

EVALUACIÓN DEL USO DE MULCH DE PAPEL

INVESTIGACIÓN APLICADA

Introducción

El desarrollo del film plástico se realizó en 1938, y su introducción como mulch desde 1950. La utilización por hectárea corresponde entre 100-300 kg/ha de polietileno de baja densidad. En 1995 se usaron bajo esta modalidad 110 millones de kg. El primer uso del mulch ha sido para conservar la humedad y el control de las malezas. Por otro lado las dificultades para su extracción del campo, su disposición final y las dificultades para su reciclaje hacen del uso de este material un creciente problema ambiental.

A principios del siglo XX, década 20', previo a la existencia del film plástico en Estados Unidos, Hawaii, se inició el uso del mulch de papel en la producción de ananá y frutilla, posteriormente fue abandonado por el desarrollo del mulch plástico. Más recientemente a partir de los años 90' se retoma el interés por la utilización del mulch de papel debido a las dificultades crecientes para procesar los volúmenes de mulch plástico utilizado.

A nivel nacional INIA- Las Brujas comenzó a experimentar con mulch de papel en el año 1999, sobretodo en el cultivo de lechuga bajo protección, posteriormente esta línea se abandonó por falta de fondos. El mulch de papel tiene como ventaja la posibilidad de ser incorporado al suelo para su descomposición natural, así como un eventual agregado de materia orgánica.

En el año 2007 se retoma la temática con la idea de evaluar el comportamiento de este mulch en la producción de morrón de estación a campo. Para ello se establecen una serie de ensayos a nivel de la estación experimental y en predio de productores.

Características de los Mulch Plásticos

Efecto del color

El color del mulch determina la temperatura del mulch y del suelo debajo de este. La temperatura del suelo depende de sus propiedades (reflectividad, absorbancia, y transmitancia), respecto de la radiación incidente.

El plástico negro actúa como cuerpo opaco, absorbiendo la mayor parte de la energía incidente, e irradia energía térmica bajo forma de calor. Las temperaturas del suelo bajo este mulch son más altas que las de suelo desnudo. Este mulch es efectivo para cultivos instalados temprano en la estación de crecimiento.

El mulch blanco presenta generalmente temperaturas de suelo menores al mulch plástico negro y refleja hacia el follaje de la planta la mayoría de la radiación incidente.

Evaporación

Debido al grado de impermeabilidad la evaporación desde el suelo se ve reducida, en los mulch plásticos, se citan reducciones del 45% respecto al suelo desnudo.

Control de Malezas

En general las malezas son controladas con el uso del mulch de plástico excepto con el pasto bolita, *Cyperus rotundus*, el pasaje de luz en mulch plástico negro de baja densidad negro y las reservas que presenta esta maleza en sus órganos de propagación posibilitan que emerja y rompa el mulch plástico. No sucediendo esto en los mulch opacos, caso del mulch blanco (bicolor) y el papel (Resultados Experimentales en Lechuga, 2000).

Intercambio Gaseoso

El mulch plástico es impermeable al intercambio gaseoso, y el único lugar de intercambio se genera por los lugares en que se encuentran las plantas basado en un efecto de “chimenea”.

Flujo de Calor

El calor es transferido al suelo por conducción elevando su temperatura, siendo más eficiente este proceso cuanto menor sea la capa de aire entre el suelo y el film plástico y mayor el contacto con el suelo.

En los ensayos de campo en la Est. Expt. Las Brujas se evaluaron los siguientes tratamientos (cobertura de suelo), para los ciclos 08/09 y 09/10: Mulch Plástico Negro, Suelo sin cobertura, Mulch Orgánico, Mulch Plástico blanco, Mulch de Papel, Mulch “Cambre”.

El mulch plástico negro consistió en un polietileno de baja densidad de 25 micrones de 1.40 m ancho. Como mulch orgánico se usaron restos de fardos de alfalfa cubriendo el suelo en su totalidad en una cantidad de 5000 kg M.S./ha. El mulch de papel usado correspondió a papel tipo Kraft 120 g/m² de 1.5 m. de ancho, en 2010 se constató un cambio en la calidad del papel recibiendo una partida de 117.7 gr/m². El mulch plástico blanco, usado fue un film bicolor, blanco-negro, usado en agricultura como cubierta de fardos. Mulch “Cambre” es un producto textil de polipropileno de 1.4 m de ancho de color negro.

Desempeño de la Radiación PAR de las Diferentes Coberturas

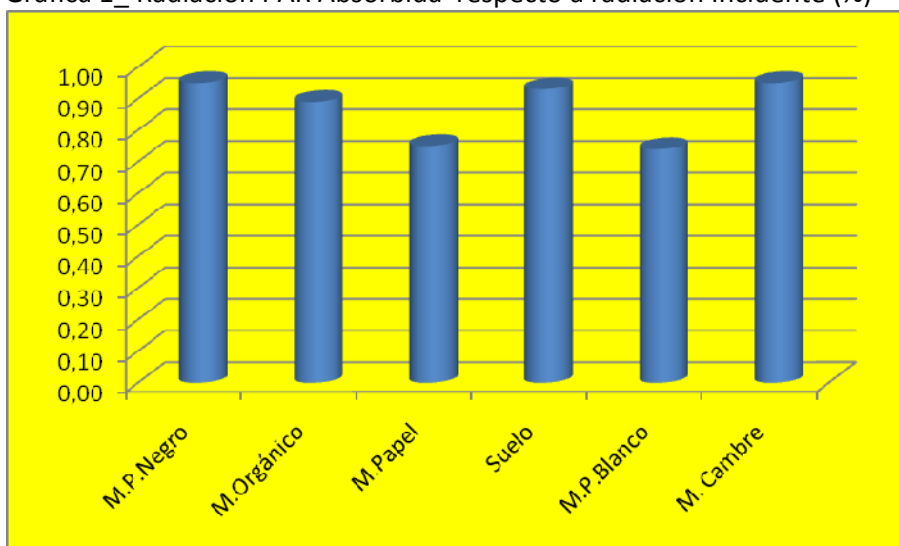
La atmósfera recibe la radiación procedente del sol de la que el 42% es la luz visible. Su longitud de onda es de entre 360 y 760 nm, la radiación fotosintéticamente activa o PAR tiene un intervalo de 400 a 700 nm y es la realmente utilizada por las plantas para realizar la fotosíntesis. La radiación PAR incidente así como la reflejada se midió con un Sunfleck Ceptómetro marca Decagon, Delta T Devices. Los valores de promedios de radiación PAR, incidente, reflejada y absorbida fueron los siguientes en los tratamientos ensayados (ver cuadro 1).

Cuadro 1 Radiación PAR mmol/sec/m²

TRAT	Rad. Inc.	Rad. Ref.	Rad. Abs.
	*Mmol/sec/m ²	*Mmol/sec/m ²	*%
M.P.Negro	995,25	47,85	0,95
M.Orgánico	807,75	91,9	0,89
M.Papel	1026,25	257,43	0,75
Suelo	1021,78	71,22	0,93
M.P.Blanco	1037,62	274,4	0,74
M. Cambre	1109,6	50,51	0,95

*_ Datos promedios de mediciones en 2009 y 2010

Grafica 1_ Radiación PAR Absorbida respecto a radiación Incidente (%)*



*_ Datos promedios de mediciones en 2009 y 2010

El color del mulch está íntimamente ligado a la reflectancia 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 blancos en cuanto a la absorbancia y reflectividad de la luz, el mulch de papel refleja valores similares respecto al mulch blanco de radiación PAR, hacia la planta, seguidos por el mulch orgánico, el mulch de plástico negro y el material de “Cambre” se comportaron de manera similar con valores muy menores. El mulch orgánico se presenta con valores intermedios.

Desempeño Térmico de las Diferentes Coberturas

En cada parcela se instalaron termómetros marca ibutton-Tmex, Dallas semiconductor tanto en la superficie de la cubierta, como bajo el mulch (5 cm). Las temperaturas fueron relevadas cada dos horas durante todo el período de cultivo, durante los dos años de experimento. Aquí se presentan solo los datos de Temperatura máxima bajo el mulch correspondientes al ciclo 09/010.

Cuadro 2 Temperaturas Máximas (°C) bajo mulch y suelo 5 cm de profundidad ciclo 09/010

	M.Negro	M.Org	M.Papel	Suelo	M.Blanco	M.Cambre	Aire
*FE1	49,42	35,47	38,17	36,8	37,5	45,52	21,91
FE2	40,7	23,98	29,21	30	32,77	35,57	26,21
FE3	28,9	24,79	23,69	25,68	29,68	25,82	24,95
FE4	21,73	17,63	19,92	21,37	23,27	21,28	21,05
FE5	17,7	15,12	16,71	18,09	18,11	17,15	17,82

***FE1** Corresponde a la temperatura máxima promedio diaria para el primer mes de ciclo y así sucesivamente

De la observación de las temperaturas se observa una disminución a medida que progresa el ciclo del cultivo que comenzó a partir del 15 de enero y se prolongó hasta el mes de junio. Las diferencias más grandes entre los distintos tipos de mulch se presentan en los primeros dos meses de ciclo. Se destacan el mulch de plástico negro y el mulch de “Cambre”. El mulch de papel, suelo desnudo y el mulch blanco presentan valores similares.

Al los valores de los de los últimos dos meses de ciclo el mulch de papel presenta los valores más bajos de temperatura máxima respecto al suelo desnudo y los otros tipos de mulch.

Las Brujas Morrón 2009

El ensayo consistió en evaluar 5 tipos de mulch usando como testigo el suelo desnudo. Los tratamientos fueron: Mulch de plástico Negro (T1), Mulch orgánico, residuos orgánicos agregados (T2), Mulch de papel (T3), Suelo desnudo (T4), Mulch de plástico Blanco doble capa(T5), Mulch Cambre (T6).La variedad de morrón usada fue California Wonder, (tipo blocky).

El diseño estadístico fue en bloques al azar con cuatro repeticiones, la parcela estaba compuesta con 2 canteros de 1.5 m x 3 m.

La fecha de plantación fue el 9/01/2009 y las plantas fueron colocadas en dos hileras a 30 cm de distancia cada una. Se colocaron termómetros de suelo en todos los tratamientos a 5 cm de profundidad en dos de las repeticiones del ensayo. El riego fue realizado por gotero.

A principios del mes de enero comenzó la falta de disponibilidad de agua para el ensayo debido a que el tajamar que abastece el riego en esa parte de la estación comenzó a secarse, además de que lo poco de agua que contenía tenía elevados contenidos de sal nocivos para las plantas. Se comenzó a regar dos veces a la semana con agua de OSE, tratando de salvar al ensayo. Se realizaron mediciones de radiación reflejada de los distintos tipos de mulch, y se realizaron 3 cosechas que comenzaron en marzo y se prolongaron hasta el mes de mayo. La última cosecha se realizó el 6/5/2009 y se cosechaba en estado verde y colorado. En el cuadro 1 se presentan los datos de rendimiento obtenidos para los distintos tratamientos.

Cuadro 3 Rendimiento acumulado de Morrón, 2009

Tratamientos	Rend. P. Comercial Kg/ha	Descarte Kg/ha
Plast. Negro	15092	2313
M.Orgánico	9070	1312
M.Papel	14239	2896
Suelo	6682	786.8
P.Blanco	16402	2560
M.Cambre	14796	2246
CV	30.69	43.7
Pr>F	0.017	0.033
MDS	5880	1330

Debido déficit hídrico los tratamientos con mulch se vieron favorecidos en cuanto a la preservación de la humedad y esto se refleja en los resultados obtenidos donde los mulch plásticos obtuvieron mayor ventaja respecto al mulch de papel y de “Cambre”, de constitución más porosa que posibilita un mayor intercambio de vapor de agua. El tratamiento más afectado fue el de suelo desnudo.

Las Brujas Morrón 2010

En el período 2009/010 se repitió el ensayo con los mismos 6 tratamientos e igual diseño y similar tamaño de parcela. La fecha de plantación fue el 15/01/2010 y las plantas fueron colocadas en dos hileras a 30 cm de distancia cada una. Se colocaron termómetros de suelo en todos los tratamientos a 5 cm de profundidad y en superficie, en dos de las repeticiones del ensayo. El riego fue por gotero. Las plantas utilizadas provienen de una F2 de la variedad Yatasto. Se realizaron 3 cosechas que comenzaron en marzo y se prolongaron hasta el mes de mayo. La última cosecha se realizó el 16/06/2010. En el cuadro 4 se presentan los datos de rendimiento obtenidos para los distintos tratamientos.

Cuadro 4 Rendimiento acumulado Morrón, 2010

Tratamientos	Rend. Comercial Kg/ha	Descarte Kg/ha
Plast. Negro	33073	3848
M.Orgánico	33469	5079
M.Papel	32864	3196
Suelo	33101	3920
P.Blanco	32914	3340
M.Cambre	33031	3828
CV	0.41	11.46
Pr>F	0.0002	0.0004
MDS	203.82	667.91

Las condiciones climáticas durante el período de este ensayo fueron diferentes al período anterior, se sucedieron condiciones de menor luminosidad y eventos periódicos de lluvia. Esto junto con el cambio varietal los tratamientos muestran una paridad en los resultados, en dónde los tratamientos sobre suelo desnudo y mulch orgánico recibieron beneficios extras de los eventos de lluvia además de los riegos regulares. El mayor rendimiento comercial lo presentaron los tratamientos de mulch orgánico, suelo desnudo, seguidos de los tratamientos de mulch de plástico negro y “Cambre”. Papel y mulch blanco presentaron los menores rendimientos.

Ensayo productor Sr. Labarrere Morrón 2009-2010

El ensayo consistió en evaluar 3 tipos de mulch usando como testigo el suelo desnudo. Los tratamientos fueron: Mulch de plástico Negro (T1), Mulch orgánico, residuos orgánicos agregados (T2), Mulch de papel (T3), Suelo desnudo (T4). La fecha de plantación fue el

27/12/2009 y las plantas fueron colocadas en dos hileras a 30 cm de distancia cada una en canteros de 1.5 m y 50 m de largo, 3 canteros por cada mulch. Las plantas utilizadas provienen de una F2 de de la variedad Yatasto. Durante el cultivo se observó un diferencial comportamiento respecto a la sobrevivencia de plantas al transplante y a la población de malezas por parte de los respectivos tratamientos (ver Cuadro 5 y 6). La cosecha comenzó en principios del mes de marzo del 2009 y se cosechaba a morrón rojo prolongándose hasta 1/2 de mayo del 2009.

Cuadro 5 Peso Fresco y Seco de Malezas Muestreadas

Tratamientos	PF Malezas /g/m ²	PS Malezas /g/m ²
Mulch Orgánico	1736	291
Mulch Plástico Negro	1130	170
Mulch Papel	264	53
Convencional	884	135

Cuadro 6 Número de Plantas en promedio/cantero

Tratamientos	Número de plantas/cantero
Mulch Orgánico	145
Mulch Plástico Negro	107
Mulch Papel	159
Convencional	153

En el cuadro 7 se presentan los datos de rendimiento obtenidos para los distintos tratamientos.

Cuadro 7 Rendimiento Comercial de Morrón Rojo, 2009

Tratamientos	Rend. Comercial Kg/ha
Suelo	21864
M.Papel	35130
M.Orgánico	26282
M. P. Negro	24812

El mulch de papel presentó una menor incidencia de malezas reflejado por un menor peso fresco y seco de estas. El mulch de plástico negro debido a la muerte de plantas de plantas, los espacios dejados por estas fueron colonizados por malezas. El mulch orgánico luego de un

período en que logra limitar el crecimiento de las malezas va perdiendo su efecto y se enmalezó. El tratamiento sobre suelo desnudo requirió de varias carpidas. La incidencia del efecto las pérdidas de plantas junto con el enmalezamiento explican los rendimientos obtenidos. Se destaca ampliamente el rendimiento sobre mulch de papel.

Ensayo 2010

En este año se volvieron a evaluar los mismos tratamientos que el año anterior usando como testigo el suelo desnudo. Los tratamientos fueron: Mulch de plástico Negro (T1), Mulch orgánico, residuos orgánicos agregados (T2), Mulch de papel (T3), Suelo desnudo (T4). La fecha de plantación fue el 10/01/2010. Las plantas utilizadas eran de la variedad Yatasto. La densidad de plantación fue similar a la usada el año anterior. En el cuadro 8 se presentan los datos de rendimiento obtenidos para los distintos tratamientos.

Cuadro 8 Rendimiento Comercial de Morrón, 2010

Tratamientos	Rend. Comercial Kg/ha	Rend. M.Rojo Kg/ha	Rend. M. Verde Kg/ha
Suelo	27416	21520	5896
M.Papel	29480	19162	10318
M.Orgánico	18794	15109	3685
M. P. Negro	7370	983	6387

En el cuadro 9 se presentan los datos de número de plantas por cantero para los distintos tratamientos.

Cuadro 9 Número de Plantas promedio /cantero

Tratamientos	Número de plantas/cantero
Mulch Orgánico	144
Mulch Plástico Negro	30
Mulch Papel	163
Convencional	144

El tratamiento de mulch de papel fue el de mayor rendimiento comercial y el de mayor porcentaje de rojo. Esto se explica en parte por la menor cantidad de plantas perdidas. En el caso del mulch de plástico negro, la reposición de las plantas retardó su ciclo obteniéndose frutas de menor tamaño y mayoritariamente de color verde.

Colocación Mulch de Papel

En la temporada 2008/2009 se instalaron dos ensayos con el fin de evaluar el Munch de papel en producciones a campo y estimar también la posibilidad de su instalación mecánica.

Ensayo San Bautista 2008/2009

El primer ensayo que se instaló fue en la zona de San Bautista predio del Sr. Jorge Garrido, se encuentra ubicado en Cno. Valle Alegre S/n a 4.5 km de San Bautista. Predio con producción hortícola desde hace 30 años y en con producción orgánica hace 17 años (Punto Verde). Su interés es ir sustituyendo en forma gradual el mulch de plástico. El 30/12/2008 se instalaron los canteros con mulch de papel y plástico. Se realizaron con una máquina colocadora de mulch propiedad del productor. Luego el productor instaló un cultivo de puerro.

Principales Resultados de la experiencia

_ Se encontraron dificultades para la colocación del rollo de papel en la máquina debido a que su estado de mantenimiento no permitía el ajuste en ancho. Por lo que se cortó el papel al ancho disponible. Se recomienda observar estos detalles

_ El rodillo inferior de la máquina generaba excesiva tensión en el papel produciendo roturas. Al obviar el pasaje del papel por esta sección se mejoró su instalación.

_ Se requirió de cierta ayuda manual sobre todo para optimizar el tapado de los bordes del papel con tierra.

_ el tiempo de colocación del mulch de papel fue de 5 minutos por cantero de 60 m, el doble que con el plástico.

Durante la etapa de cultivo se debió recambiar el papel ya que un temporal lo levanto de los canteros. Esto fue debido a que luego de un mes de instalación el borde de papel enterrado se descompone y si el cultivo que tiene instalado no desarrolla follaje o este es muy exiguo, el mulch de papel queda sin sujeción.

Ensayo Rincón del Colorado 2008/2009

Se instaló en la casa de un productor de la zona, Julio Labarrere, en un ensayo de mulch en un cultivo de morrón. La parcela costaba de 3 surcos de 50 m para cada tratamiento. Se instalaron en forma manual. En este trabajo la colocación fue a mano, en el caso del papel se uso un rollo de 1.5 m de ancho y como el día se presento muy ventoso se realizó por tramos, insumiendo un tiempo de 10 minutos por cantero respecto a los 5 minutos que se insumió para el mulch de plástico. En el período 2009/2010 se repitió la experiencia y se probó de instalar el mulch de papel en forma manual pero en 1-2 tramos usando rollos de menor tamaño y más manuales para la operación. En este ensayo se usaron dos partidas de papel

de 1.5 m de ancho, una con 118g/m² que debió presentó un pobre desempeño por roturas sobre todo al poco de instalado, y otro papel de 120 g/m² que presentó el mejor desempeño.

Las Brujas 2009/2010

En paralelo en la Est. Experimental Las Brujas se evaluó una maquina colocadora de mulch con capacidad de manejar rollos de 1.5 m de ancho.

En esta oportunidad se probaron ambas partidas, con la partida de 118 g/m², el número de roturas al momento de la colocación demostró su inviabilidad. Con la partida de 120 g/m² se logró un mejor desempeño en su colocación, pero la imposibilidad de un buen aseguramiento del mulch con tierra conspiró con el éxito de la experiencia, ya que si bien la máquina podía manejar rollos de ese ancho los discos de agregado de tierra al costado del mulch trabajaban fuera de la línea ya que se modificó el ancho del tren de trabajo para contener el rollo de papel.

Las Brujas 2009/2010

_ La implantación en forma manual demora su instalación respecto al plástico y sobre todo en días de viento.

_ Muy buen desempeño respecto a las malezas presentes siendo mejor que los otros tratamientos.

_ Mejor stand de plantas ya que en el caso del mulch plástico se presentaron muchas fallas por el calor que irradia el plástico negro eso hizo además que en los lugares faltantes de plantas se desarrollaran malezas, de ahí también la diferencia en el conteo de malezas con el plástico negro.

_ Propicio para cultivos de estación

___ La colocación manual es aplicable en sistemas productivos bajo protección o en cultivos al aire libre de o de ciclo corto y rápido crecimiento.

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 este está mojado.
- _ Su vida útil es de 8-12 semanas.
- _ El acho debe ser adecuado al cantero y a la máquina colocadora. En el país se fabrican múltiplos de 1 m de ancho.
- _ 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 requerir papel kraft 120 g/m² o mayor, con un lado de superficie más satinada.
- _ El eje con el rollo del papel debe estar cercano a la superficie del cantero, la velocidad 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 o de ciclo corto y rápido crecimiento.
- _ Propicio para sistemas productivos de estación en dónde la alta temperatura produce pérdidas de stand de plantas.