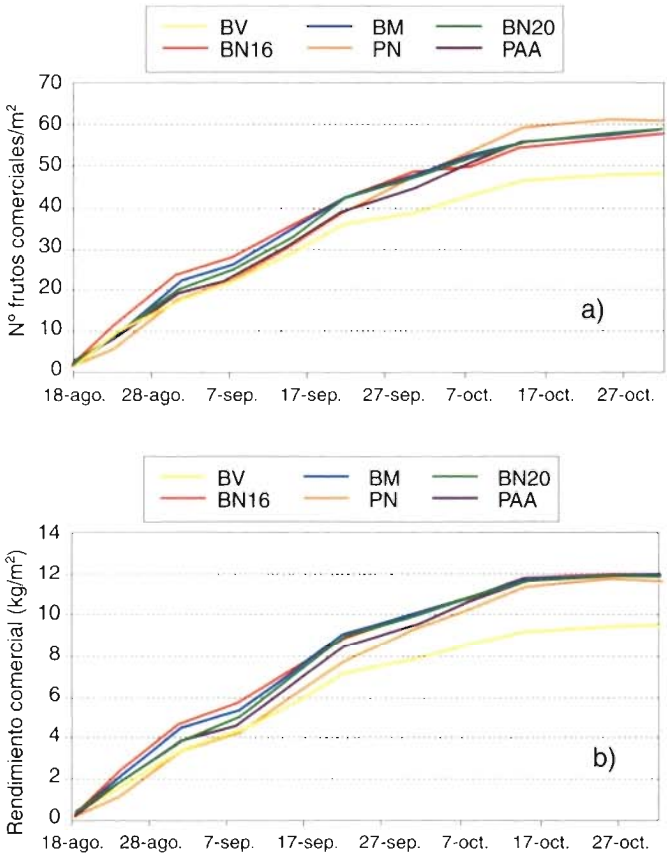
Cuadro 4:

Distribución de la producción comercial en los distintos calibres.

Tratamiento	Total	GGG		GG		G		M		MM	
	kg/m²	kg/m²	%	kg/m²	%	kg/m²	%	kg/m²	%	kg/m²	%
BV	9.25 b	0.02 c	0.2 b	3.00 a	32.5 a	5.13 b	55.5 a	0.080 abc	0.6 a	0.30 a	3.2 a
BM	11.91 a	0.23 a	2.0 a	4.10 a	34.4 a	6.69 ab	56.2 a	0.74 abc	6.2 ab	0.15 b	1.2 b
BN_{20}	11.82 a	0.02 c	0.2 b	4.08 a	34.6 a	6.81 ab	57.6 a	0.68 bc	5.8 ab	0.22 ab	1.9 ab
BN_{16}	11.74 a	0.20 ab	1.7 a	4.28 a	36.4 a	6.52 ab	55.5 a	0.58 c	4.9 b	0.18 ab	1.5 b
PN	11.57 b	0.07 bc	0.6 ab	3.47 a	30.0 a	6.78 ab	58.6 a	0.99 a	8.6 a	0.26 ab	2.2 ab
PAA	11.85 a	0.00 c	0.0 b	3.74 a	31.5 a	7.05a	59.5 a	0.90 ab	7.6 ab	0.17 ab	1.4 b

Tratamientos con la misma letra en la misma columna no difieren con P ≤ 0.05.

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



Producción

Según se puede observar en el cuadro 2, la producción comercial supuso entre un 94.6% (PAA) y un 90.1% (BV) de la producción total, siendo en este último tratamiento significativamente menor que en el resto. Una tendencia similar se aprecia en el número de frutos comerciales, si bien los porcentajes oscilaron entre el 79.9% correspondiente al BV y el 85.2% del PN, sin diferencias significativas entre tratamientos.

Lógicamente, la distribución porcentual de la producción no comercial respecto a la total presenta un comportamiento inverso al descrito en la producción comercial, oscilando entre el 5.4% de PAA y el 9.9% de BV, entre

los que existieron diferencias significativas. En lo referente al número de frutos no comerciales, la tendencia también fue similar, con valores entre el 14.8% en PN y el 20.1% en BV. La importancia de la producción no comercial obtenida en este ensayo se debió fundamentalmente a los repetidos ataques del taladro (heliothis) durante los meses de agosto y septiembre, siendo prácticamente nula la incidencia de necrosis apical y de planchado o asolanado en los frutos. Cabe destacar el mayor destrío obtenido en BV debido a que este material se deterioró con rapidez y no evitó el contacto directo de los frutos con el suelo, efecto que no se detectó en el cultivo del pimiento (Horticultura Internacional nº 51) debido a su porte erguido y frutos colgantes.

El hecho de que el porcentaje de producción no comercial fuese muy inferior al número de frutos se debe al menor peso de los mismos, ya que en la recolección se retiraban todos los frutos dañados, con independencia de su tamaño, y a que en muchos casos no alcanzaron un desarrollo semejante a los frutos sanos.

El cuadro 3 muestra los valores globales del número de frutos, rendimiento y peso medio del fruto comercial de tomate obtenidos en los distintos acolchados. Tanto el rendimiento como el número de frutos fueron significativamente menores en BV que en el resto de tratamientos, presentando estos últimos valores muy similares entre sí en ambos casos. Por otra parte, el peso del fruto comercial osciló entre los 188.95 g de PN y los 206.79 g de BN16, con diferencias significativas entre ellos.

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 que, desde mediados de septiembre, las diferencias del acolchado BV respecto de los demás se hicieron cada vez más acusadas, siendo máximas al final del ciclo. Los cinco tratamientos restantes presentaron un comportamiento muy semejante durante todo el período productivo, aunque se observa un ligero aumento del número de frutos contabilizados en PN al final del cultivo.

Una alternativa a los plásticos tradicionales que se usan en el acolchado es el uso de materiales biodegradables que se desintegran con rapidez sin dejar residuos y sin mermar los beneficios de esta técnica.

En lo referente a la distribución de la producción en los distintos calibres comerciales (cuadro 4), se aprecia que el calibre predominante en los distintos tratamientos fue el G, con valores muy similares en todos ellos (entre un 55.5% en BV y un 59.5% en PAA). El siguiente calibre más producido fue el GG, oscilando entre el 30.0% de PN y el 36.4% de BN16. La producción de los frutos más gruesos (GGG) fue muy escasa en los distintos acolchados (máximo de 2.0% en BM). La formación de frutos más pequeños, M y MM, tampoco fue importante en relación con los G y GG.

En la figura 4 se ha representado la distribución de la producción comercial obtenida para cada acolchado en los distintos calibres. Como puede observarse, la mayor parte de los frutos GGG se repartió entre los tratamientos BM y BN16 (36 y 43%, respectivamente), siendo nula en PAA. La distribución de los calibres GG y G fue muy similar, correspondiendo en ambos casos los menores valores a BV. También en los calibres M y MM el comportamiento fue semejante, con valores muy similares entre los distintos tratamientos. Nuevamente destaca la mayor fracción de calibres pequeños (MM) en el biodegradable BV, seguida del polietileno PN.

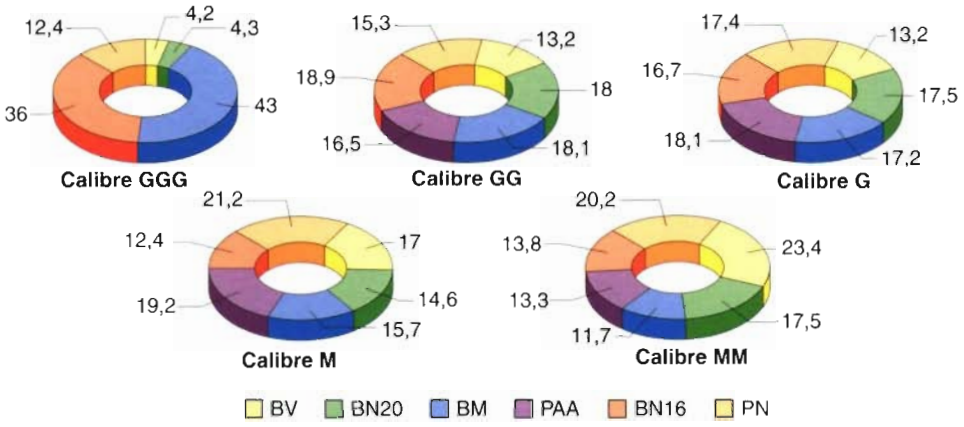
Cuadro 5:
Parámetros de calidad.

Tratamiento	Coef. forma	Dureza (kg)	Mat. seca (% en peso)	Zumo (%)	º Brix
BV	0.85 a	3.12 a	5.11 a	57.90 ab	4.61 a
BM	0.84 a	2.93 b	4.98 ab	56.66 ab	4.41 a
BN_{20}	0.85 a	3.04 ab	5.10 ab	56.06 ab	4.50 a
BN_{16}	0.85 a	3.00 ab	5.05 ab	54.68 b	4.28 a
PN	0.85 a	2.94 b	4.73 b	59.68 a	4.44 a
PAA	0.85 a	3.03 ab	4.90 ab	57.60 ab	4.56 a

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

Figura 4:

Distribución del rendimiento comercial obtenido para cada acolchado en los distintos calibres (%).



Parámetros de calidad

Los parámetros de calidad medidos se resumen en el cuadro 5. No se han producido diferencias significativas entre tratamientos en el coeficiente de forma de los frutos ni en el contenido en sólidos solubles (°Brix). Los frutos de mayor dureza se obtuvieron en el tratamiento BV (3.12 kg), mientras que los menores valores se alcanzaron en BM y PN (2.93 y 2.94 Kg, respectivamente), con diferencias significativas entre ellos. De igual modo, la mayor acumulación de materia seca correspondió a BV (5.11%), siendo significativamente menor en PN (2.94%). En lo referente a la proporción de zumo obtenida en cada caso, se observa que el tratamiento PN produjo los frutos con mayor jugosidad (59.68%), correspondiendo los menores valores al BN16 (54.68%).

Conclusiones

Las innegables ventajas del acolchado hacen de éste una práctica muy extendida entre los

Las cubiertas biodegradables propician un menor calentamiento del suelo, lo que puede suponer una ventaja para los cultivos estivales, como el tomate, en zonas de veranos rigurosos

horticultores de Castilla-La Mancha, lo que paralelamente conlleva un serio problema de generación de residuos y de contaminación medioambiental y visual. La sustitución de los materiales plásticos tradicionales por otros biodegradables igual de efectivos que se deteriorasen con rapidez sin perjudicar el medio ambiente aunaría las ventajas del acolchado evitando sus inconvenientes.

Los materiales biodegradables ensayados en el cultivo del tomate constituyen una buena alternativa a los materiales plásticos tradicionales siempre que su deterioro prematuro no le impida realizar correctamente todas sus funciones. Hay que tener en cuenta que en un cultivo de porte rastrero como el tomate tal y como se conduce en la zona centro, una degradación prematura conlleva el contacto entre los frutos y el suelo, con lo que es previsible un aumento del destrío en detrimento de la producción comercial.

En cada recolección se midieron diversos parámetros de calidad de los frutos comerciales, coeficiente de forma, dureza, jugosidad, ºBrix y contenido en peso de materia seca del fruto.

Las cubiertas biodegradables propician un menor calentamiento del suelo, lo que puede suponer una ventaja para los cultivos estivales, como el tomate, en zonas de veranos rigurosos.

Los materiales biodegradables ensayados en el cultivo del tomate constituyen una buena alternativa a los materiales plásticos tradicionales siempre que su deterioro prematuro no le impida realizar correctamente todas sus funciones

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 completo puede consultarse en www.horticom.com?62822.