



MULCH DE PAPEL

Ing. Agr. (MSc) Juan C. Gilsanz

Programa Nacional de Producción Hortícola

HISTORIA

El método de mulching es utilizado por los horticultores para mejorar las condiciones de crecimiento de los cultivos. Al cubrir el suelo se puede reducir la erosión, controlar las malezas, adicionar materia orgánica (ej. mulch orgánicos) y mejorar el balance térmico alrededor de las plantas.

Desde la antigüedad el uso de mulch orgánico, así como el mulch formado por piedras y grava, han constituido una alternativa para reducir la evapotranspiración y la erosión.

En 1920 el mulch de papel alquitranado fue ampliamente usado en el cultivo de ananá y frutilla en la isla de Hawaii para el control de malezas y la conservación de la humedad. La utilización de esta tecnología redundó en una importante reducción en las horas de trabajo y, por lo tanto, en el costo de producción.

Pese a la larga historia en el uso de mulch orgánicos, el desarrollo del plástico en 1938 y el ingreso de los mulch plásticos en 1950 determinó la sustitución de los mulch orgánicos.

En 1990 se retoma el interés por la utilización del papel de mulch debido a las dificultades para procesar los volúmenes de mulch de plástico utilizado.

En 1999 INIA Las Brujas comenzó a experimentar con mulch de papel en el cultivo de lechuga bajo protección. En el año 2010, a través de un proyecto financiado por el PPR (MGAP), se retoma el tema orientado al cultivo de morrón a campo. El uso global de plásticos en la agricultura alcanzó 2,8 millones de toneladas (2009), de este total el uso del plástico como mulch ocupa el segundo lugar luego del uso en cubiertas de invernáculos. La utilización como mulch por hectárea representa entre 100-300 kg/ha de polietileno de baja densidad.



Figura 1 - Problemas en la remoción de mulch plástico.

INTRODUCCIÓN

El principal problema del uso de los plásticos en la agricultura radica en cómo removerlo completamente del campo. La necesidad de su remoción implica un gasto adicional. Por otro lado, la disposición final del material colectado es otro inconveniente no resuelto totalmente en la mayoría de los casos (Figura 1).

De acuerdo a como se haga la disposición final es posible incrementar la contaminación del suelo. La incineración como solución no es totalmente efectiva ya que si no es realizada a alta temperatura se liberan sustancias tóxicas. El reciclaje también es dificultoso por que el material levantado del campo presenta suciedad y restos de productos químicos proveniente de fungicidas e insecticidas.

La alternativa del uso de plásticos biodegradables existe desde 1980. Si bien son una solución al problema de

El uso de mulch de papel reduce la contaminación ambiental y permite un mejor control de malezas que con el uso de mulch plástico.



Figura 2 - Uso de mulch de papel a campo.

la disposición final, no todos los polímeros plásticos se biodegradan y los que lo hacen lo realizan lentamente en el suelo. Algunos polímeros plásticos necesitan condiciones especiales para su degradación en el suelo y estas no siempre se dan. Además, presentan una desventaja que es su menor vida útil, con un costo hasta tres veces mayor al del mulch plástico común.

MULCH DE PAPEL

Como mulch de papel se han utilizado muchos materiales, el de uso más común es el papel Kraft de color marrón con un gramaje de 40-200 g/cm². El mulch de papel permite solucionar el problema de la disposición final ya que luego de su uso se incorpora al suelo para su descomposición final.

Su expectativa de vida útil es más corta que la del mulch plástico, por lo que se adapta bien a su uso en cultivos protegidos o de corto ciclo a nivel de campo (Figura 2). El material usado en el mulch de papel presenta como características el hecho de ser poroso e higroscópico (absorbe humedad). Estas propiedades tienen influencia en el uso de riego y en la evapotranspiración desde el suelo.

Por otro lado, es menos elástico por lo que la mecanización de su colocación es un poco diferente a la del mulch plástico.

En todos los trabajos realizados se usó papel de la empresa Prince Point S.A, que fabrica este tipo de papel, de origen nacional, reciclado.

DEGRADABILIDAD

El mulch de papel es casi totalmente orgánico desde su composición; su degradación comienza en los bordes en aquellas partes que están enterradas en el suelo.



Figura 3 - Muestra de degradación del mulch de papel desde los bordes.

El resto del mulch de papel, a medida que progresa la estación de crecimiento, se funde en una película con el suelo realizando un buen control de malezas (Figura 3). Para lograr una buena performance del mulch de papel no se debe transitar sobre él cuando se encuentre mojado por el riego o rocío.

En general, pese a que los bordes se encuentren degradados, el propio peso del cultivo previene que el

mulch se levante por viento. Su performance variará de acuerdo al desarrollo y tipo de cultivo a usar, al tipo de suelo y a las condiciones climáticas.

Durante la confección del cantero se recomienda la eliminación de terrones que puedan desgarrar el papel prematuramente.

EFEECTO DE LA TEMPERATURA

El suelo bajo el mulch de papel presenta una temperatura más baja que con el mulch de plástico negro o el suelo desnudo (Cuadros 1 y 2). El efecto se atribuye al color más claro del mulch de papel que refleja la luz normalmente absorbida, a diferencia del suelo desnudo y plástico negro que ofician de cuerpo oscuro (Cuadro 3). El mulch de papel permite reducir los picos de temperatura en el suelo.

Aquí se presentan solo los datos de temperatura máxima bajo el mulch correspondientes al ciclo verano 2009/2010 para el cultivo de morrón a campo.

En el año 1999 se evaluó la temperatura a 5 cm de profundidad bajo diferentes mulch a las 15:00 hs. del 31/3/99 realizadas sobre distintos tipos de mulch instalados en el campo (Cuadro 2).

Cuadro 1 - Temperaturas máximas (°C) bajo mulch y suelo a 5 cm de profundidad

Fechas	Mulch Plástico Negro Temp °C	Mulch Papel Temp °C	Suelo Desnudo Temp °C
FE1*	49,4	38,17	36,8
FE2	40,7	29,21	30,0
FE3	28,9	23,69	25,68
FE4	21,73	19,92	21,37
FE5	17,7	16,71	18,11

*FE1_ Temperatura máxima promedio diaria para el primer mes de ciclo y así sucesivamente

Cuadro 2 - Mediciones de temperatura del aire y sobre el mulch a campo a las 15:00 hs. del 31/3/99.

Tipo de Mulch	Temperatura bajo mulch °C	Temperatura del aire °C
Plástico Negro	33	26
Papel	24,5	26
Plástico Blanco	23,5	26

Cuadro 3 - Mediciones de Radiación PAR (Mmol/sec/m²) sobre cultivo de morrón *

Tipo de Mulch	Radiación Incidente Mmol/sec/m ²	Radiación Reflejada Mmol/sec/m ²	Radiación Absorbida %
Plástico Negro	995,25	47,85	0,95
Papel	1026,25	257,43	0,75
Suelo Desnudo	1021,78	71,22	0,93

* Datos promedio de mediciones en 2009 y 2010

Cuadro 4 - Comportamiento de los distintos plásticos al Pasto Bolita (*Cyperus rotundus*) ensayo lechuga año 2000.

Tipo de Mulch	Número Plantas Pasto Bolita a través del Mulch	Número. Plantas Pasto Bolita Total
Papel	4	4
Plástico Negro	25	40

DESEMPEÑO DE LA RADIACIÓN PAR

La atmósfera recibe la radiación procedente del sol de la que el 42 % es la luz visible.

Se denomina Radiación Fotosintéticamente Activa (PAR) a la cantidad de radiación que es capaz de producir actividad fotosintética en las plantas y tiene un intervalo de 400 a 700 nanómetros (nm). Los valores de promedios de radiación PAR, incidente, reflejada y absorbida en los tratamientos ensayados fueron los que se detallan en el Cuadro 3.

El color del mulch está íntimamente ligado a la reflectividad y absorbancia de la energía y esto a su vez condiciona el desempeño del mulch en relación al cultivo. A través de las mediciones se corroboran las características de los films negros y en cuanto a la absorbancia y reflectividad de la luz, el mulch de papel fue el que reflejó más radiación PAR hacia la planta.

CONTENIDO DE AGUA EN EL SUELO

El contenido de agua del suelo depende de la lluvia y la irrigación, temperatura, evapotranspiración y la estructura del suelo. El uso del mulch conserva la humedad del suelo y modifica las condiciones de crecimiento del cultivo. Lo observado en cuanto al desempeño del mulch de papel es que conserva la humedad y reduce la evapotranspiración al compararse con el suelo desnudo.

Al compararse con el mulch de plástico negro, el mulch de papel conserva menos la humedad y aumenta la evapotranspiración. Por lo tanto, al usar mulch de papel hay que regar más seguido que con el mulch plástico. Por otro lado al ser el mulch de papel poroso, se beneficia del aporte de agua por la lluvia más que con el mulch de plástico.

MALEZAS

La ventaja del uso de los mulch es que mediante su uso es posible controlar malezas. En muchas investigaciones para este objetivo se ha determinado un comportamiento igual o mejor del mulch de papel respecto al mulch plástico.

Para el control del pasto bolita, el desempeño del mulch de papel es superior al del mulch de plástico negro. Este desempeño se basa en la opacidad del mulch de papel, no permitiendo el pasaje de la luz, aspecto que si se constata en el mulch de plástico. El pasaje de luz permite el crecimiento del pasto bolita y la perforación del plástico. En el caso del mulch de papel también sus fibras serían un impedimento para ser perforado (Cuadro 4).

Para un mejor control de las malezas a la hora de agujerear el papel de mulch durante el trasplante, los agujeros deberán ser ajustados al plantín a colocar, no permitiendo que a través de esos agujeros nazcan malezas (Figuras 4 y 5).



Figura 4 - Se aprecian los agujeros ajustados al tamaño de planta.



Figura 5 - Control en chacra.

Cuadro 5 - Peso fresco y seco de malezas por m²

Tipo de Mulch	Malezas Peso Fresco	Malezas Peso Seco
	g/m ²	g/m ²
Mulch Orgánico	1736	291
Mulch Plástico Negro	1130	170
Mulch Papel	264	53
Suelo Desnudo	884	135

En el Cuadro 5 se presentan datos obtenidos en un ensayo de mulch en el cultivo de morrón en el año 2009.

Los resultados observados muestran un mejor desempeño del mulch de papel sobre los otros tipos de mulch. En el caso del mulch plástico se presentó gran pérdida de plantas lo que permitió que su lugar fuera ocupado por malezas. El mulch orgánico al final del ciclo perdió su capacidad de control de malezas. El suelo desnudo fue sujeto a carpidas manuales que permitieron un relativo control de las malezas.

RENDIMIENTOS

En el período 1999-2000 se estableció un ensayo de lechuga con mulch de papel y plástico negro. La variedad utilizada fue Loretto y la población de plantas usada fue de 50000 plantas/ha. La fecha de trasplante fue el 8 de

febrero y la cosecha el 17 de marzo. En el Cuadro 6 se presentan datos de rendimiento por planta, por hectárea y número de hojas.

Durante el período 2009-2010 se evaluaron los distintos tipos de mulch usando como testigo el suelo desnudo. La fecha de plantación fue el 27/12/2009 y el 10/01/2010. La variedad utilizada fue Yatasto. La cosecha comenzó a principios del mes de marzo y se cosechó a morrón rojo prolongándose hasta mediados de mayo.

En el Cuadro 7 se presentan el número de plantas por cantero de 50 m, se destaca la gran pérdida de plantas en el plástico negro impactando en el número de malezas y en la diferencia de rendimiento.

En el Cuadro 8 se presentan los datos de rendimiento obtenidos para los distintos tipos de mulch.

Cuadro 6 - Rendimiento de lechuga Loretto por planta, por hectárea y número de hojas.

Tipo de Mulch	Peso/planta kg	Número Hojas	Lechugas con cabeza (%)	Rendimiento toneladas/ha
Papel	0,308 a ¹	42 a	98	15,4 a
Plástico Negro	0,273 b	38 b	93	13,7 b
Sig	*	*	N.S	*

¹Los valores seguidos con las mismas letras no presentan diferencias significativas al 5% de acuerdo a la prueba LSD. *P<0.05 en el análisis de varianza, N.S. No Significativo.

Cuadro 7 - Número de plantas de morrón en promedio en cantero de 50 metros para 2009 y 2010

Tipo de Mulch	Número de Plantas 2009	Número de Plantas 2010
Orgánico	145	144
Plástico Negro	107	30
Papel	159	163
Suelo Desnudo	153	144

Cuadro 8 - Rendimiento comercial de morrón comercial T/ha, 2009 y 2010

Tipo de Mulch	Año 2009	Año 2010
Orgánico	26,3	18,8
Plástico Negro	24,8	7,4
Papel	35,1	29,5
Suelo Desnudo	21,9	27,4



Figura 6 - Colocación manual del mulch de papel.

COLOCACIÓN MANUAL Y MECÁNICA

El mulch de papel se coloca manualmente, pero también es posible mecanizar su colocación. En el caso de colocación manual se usan anchos de papel superiores a la colocación mecanizada. El papel debe tener un ancho de 1,5 m y no se puede realizar la tarea con suelo húmedo o en días de viento. Para completar la tarea se necesitan al menos cuatro personas. (Figura 6).

En el verano 2011 se evaluó la colocación mecánica del mulch de papel usando una colocadora de mulch. En esa oportunidad se probó una partida de papel de 120 g/m² y un ancho de 1,10 m. Con la velocidad recomendada, que es la más baja que permita el tractor, se ajustaron los elementos de apertura y colmado así como las ruedas de sujeción del papel, que ejercían una presión mínima sobre el mulch de papel. El resultado de esta experiencia permitió enteramente la colocación mecánica del mulch de papel. Las dificultades se observaron cuando los canteros presentaban curvas o por efecto de la pendiente, pero también sucede en la colocación del mulch plástico (Figura 7).

RECOMENDACIONES GENERALES DE MANEJO DEL MULCH DE PAPEL

- No conviene intentar su colocación en días de viento.
- El cantero debe estar nivelado, al igual que el terreno, y sin terrones que puedan romper el papel.
- Colocar el papel con el lado más satinado hacia arriba.
- No tocarlo cuando está mojado.
- Su vida útil es de 8-12 semanas.
- El ancho debe ser adecuado al cantero y a la máquina colocadora. En el país se fabrican múltiples de 1 m de ancho. La experiencia dio como resultado que papel de 1 m fue el ancho adecuado para la colocación mecánica.

- El tamaño de los rollos no debería superar los 40 kilos para un fácil manejo en forma manual y mecánica.
- La calidad del papel es fundamental, se recomienda papel Kraft 120 g/m², con un lado de superficie más satinada.
- El eje con el rollo del papel debe estar cercano a la superficie del cantero, la velocidad de avance del tractor debe ser la más baja que se pueda obtener.
- La colocación manual es aplicable en sistemas productivos bajo protección o en cultivos al aire libre de ciclo corto y rápido crecimiento.
- Es propicio para sistemas productivos de estación en donde la alta temperatura produce pérdidas de stand de plantas.

DE FUTURO

Hacia adelante se plantea la prolongación de la vida útil con el propósito de utilizar el mulch de papel durante más de un ciclo de cultivo, al igual que sucede con el mulch plástico. Esto situaría al mulch de papel en igualdad de condiciones.

Por otro lado, es imperioso obtener la eliminación del IVA a este papel cuando su destino es para uso agrícola, ya que el mulch de plástico está exento de su pago. Se requiere el ajuste de nuevas tecnologías para la implantación mecánica del mulch de papel, algunas de las cuales ya se han ido desarrollando a través de proyectos + Tecnologías del MGAP.

Estas medidas propiciarían el uso más extensivo de la tecnología del papel de mulch.



Figura 7 - Colocación mecanizada.