



ÁREA DE AGRICULTURA,
GANADERÍA Y PESCA

Servicio Técnico de Agricultura y
Desarrollo Rural

INFORMACIÓN TÉCNICA



Ensayo de materiales biodegradables para acolchado en cultivo de calabaza



06/2022

2022 Dic.



www.agrocabildo.org

Esta publicación es gratuita. Se autoriza su reproducción mencionando a sus autores:

Edita Excmo. Cabildo Insular de Tenerife. Área de Agricultura, Ganadería y Pesca. Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural

Publica Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural
Fotografías Autores

Autores **Belarmino Santos Coello** (Responsable Proyecto Horticultura Intensiva. Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural del Cabildo Insular de Tenerife)
Luisa B. Trujillo Díaz (Agente de Extensión Agraria. Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural del Cabildo Insular de Tenerife)
Santiago D. Perera González (Agente Especialista. Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural del Cabildo Insular de Tenerife).

Diseño y Maquetación Carlos Marante Lorenzo

RESUMEN

El uso de materiales plásticos para acolchado se ha ido extendiendo en la isla. Al tratarse de materiales no biodegradables, al final de su vida útil requieren de un proceso de retirada y valorización posterior con gestores de residuos que suponen más costes. El uso de los acolchados degradables puede ser una solución, aunque no hay muchas experiencias de su comportamiento en las condiciones agroclimáticas y de suelo en Tenerife.

En esta publicación se presentan los resultados del comportamiento productivo de un cultivo de calabaza cv. Largo de Nápoles, utilizando como acolchado 2 papeles (Agropaper y Mimgreen), 2 plásticos biodegradables (Mater-Bi y Cylplast Bio) y un polietileno comercial, además de un control sin acolchado. Los materiales ensayados eran los disponibles en Tenerife en enero de 2022. El trasplante se realizó el 23 de marzo de 2022 y el cultivo se dio por terminado el 16 de agosto de 2022.

No se observaron diferencias significativas entre los materiales biodegradables y el polietileno en lo referente a la producción comercial ni en la potencial ni en el peso medio de la calabaza. En principio, el uso de los materiales biodegradables es perfectamente viable desde el punto de vista productivo.

En cuanto a los datos económicos, se presentan los datos proporcionados por las empresas que colaboraron con los materiales así como los costes de retirada del polietileno.

Finalmente se comentan algunas características observadas de los materiales observados durante y tras el cultivo.

1 INTRODUCCIÓN

El acolchado agrícola o mulching es una técnica agrícola consistente en cubrir el suelo bien con materiales naturales (pinocha, paja o similares, jable o picón, entre otros) o con filmes plásticos o papeles. El acolchado tiene una serie de ventajas (Malincolico, 1997):

- Como una técnica de semiforzado para aumentar la precocidad del cultivo (al aumentar ligeramente la temperatura del suelo)
- Para el control de hierbas adventicias.
- Como un ahorro de agua al limitar la evaporación directa del suelo (20 -30% de ahorro).
- En algunos cultivos, evita la aparición de problemas en el fruto, al evitar el contacto directo con el suelo

El material más usado para el acolchado es el polietileno (PE), un plástico no biodegradable. La retirada de este plástico tiene un coste a considerar. Por otra parte la gestión es complicada al tener una cantidad de residuos (tierra y restos de cultivo) que hacen que muchas veces no sean aceptadas por las empresas gestoras, teniendo que ir a vertedero. Debido a lo anterior, además

de la preocupación por la presencia de microplásticos en la agricultura, se está fomentando el uso de materiales degradables alternativos al polietileno, entre los que destacan los plásticos biodegradables y los papeles (Lopez et al, 2012; Cirujeda et al, 2015; Lahoz et al, 2019; Vazquez, 2020).

En lo referente a materiales plásticos, éstos pueden estar formulados bien por mezclas de almidón y de poliésteres alifáticos o de a partir de policaprolactona y otros polímeros de síntesis. Estos materiales se degradan por la acción conjunta de las variables climáticas y la descomposición por los microorganismos edáficos, afectada entre otros factores por la humedad del suelo, la temperatura y el contenido en materia orgánica y sus aportaciones (López et al, 2021; Malincolico, 2017).

Por otra parte, se han desarrollados papeles biodegradables de fibra larga con una resistencia adecuada para el acolchado (Lahoz et al, 2019).

El uso de materiales biodegradables en acolchado es una medida a considerar dentro de las estrategias para mitigar el cambio climático. El uso de plásticos biodegradables para acolchado tiene un perfil de análisis de ciclo de vida (LCA) mucho más favorable que el polietileno, con un potencial de calentamiento global y de uso de fuentes de energía no renovables entre un 25 y un 80% menor (Malincolico, 2017).

El uso de acolchados plásticos en Tenerife está especialmente extendido en cultivos de calabaza, sandía y melón. La suma de estos 3 cultivos supone unas 300 ha, el 10% de la superficie total de horticolas de la isla (ISTAC, 2022). Desde los últimos 10 años, el uso de técnicas de semiforzado al aire libre (tunelillos y acolchado) en estos cultivos se ha generalizado a casi todas las explotaciones medianas y grandes de la isla. Sin embargo, tanto los plásticos usado en el tunelillo como en el acolchado no son biodegradables, teniéndose que realizar la retirada de las parcelas y su posterior gestión como residuo.



Foto 1: Parcela con semiforzado (tunelillo y acolchado)

En esta publicación se muestran los resultados del comportamiento productivo de un cultivo de calabaza al aire libre con los cuatro materiales de acolchado biodegradables disponibles en la isla a principios de 2022, comparados con el polietileno normalmente utilizado en la explotación donde se realizó la experiencia.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

En este ensayo se estudió el comportamiento productivo de un cultivo de calabaza al aire libre con los materiales de acolchado biodegradables disponibles en Tenerife en enero de 2022. Se tomaron dos testigos: el polietileno utilizado en el resto de la parcela y un control sin acolchado. Los materiales ensayados fueron los siguientes:

Tabla 1: Tratamientos ensayados

Tratamiento	Empresa	Características*
Agropaper®	Smurfit Kappa	Papel negro 90 g/m ²
Cylplast Bio®	Solplast	Plástico negro biodegradable 15 µ (60 galgas)
Mater-Bi®	Novamont	Plástico negro biodegradable 15 µ (60 galgas)
Mimgreen®	Mimcord	Papel negro 100 g/m ² (90 g/m ² papel y 10 g/m ² acabados)
Polietileno	Solplast	PE negro no biodegradable 25 µ (100 galgas)
Sin acolchado		

* Características facilitadas por la casa comercial

La experiencia se llevó a cabo en una parcela comercial al aire libre de 18400 m² de la empresa colaboradora SAT RAYMI, situada en el paraje El Pino, en El Río, municipio de Arico, a una altitud de 428 msnm.

El suelo estaba dentro de los niveles normales de parámetros químicos de los suelos de la zona (pH alcalino, CE 4,6 dS/m, alto porcentaje de sodio, magnesio y potasio cambiables y bajo de calcio cambiante) con un contenido de materia orgánica del 2,5%. El agua también se encontró dentro de lo que es normal en la zona: agua bicarbonatada, con altos valores de sodio y de magnesio, con una CE de 1,3 dS/m y un pH de 8,9. El cultivo anterior fue calabaza. Previamente a la plantación se aplicó 30 toneladas/hectárea de estiércol caprino.

Se utilizó el cultivar de calabaza 'Largo de Nápoles'. Se eligió esta calabaza alargada y de carne anaranjada ya que su uso principal es la 4ª gama (bandejas con calabaza cortada junto con otras hortalizas para hacer potajes). La planta se trasplantó el 23 de marzo de 2022, a un marco de plantación de 1 m entre plantas y 3 m entre filas (3333 plantas/ha). Se utilizó un sistema de riego localizado con 2 laterales por línea con emisores de 2 l/h separados cada 40 cm.

Los materiales se colocaron el 22 de marzo de 2022 de forma manual salvo el PE, para facilitar la logística en la labor al personal de la finca colaboradora (fotos 2, 3 y 4). En caso contrario hubiera sido necesario ajustar la maquinaria para cada uno de los otros 4 materiales.



Foto 2: Colocación manual de los materiales



Foto 3: De izquierda a derecha: Agropaper, Mater -bi, Cylplast Bio



Foto 4: De izquierda a derecha: Mimgreen, Polietileno, control sin acolchado

En el caso de los papeles se observó que el viento constante en la zona podía levantar el papel en algunas zonas por lo que se colocaron bolsas llenas de tierra encima cada 5 m aproximadamente, para evitar el levantamiento total de los materiales. Esta labor no fue necesaria en los plásticos. En el tratamiento sin acolchado se tuvieron que realizar dos deshierbados manuales debido a que el crecimiento de las plantas espontáneas fue mucho más rápido que la del cultivo.



Foto 5: Estado del cultivo el 11 de julio (110 días tras trasplante) [se muestran las unidades experimentales del bloque III].

El resto de las labores de cultivo tales como riego, abonado y tratamientos fitosanitarios fueron los habituales en la zona y en la explotación colaboradora, recibiendo todos los tratamientos el mismo trato agronómico.

Al principio del cuaje hubo un ataque de perdices (foto 6 izquierda) que provocó un destrío importante, aunque el destino final de la producción era 4ª gama (calabaza cortada). Desde los 100 dtt se observó una alta afección de plantas con síntomas de virus (foto 6 derecha), con una infección combinada (ZYMV, CMV y virus que provocan amarilleamiento (Perera y De Espino, 2016)) lo que también afectó a la producción final, sobre todo con malformaciones en fruta.

El ensayo se dio por terminado el 16 de agosto de 2022 a los 146 días tras el trasplante (dtt).



Foto 6: Izquierda: Calabaza con cicatrices de picaduras de perdices. Derecha: Síntomas de virosis en brote y en fruto



2.1 Parámetros medidos

Se utilizó un diseño estadístico en bloques al azar con tres repeticiones y 6 tratamientos. La unidad experimental constaba de 1 fila de 34 m de longitud lo que da una superficie de 102 m² con 34 plantas.

Los datos registrados fueron:

- **Evolución del crecimiento vegetativo inicial:** Se determinó semanalmente el número de hojas que emitía la guía principal de 5 plantas de cada unidad experimental, desde la aparición de esa rama principal hasta que dejó de haber una guía dominante.
- **Evolución de la emisión de frutos:** Se determinó semanalmente el número total de frutos emitidos de cada unidad experimental desde el momento en que la corola estaba seca. Esta medición se realizó desde la aparición de los primeros frutos hasta la terminación del ensayo.
- **Producción comercial:** Se realizaron 2 pases de recolección por parte del personal de la explotación, los días 28/7 (127 dtt) y 11/8 (141 dtt). Se controló la producción de cada unidad experimental.
- **Peso medio del fruto:** Se determinó el peso de cada fruta recogida en los 2 pases de recolección comercial en cada unidad experimental.
- **Producción potencial:** Se determinó multiplicando el peso medio del fruto medido de cada unidad experimental por el número de frutas emitidas en esa parcela.
- **Costes asociados a los tratamientos:** Se determinaron los costes en campo por las labores adicionales debidas a los tratamientos (deshierbados manuales en el control sin acolchado, costes de retirada del polietileno). Por otra parte, se consultó a las empresas productoras o distribuidores en Canarias los precios para un contenedor de 20 pies puesto en el puerto de Santa Cruz de Tenerife, para evitar que los costes logísticos derivados de pequeñas partidas fueran demasiado significativos.

2.2 Datos climáticos

Se tomaron datos de temperatura y humedad del aire durante la experiencia, registrados con un registrador OM-92. También se tomaron datos de temperatura del suelo a 10 cm de profundidad con 1 sensor por tratamiento, conectados a un registrador HOB0 Onset. Los datos de las temperaturas del aire se presentan en la figura 1 y las medias diarias de las temperaturas del suelo en la figura 2.

Como recordatorio, la temperatura de crecimiento mínima de la calabaza es de 17°C (Wien, 1997). Staub y Wehner (2017) señalan que tanto la polinización como el cuajado de fruta empiezan a tener problemas a partir de los 32°C y hay un cambio de la expresión floral de femenino a masculino cuando se registran varias horas por encima de 38°C.

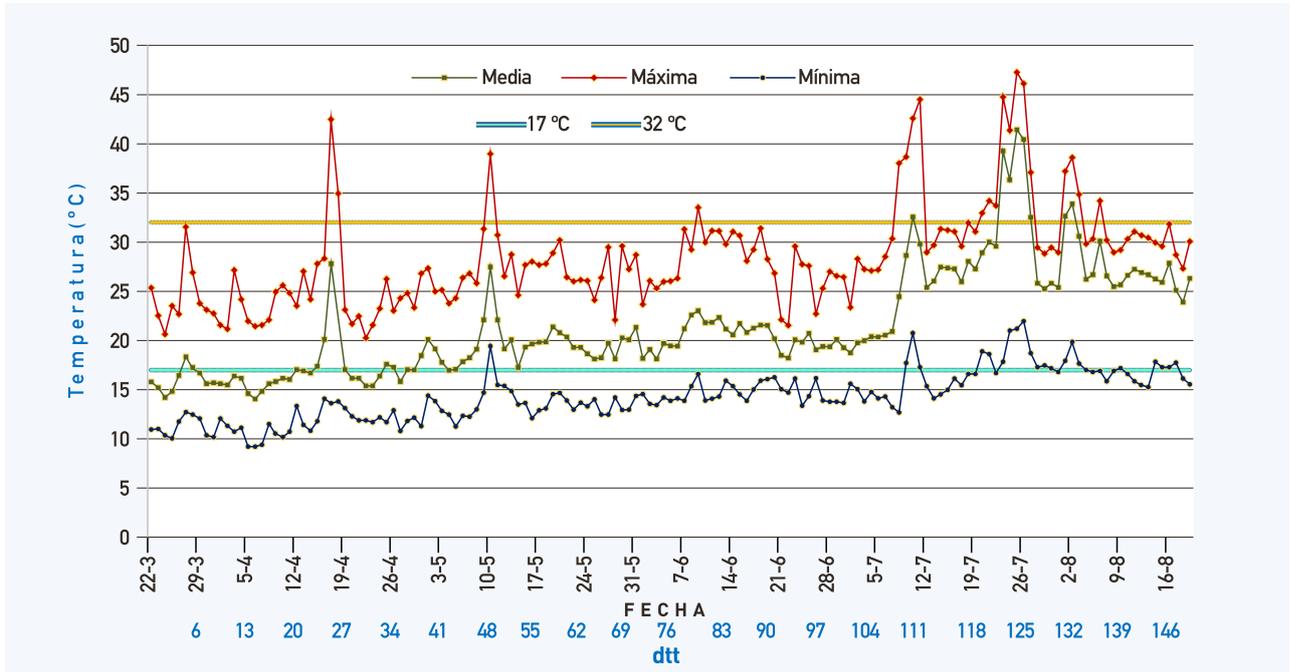


Figura 1: Temperaturas máximas, mínimas y medias diarias registradas en la finca de la experiencia. Se presentan los valores de temperatura mínima (17°C) y de máxima para evitar problemas de cuaje (32°C)

En la figura 1, se presentan los datos de temperatura. Hasta principios de mayo (45 – 50 ddt) no se empezaron a superar los 17°C de media. A partir de esa fecha y hasta la primera semana de julio, las temperaturas medias estuvieron en el entorno de los 20°C. En los meses de julio y agosto, los valores subieron hasta superar los 25°C. Hubieron tres episodios de calor de más de 1 día, con más de 35°C de máxima: del 17 al 18 de abril, del 8 al 11 de julio y del 21 al 27 de julio. En los dos últimos casos se superaron los 40°C de máxima durante dos días seguidos. Esto muy probablemente pudo afectar a un cambio en la expresión floral, así como al cuaje de la fruta.

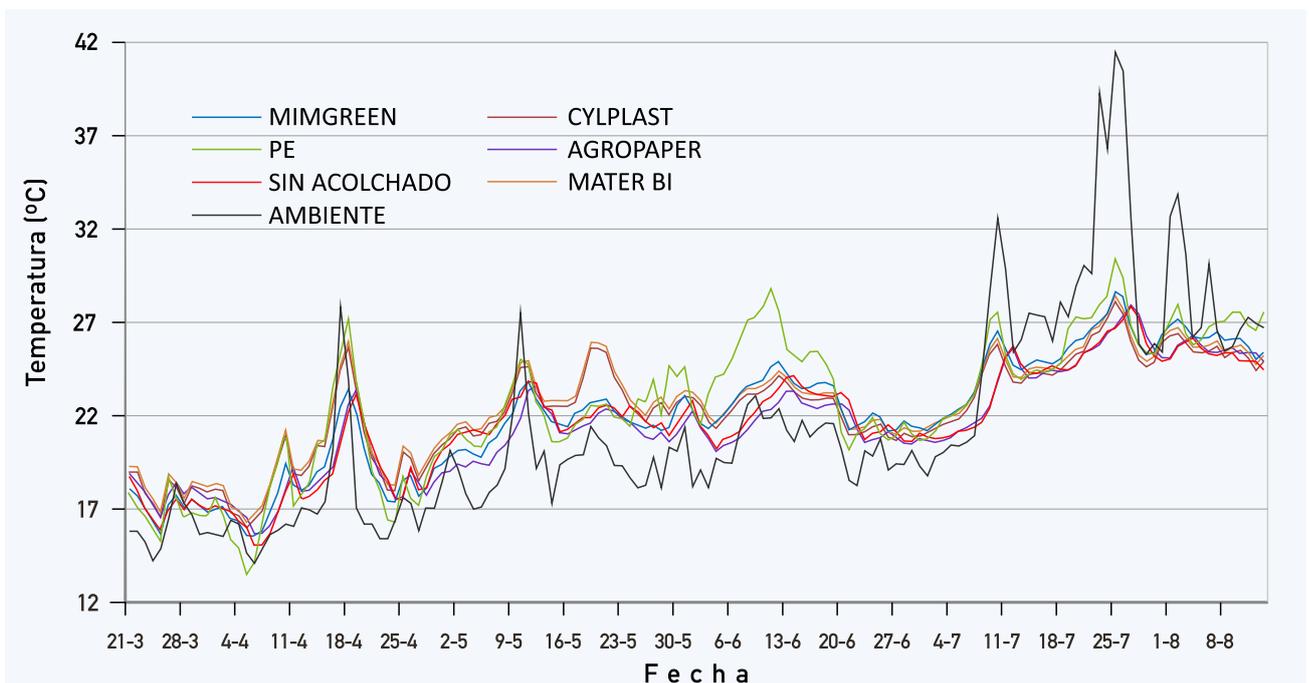


Figura 2: Temperaturas medias del suelo a 10 cm de profundidad en los materiales ensayados. Se muestra también la temperatura ambiente media

En la figura 2 se presentan los datos de las temperaturas de suelo registradas. A la hora de interpretar los datos, hay que tener en cuenta que la cobertura del material por el desarrollo del cultivo pudo influir el comportamiento de las temperaturas. Los plásticos tuvieron una media diaria superior en más de 1°C sobre el control sin acolchado hasta mediados de junio, mientras que los papeles tuvieron una temperatura media diaria similar. Durante prácticamente todo el cultivo, la temperatura de los plásticos fue ligeramente superior a la de los papeles (+0,7°C). La temperatura bajo el polietileno pareció ser la que tuvo las variaciones más amplias, con mínimas diarias más bajas y máximas más altas (sobre todo en éstas últimas) que el resto de materiales. En otras referencias también se detectó que los plásticos biodegradables subían menos la temperatura del suelo que el polietileno (Goldberger et al, 2013)

3 RESULTADOS

2.2 Evolución del crecimiento inicial

Debido al periodo de bajas temperaturas que se registró al principio del ensayo, el crecimiento fue más lento de lo esperado. Hasta los 50 dtt, no se superaron los 17°C de temperatura media de forma clara (Figura 1). Se observó la importancia del acolchado en el crecimiento inicial de la planta (Tabla 2 y Foto 7). Hasta después de los 53 dtt, las plantas sin acolchado no desarrollaron la primera guía. El crecimiento inicial de la planta en los tratamientos con plásticos fue algo superior al de los papeles.



Foto 7: Estado del tratamiento sin acolchado frente a Mimgreen (derecha) y Agropaper (derecha) a los 71 dtt

Tabla 2: Evolución del crecimiento inicial del cultivo

Tratamiento		n° hojas / guía principal					
		46 dtt		53 dtt		63 dtt	
Papel	Agropaper	5,5	ab*	9,6	ab	16,3	ab
	Mimgreen	4,4	b	8,2	b	14,0	b
Plástico	Cylplast	5,5	ab	9,2	ab	14,7	b
	Mater-Bi	6,4	ab	10,2	ab	16,6	ab
Polietileno		6,0	a	10,9	a	17,9	a
Sin acolchado		0,0	c	0,0	c	6,6	c
CV estadístico (%)		18,9		19,2		14,1	

* Materiales con la misma letra tienen valores estadísticamente similares (Prueba LSD 95%)

A los 63 dtt los tratamientos con acolchado dejaron de tener una guía principal dominante por lo que se dejó de tomar datos de nº de hojas. En ese momento las plantas acolchadas con polietileno tuvieron un valor similar al plástico Mater-Bi y al papel Agropaper. Tanto el papel Mimgreen como el film Cylpast tuvieron un crecimiento inicial estadísticamente menor que el testigo con PE. El testigo sin acolchado tuvo un crecimiento inicial significativamente menor que el resto de tratamientos. (foto 7).

3.2 Evolución de la emisión de frutos

En la tabla 3 y en la figura 3 se observa como la emisión de frutos en el tratamiento sin acolchado fue significativamente inferior en todo el periodo controlado. El papel Agropaper tuvo la delantera hasta los 96 dtt en la que fue superado ligeramente por el PE. En un segundo escalón estarían el resto de materiales hasta los 103 dtt en el que Mimgreen y Cylplast tuvieron una emisión de frutas ligeramente superior a la de Mater-Bi, aunque sin diferencias significativas. En el periodo entre 120 y 126 dtt, el cuaje bajó, probablemente debido a las altas temperaturas registradas anteriormente (Figura 1 y Tabla 3)

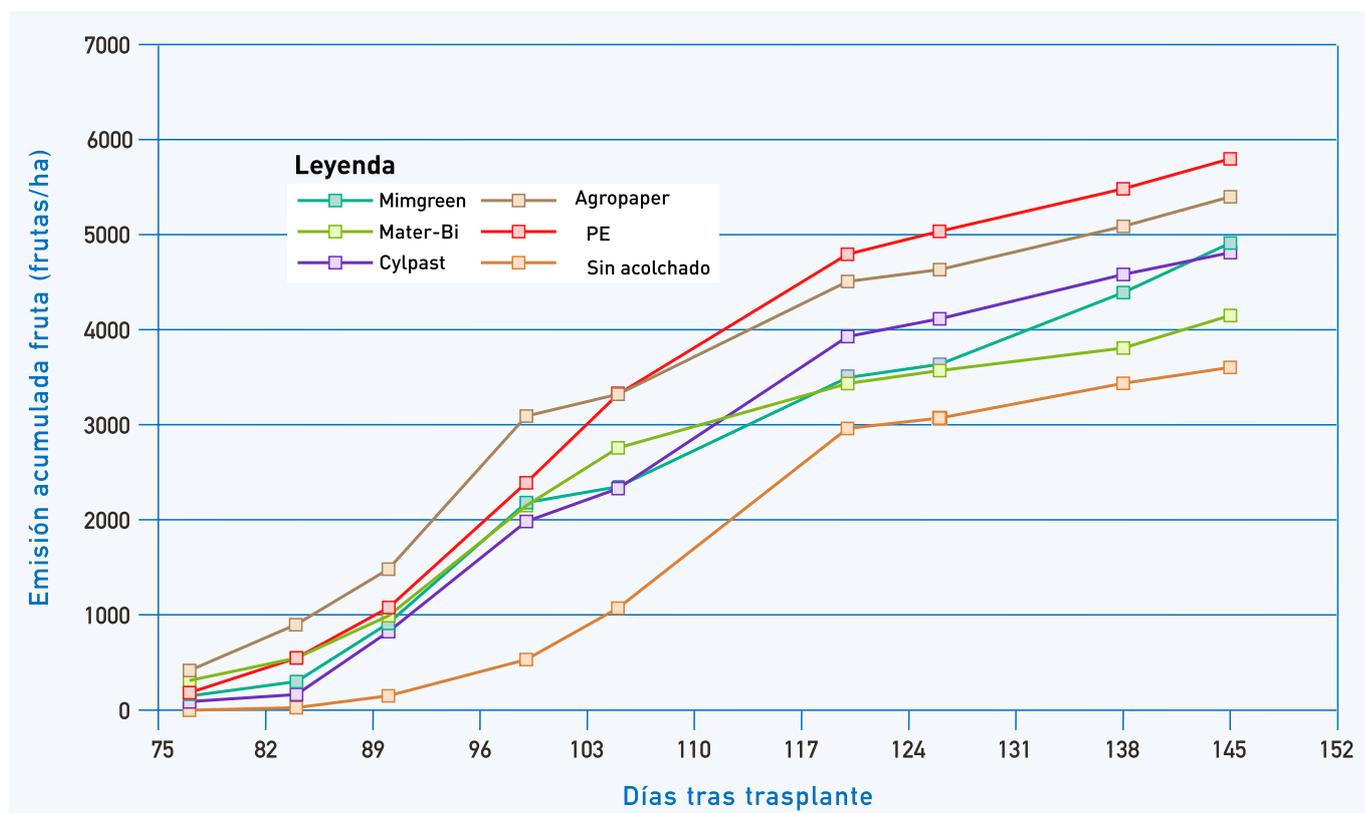


Figura 3: Evolución de la emisión de calabazas en el periodo considerado

Con respecto a los datos finales (Tabla 3), a los 145 dtt, en el testigo con PE se habían emitido casi 5800 frutas/ha, seguido por Agropaper, Mimgreen y Cylplast, en el entorno de 5000 frutas/ha, sin diferencias significativas con el testigo. Mater-Bi, con algo más de 4000 frutas/ha no tuvo diferencias significativas con los materiales biodegradables pero si con el PE. El control sin acolchado se quedó en 3604 frutas/ha emitidas.



Tabla 3: Evolución de la emisión de frutos

Tratamiento	Días tras trasplante (dt)									
	77	84	90	99	105	120	126	138	145	
	n° frutos emitidos / ha									
Papel	Agropaper	416 ^a	896 ^a	1476 ^a	3092 ^a	3320 ^a	4507 ^{ab}	4629 ^a	5085 ^{ab}	5397 ^a
	Mimgreen	145 ^{bc}	299 ^{bc}	938 ^b	2178 ^b	2349 ^b	3510 ^{cd}	3637 ^{cd}	4389 ^c	4911 ^{ab}
Plástico	Cylplast	67 ^{bc}	162 ^{bc}	824 ^b	1982 ^b	2327 ^b	3928 ^{bc}	4115 ^b	4582 ^b	4809 ^{ab}
	Mater-Bi	308 ^{ab}	546 ^{ab}	989 ^{ab}	2149 ^b	2758 ^b	3434 ^{cd}	3570 ^c	3808 ^d	4147 ^{bc}
	Polietileno	168 ^{abc}	546 ^{ab}	1072 ^{ab}	2391 ^b	3331 ^a	4793 ^a	5033 ^a	5481 ^a	5798 ^a
	Sin acolchado	0 ^c	25 ^c	150 ^c	531 ^c	1072 ^c	2961 ^d	3070 ^d	3435 ^d	3604 ^c
	CV estadístico (%)	74,9	65,3	31,1	15,8	10,3	8,9	6,4	6,7	12,7

* Materiales con la misma letra tienen valores estadísticamente similares (Prueba LSD 95%)

3.3 Producciones

En lo referente a la producción potencial (Tabla 4), todos los materiales de acolchado (41563 - 52753 kg/ha) tuvieron un valor significativamente más alto que no la alternativa de no realizar esa técnica (25588 kg/ha): esto supuso un 75% más de producción. Entre los materiales, sólo el papel Mimgreen (39638 kg/ha) tuvo un valor significativamente menor que el testigo con PE (52753 kg/ha). Muy cercano al testigo estuvo el papel Agropaper (48945 kg/ha), seguido de los plásticos.

Con la producción comercial ocurrió lo mismo, cualquiera de las técnicas de acolchado (23457 – 31320 kg/ha) obtuvo un valor significativamente más alto que no acolchar (17936 kg/ha), lo que supuso un 40% menos de producción (Tabla 4). Todos los materiales biodegradables ensayados tuvieron un valor estadísticamente similar al testigo con PE (31320 kg/ha), destacando los plásticos (28398 kg/ha y 30826 kg/ha para Cylplast y Mater-Bi, respectivamente) y el papel Agropaper (27532 kg/ha).

La diferencia entre la producción potencial y la comercial estuvo entre un 25 y un 40%. Los destríos fueron causados por daños de perdices en las primeras calabazas cuajadas (hasta los 100 dt) y luego por malformaciones en fruta debidas a problemas de polinización por altas temperaturas y a virosis (desde los 100 dt hasta el final del cultivo). Estos dos hechos provocaron que las producciones comerciales estuvieran en la parte baja de las producciones normales (20000 – 40000 kg/ha) (Giner y Aguilera, 2017).

Tabla 4: Producción comercial y total

Tratamiento	Producción comercial		Producción potencial		
		kg/ha		kg/ha	
Papel	Agropaper	27532	a*	48945	ab*
	Mimgreen	23457	ab	39638	b
Plástico	Cylplast	28398	a	42250	ab
	Mater-Bi	30826	a	41563	ab
	Polietileno	31320	a	52753	a
	Sin acolchado	17936	c	25588	c
	CV estadístico (%)	19,20	.	16,10	.

* Materiales con la misma letra tienen valores estadísticamente similares (Prueba LSD 95%)



3.4 Peso medio de las calabazas

El mayor peso medio correspondió al tratamiento con Mater-Bi (10,1 kg/pieza), seguido del papel Agropaper y el polietileno, que superaron los 9 kg/pieza (Tabla 5). El plástico Cylplast y el papel Mimgreen, sin dar valores significativamente mayores que Mater-Bi, si fueron similares al testigo PE. El tratamiento sin acolchado, con sólo 7,1 kg/pieza tuvo el menor peso de calabaza, tuvo un valor significativamente más bajo que el testigo con PE.

En la tabla 5 también se muestran los intervalos de peso de cada tratamiento, al no existir una clasificación de calibres o pesos para este tipo de calabaza. El intervalo de las calabazas recolectadas en las parcelas con acolchado estuvo entre 7,3 y 10,4 kg/pieza, destacando Mater-Bi con 9,7 – 10,4 kg/pieza. Por el contrario, el tratamiento sin acolchado estuvo entre 6,6 y 7,6 kg/pieza

Tabla 5: Pesos medios de las calabazas recolectadas

Tratamiento		Peso medio	Intervalo pesos **	
		kg/fruto		
Papel	Agropaper	9,09	ab	8,53 - 9,65
	Mimgreen	8,06	bc	7,27 - 8,85
Plástico	Cylplast	8,80	b	8,00 - 9,59
	Mater-Bi	10,05	a	9,66 - 10,43
Polietileno		9,08	b	8,13 - 10,04
Sin acolchado		7,10	c	6,62 - 7,58
CV estadístico (%)		6,8	.	.

*: Materiales con la misma letra tienen valores estadísticamente similares (Prueba LSD 95%)

** : Valor menor = Peso medio - desviación estándar. Valor mayor = Peso medio + desviación estándar

3.5 Costes asociados al acolchado

En este apartado se presentan los costes derivados de acolchar con cada material y en el caso del control, los de deshierbado. A la hora de calcular la totalidad de costes no se tuvo en cuenta las posibles diferencias en la velocidad de colocación de cada material: algunos autores señalan que el papel debe colocarse a una velocidad menor (Cirujeda et al, 2015).

Se ha considerado un gasto de 3500 metros lineales (ml) de material por hectárea. Este número partió de la separación entre filas (3 m), que darían 3333.3 ml/ha, más un 5% para anclar los principios de línea y teniendo en cuenta pérdidas por cortes. En todos los casos, se presentan los costes para anchos de 1.0 m. En el caso de los plásticos, se consideró un largo de las bobinas de 2000 ml. En el caso de los papeles, las bobinas tenían un largo de 560 ml para Agropaper y de 300 ml para Mimgreen.

Los papeles tuvieron un precio más alto que el polietileno (Tabla 6), unas 1,9 veces más caros. En lo referente a los plásticos, los precios fueron bastante más parecidos, aproximadamente 1.2 veces más caros. Hay que tener en cuenta que los plásticos biodegradables eran menos gruesos que el PE utilizado. Estos valores fueron más bajos que los señalados por Lahoz et al (2019) o Cirujeda et al (2015) que indicaban precios hasta 3 o 4 veces superiores de los materiales biodegradables frente al PE. Esto puede deberse probablemente a una bajada de los precios de los materiales biodegradables por el mayor volumen fabricado.

Tabla 6: Costes derivados del acolchado para los materiales usados en el ensayo

Tratamiento		Material ¹	deshierbado	retirada	transporte	gestión	total
		€/ha					
Papel	Agropaper	734,38	0,00	0,00	0,00	0,00	734,38
	Mimgreen	723,33	0,00	0,00	0,00	0,00	723,33
Plástico	Cylplast	350,00	0,00	0,00	0,00	0,00	350,00
	Mater-Bi	381,50	0,00	0,00	0,00	0,00	381,50
Polietileno		306,25	0,00	168,70 ²	3,13 ³	14,55 ⁴	492,63
Sin acolchado		0,00	809,76 ⁵	0,00	0,00	0,00	809,76

1: Precios suministrados por las empresas

2: Tiempo de retirada del PE en la explotación: 17,5 horas/ha. Coste de mano de obra para la empresa: 9,64€/hora

3: Costes calculados en el simulador de costes de mercancías terrestres de Canarias para un camión de 3000 kg de PMA: 26,84 €/hora. Se estima 1 hora entre carga, viaje y descarga de la explotación al Complejo Medioambiental de Arico. Peso de PE recogido 350 kg/ha.

4: Costes de gestión en Complejo Medioambiental de Arico: 41,57€/tonelada. Peso de PE recogido 350 kg/ha

5: Se hicieron 2 deshierbados con una duración de 42 horas/ha. operación. Coste de mano de obra para la empresa: 9,64€/hora

Los materiales biodegradables no presentan los gastos derivados de las labores de retirada, el transporte a la empresa gestora de residuos y de gestión que si habría que imputar al polietileno. En las condiciones del ensayo, este coste ascendió a 186,38 €/ha.

El coste total de acolchado con PE (material + disposición residuo) fue 492,63 €/ha. Los plásticos biodegradables tuvieron un precio menor: Cylplast con 350,00€/ha y Mater-Bi, con 381,50€/ha, un 29 y un 22% menos que el PE. Los costes de los papeles fueron más altos que el PE, un 46% más para Mimgreen (723,33 €/ha) y un 49% para Agropaper (734,88€/ha).

Por último, el tratamiento sin acolchado, tuvo un coste mayor que cualquier tipo de material, con 809,76 €/ha. Teniendo en cuenta además la menor producción, la técnica de acolchado resulta especialmente interesante para el cultivo en las condiciones del ensayo.

Observaciones en campo sobre los materiales ensayados

Cada material tiene sus requerimientos especiales de colocación. Los papeles son menos elásticos por lo que tiene que colocarse a una velocidad menor que la de los plásticos y una



Foto 8: Izquierda_ Rotura longitudinal al principio del cultivo en papel. centro: Rotura en la zona de contacto con el suelo del papel. derecha: Levantamiento del material por el viento

menor presión de las ruedas de colocación. Los plásticos biodegradables son algo menos elásticos que el polietileno y tienen algo menos de resistencia a la punción, por lo que además de colocarse a menor velocidad, debe evitarse la presencia de piedras y otros materiales punzantes en superficie, sobre todo en zonas ventosas, como la del ensayo (Cirujeda et al, 2015).

Al comienzo del cultivo, se observaron algunas roturas transversales en los papeles (Foto 8 izquierda), ligeramente más en el material Agropaper que en Mimcord. Esto parece ser debido a la tensión con las que se colocan y ciclos de mojado – secado (lluvias o incluso rocíos intensos) que provocan un aumento de la tensión al secarse al mediodía (Cirujeda et al, 2015). Las roturas no afectaron de forma significativa al cultivo al cubrirlas rápidamente.

En ambos papeles se observó la rapidez relativa con la que la zona enterrada se descomponía, lo que provocaba que el viento pudiera luego levantar el papel (foto 8). Esto no sería un problema si el acolchado se colocara junto con tunelillos (que ayudan a fijar el material al suelo) o si ocurre cuando el cultivo ya ha cubierto la mayor parte del material, ayudando con su peso. Se recomienda realizar un ligero aporcado a las 2 – 3 semanas de la colocación del acolchado para paliar este problema (Cirujeda et al, 2015; Lahoz et al, 2019). En nuestro caso, se optó por colocar bolsas llenas de tierra encima del material.



Foto 9: Plantas de juncia atravesando un plástico.



Foto 10: Degradación de un plástico biodegradable en zonas no cubiertas por el cultivo

Por otra parte, tanto en los plásticos biodegradables como en el polietileno (en menor medida, probablemente al ser de mayor grosor) se observó que la juncia o chufa (*Cyperus spp.*) era capaz de atravesar el acolchado (foto 9). Esto no ocurrió en los papeles. Esta es una incidencia recogida en todas las pruebas realizadas con este tipo de materiales.

Otra incidencia encontrada en los plásticos biodegradables fue una degradación más rápida en las zonas que quedaban sin cubrir por el cultivo, lo que indicaría que el material es fotodegradable (foto 10). Esto se observó a partir de los 110 dtt cuando influiría muy poco en el desarrollo del cultivo.

Se puede considerar que los plásticos biodegradables utilizados cumplieron su función de forma satisfactoria, manteniendo su integridad durante el periodo necesario para un ciclo de calabaza de 150 días. En el caso de los papeles, salvo la incidencia de la combinación entre la degradación de las zonas enterradas y el viento, mantuvieron su integridad sin problemas hasta el final de ciclo.

En las fotos 11 y 12 se presentan las fotografías de cómo quedaron los materiales a los 160 días del trasplante, después de haber terminado el cultivo y antes de incorporar al suelo los materiales biodegradables y quitar el polietileno.



Foto 11: Estado de los acolchados a los 160 dtt: de izquierda a derecha: Mimgreen, Agropaper, Polietileno



Foto 12: Estado de los acolchados a los 160 dtt: de izquierda a derecha: Cylpast, Mater-Bi

Tras el cultivo, sólo se retiró de la parcela experimental el PE. No hubo ningún problema con los restos de los materiales biodegradables en el laboreo de preparación del terreno con pase de rotocultor.

Se visitó la parcela experimental el 18/10/2022, cuando se había preparado el suelo para el siguiente cultivo y no se observó presencia significativa de residuos de materiales (foto 13).



Foto 13: Aspecto de la parcela experimental después del laboreo de preparación del terreno antes del siguiente cultivo

4 CONCLUSIONES

A la luz de los resultados del ensayo, y para sus condiciones, se podría concluir que en esta primera experiencia demostrativo – experimental en cultivos hortícolas del uso de materiales biodegradables como acolchado en Canarias:

- Se ha comprobado el potencial de todos los materiales biodegradables ensayados E, logrando un comportamiento productivo similar tanto en producción como en tamaño con respecto al testigo con polietileno.
- La técnica del acolchado supone una mejora en la producción y una disminución de los costes (por los deshierbados manuales) en el cultivo de calabaza

El coste de compra de los materiales biodegradables fue superior al del PE utilizado en el ensayo. Sin embargo, los costes de retirada y gestión del PE compensaron el mayor precio de alguno de los materiales biodegradables (Mater-Bi y Cylpast). Hay que tener en cuenta que el PE utilizado fue de 25 μ mientras que los plásticos biodegradables eran de 15 μ .

Tanto los plásticos biodegradables como los papeles cumplieron su función durante el ciclo de cultivo, llegando a un nivel de degradación que permitió que no hubiera ningún problema en la incorporación de los restos de material en las labores del cultivo posterior.

Se observó que la juncia (*Cyperus* sp) no fue capaz de atravesar ninguno de los papeles. Sin embargo, la juncia atravesó sin problemas los plásticos biodegradables y el polietileno.

Hay que seguir trabajando para comprobar estos resultados en otros cultivos donde se use el acolchado, en otras fechas de plantación y zonas agroclimáticas de la isla, que puedan tener una influencia en la velocidad de degradación.

Asimismo hay que trabajar con los ajustes para mecanizar su colocación, que varía frente a la del polietileno, e intentar adaptar el manejo del riego diferenciado en papeles o en plásticos.



5 AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen especialmente la colaboración inestimable de todo el personal de la explotación colaboradora SAT RAYMI, en especial a Ramón y Juana María Martín Estévez, Ricardo González y Pedro Cejas así como al resto de personal de campo. La participación del personal de la Agencia de Extensión Agraria de Fasnia – Arico y en concreto la de Nordin Al Lal Ahmed y Carlos Díaz González ha sido muy importante durante el ensayo.

Las empresas Valletek (distribuidora de Solplast en Tenerife), Novamont Iberia SLU y Smurfitt Kappa España SA amablemente suministraron el material para el ensayo. Las empresas anteriormente citadas junto con Mimcord SAU y Reyenvas facilitaron los datos para el estudio de costes.

Por último, también queremos agradecer la colaboración inicial de Juan Cabrera Cabrera del Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (ICIA) y de la empresa SAT IZAÑA.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cirujeda, A.; Pardo, A.; Mari, A.I.; Zaragoza, C.; Aibar, J.; Moreno, M.M. Moreno, C.; Villena, J.; Meco, R.; Lahoz, I.; Macua, J.A.; Pardo, A.; Suso, M.; Costa, J.; Pelacho, A.M.; Pastor, M.; Martín, L. 2015. **Acolchado con materiales biodegradables: principales resultados de los ensayos realizados en tomate de industria y pimiento entre 2006 y 2015**. Phytoma España, 272; 40-46.

Giner, A. y Aguilera, J.M. 2017. **Calabaza**. p. 625-665. En: Maroto Borrego, J. V. y Baixauli Soria, C. (Eds.). **Cultivos hortícolas al aire libre**. Serie Agricultura 13. Cajamar Caja Rural. Almería

Goldberger, J.; Emmet, R.; Jones, M.C.; Wallace, R. e Inglis, R. 2013. **Barriers and bridges to the adoption of biodegradable plastic mulches for US specialty crop production**. Renewable Agriculture and Food Systems, 30(2): 143-153

Instituto Canario De Estadística ISTAC. 2022. **Sector Primario**. Disponible en línea en: http://www.gobiernodecanarias.org/istac/temas_estadisticos/sectorprimario/

Lahoz, I; Uribarri, A. y Orcaray, L. 2020. **El papel como alternativa sostenible al acolchado agrícola**. Navarra Agraria, 240: 13-22.

López, J.; y González, A. 2012. **Tendencias y trabajos de campo con acolchados degradables**. Vida Rural, 344: 28-32.

López, J.; Romero, M.; Gálvez, A.; Rizo, E. y Del Amor, F.M. 2021. **Nuevas técnicas para optimizar la velocidad de degradación de los materiales biodegradables de acolchado**. En: González, T., Santos, B., Raya, V. Trujillo, L. y Ríos D. **L Seminario de Técnicos y Especialistas en Horticultura**. Canarias 2021. En prensa.

Malincolico, M. (Ed). 2017. **Soil degradable bioplastics for a sustainable modern agriculture**. Springer. Berlín. Alemania. 190 p.

Perera, S. y De Espino, A.I. 2016. **Virosis en calabacín**. Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural. Cabildo Insular de Tenerife. 18 p. Disponible en línea: https://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/otra_612_calabac%C3%ADn.pdf



Staub, J.E. y Wehner, T.C. 2017. **Temperature stress**. p. 188-189. En: Keinath, A.P.; Wintermantel, W.M. Y Zitter, T.A. (Eds). **Compendium of cucurbit diseases and pests**. American Phytopathological Society. St. Paul. EEUU.

Vazquez, R. 2020. **Campo demostrativo: “ensayo acolchado de papel en hortalizas al aire libre y en invernadero”**. Informe Anual. Perlas Riojanas Titularidad Compartida. Disponible en línea: <https://www.uagr.org/wp-content/uploads/2020/12/MemoAcolchadoPapel2020.pdf>

Wien, H. C. 1997. **The Cucurbits: Cucumber, Melon, Squash and Pumpkin**. p. 345- 386. En Wien, H.C. (Ed). **The Physiology of Vegetable Crops**. New York, NY, CAB International.





ÁREA DE AGRICULTURA,
GANADERÍA Y PESCA

Servicio Técnico de Agricultura y
Desarrollo Rural



Donde estamos



Unidad Central	C/ Alcalde Mandillo Tejera, 8 S/C de Tenerife	922 239 275	servicioagr@tenerife.es
AEA Tejina / La Laguna	C/ Palermo, 2.	922 546 311 922 257 153	aeate@tenerife.es aeall@tenerife.es
AEA Tacoronte	Ctra. Tacoronte-Tejina, 15	922 573 310	aeata@tenerife.es
AEA La Orotava	Plaza de la Constitución, 4	922 328 009	aealao@tenerife.es
AEA Icod	C/ Key Muñoz, 5	922 815 700	aeaicod@tenerife.es
AEA Buenavista	C/ El Horno, 1	922 129 000	aeabu@tenerife.es
AEA Guía de Isora	C/La Entrada,10	922 850 877	aeagi@tenerife.es
AEA Valle San Lorenzo	Ctra. General, 122	922 767 001	aeavsl@tenerife.es
AEA Granadilla	San Antonio, 13	922 447 100	aeagr@tenerife.es
AEA Fasnia / Arico	Ctra. Los Roques, 21	922 530 900 922 161 390	aeaf@tenerife.es aeaar@tenerife.es
AEA Güímar	Plaza del Ayuntamiento, 8	922 514 500	aeaguimar@tenerife.es
C.C.B.A.T.	C/Retama 2, Puerto de la Cruz Jardín Botánico	922 445 841	ccbiodiversidad@tenerife.es
Oficina de Asesoramiento al Regante	Finca La Quinta Roja Carretera General TF-42 (San Pedro-Las Cruces) Garachico	680 846 946	oficinadelregante@tenerife.es

