



Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

Trabajo final de carrera

Modalidad: Trabajo de Investigación

**“EVALUACIÓN DE TRES MULCHING SOBRE EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO
DE TOMATE CULTIVADO BAJO CUBIERTA”**

Alumno: Fossati, Felipe

DNI: 35411483

Legajo N°: 26515/4

E-mail: fossatifelipe@hotmail.com

Teléfono: 221-155427503

Directora: MSc. Alejandra V. Carbone

Fecha de entrega: 27 de septiembre de 2021

INDICE

RESUMEN.....	3
INTRODUCCION.....	4
OBJETIVO GENERAL.....	9
OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	9
MATERIALES Y METODOS.....	9
RESULTADOS Y DISCUSION.....	14
Temperatura edáfica.....	14
Radiación PAR.....	18
Unidades SPAD.....	21
Rendimiento.....	22
CONCLUSIONES.....	27
BIBLIOGRAFIA.....	28

RESUMEN

El uso de mulching en el cultivo de tomate es una práctica cada vez más generalizada, obteniendo múltiples beneficios con su utilización. El objetivo de este trabajo fue evaluar el rendimiento del cultivo de tomate cv. Elpida cultivado en invernadero en lomos cubiertos con 3 tipos de mulching diferentes (negro, blanco y espejado), analizando variables como temperatura máxima, mínima y media edáfica, variables de crecimiento, radiación fotosintéticamente activa (PAR) dentro y fuera del invernáculo y rendimiento del cultivo. El ensayo se realizó en una quinta productiva del cinturón hortícola platense, ubicada en 66 y ruta 36, propiedad de la familia Bocchino, en la localidad de Los Hornos. El cultivo fue transplantado el 22 de julio y la última cosecha se efectuó el 14 de diciembre. Los resultados obtenidos demostraron que las variables de crecimiento, temperatura edáfica y radiación PAR, no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados. Sí fueron registrados incrementos estadísticamente significativos en el rendimiento, donde la utilización de mulching negro manifestó mayores registros y mayor tamaño de frutos respecto al mulching espejado y el blanco.

INTRODUCCION

La horticultura es una actividad productiva que abarca en la República Argentina actualmente una superficie de 700.000 hectáreas, incluyendo gran parte del país y contando con una variada diversidad de especies cultivadas, como tomate, papa, cebolla, pimiento, lechuga, ajo, poroto, batata, frutilla, zanahoria y zapallo, que concentran el 85% del valor de la producción (Guía de estudios del Curso de Horticultura y Floricultura, 2019). En este marco productivo, se encuentra el Cinturón Hortícola Platense (CHP), que fue adquiriendo en los últimos años una especial importancia en cuanto a la demanda tecnológica y se ha constituido en un polo productivo de relevancia del sector. El mismo cuenta con una superficie de 8200 hectáreas, cultivándose más de 30 especies de hortalizas, donde se destacan el apio, berenjena, choclo, pimiento, tomate, chaucha, remolacha, zapallito, zapallo (Guía de Estudios del Curso de Horticultura y Floricultura, 2019).

El cultivo que más se destaca en cuanto a la superficie cultivada es el tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.). Esta especie brinda frutos con gran sabor, que está determinado esencialmente por el contenido en azúcares, ácidos orgánicos, vitaminas, polifenoles y sustancias volátiles (Davies y Hobson, 1981). Se destaca el efecto protector atribuido a la provitamina A (Mayne, 1996) y otros carotenoides, como el licopeno, α y β carotenos, luteína y zeaxantina. El licopeno constituye un 80 a 90 % del contenido total de carotenoides en los frutos maduros (Shi y Marguer, 2000) siendo un fitonutriente con elevado poder antioxidante que posee una acción benéfica en la prevención de enfermedades cancerígenas (Sies y Stahl, 1998). También es importante por su alto contenido de vitamina C (Smirnoff, 1996).

En Argentina se cultivan 17.000 ha de tomate (10.500 ha para mercado en fresco y 6.500 ha para industria) esto representa alrededor del 6% de la superficie total de hortalizas cultivadas. Las principales zonas de producción son: Cuyo (4.700 ha), Salta y Jujuy (5.500 ha), Buenos Aires (1.500 ha), Río Negro (1.300 ha) y la provincia de Corrientes (700 ha). El consumo en Argentina de tomate en fresco es de 27 kg/habitante por año (Ministerio de Agroindustria, 2016)

Actualmente, el cultivo de tomate a escala comercial se inicia por almácigo y posterior trasplante, caracterizado por la alta tecnología utilizada, por el costo de la semilla, y con la finalidad de lograr ciclos de producción más cortos (Guía de Estudios del Curso de Horticultura y Floricultura, 2019).

En lo que respecta a la fecha de plantación, al ser un cultivo que se produce en amplias regiones del país, se planta desde el invierno en Salta, al invierno en Mar Del Plata (Argerich y Troilo, 2011; Fernández Lozano, 2012; Guía de Estudios del Curso de Horticultura y Floricultura, 2019).

En el cultivo para consumo en fresco, se conducen las plantas con distintos tipos de tutorados y podas de formación para evitar caídas o quiebres de las plantas o sus ramificaciones laterales, manteniendo las mismas en forma vertical, permitir suficiente ventilación, aumentar la capacidad fotosintética activa, aumentar la densidad y mejorar el acceso a la planta para realizar las diversas labores culturales por parte de los operarios (Guía de Estudios del Curso de Horticultura y Floricultura (2019). El manejo de estas prácticas se realiza de manera conjunta con tareas como el desbrote y deshoje. En el CHP y alrededores, es recomendable realizar la plantación en surcos elevados o lomos, a fin de lograr una zona bien acondicionada para un buen crecimiento y exploración radicular. La densidad de plantación para cultivos en invernadero de tipo indeterminado varía alrededor de 2,2 a 3 plantas por metro cuadrado (Guía de Estudios del Curso de Horticultura y Floricultura, 2019).

El sector hortícola ha ido buscando alternativas para mejorar la eficiencia de la producción y la calidad de los productos obtenidos, mediante la incorporación constante de nuevas técnicas que permitan expresar el alto potencial de rendimiento de las especies cultivadas. En este sentido, es conocido el efecto que tiene la temperatura del suelo en los procesos productivos y su influencia en la implantación de los cultivos (Martínez et al., 1998; Garbi et al., 2001).

A nivel biológico influye en la actividad de los microorganismos edáficos encargados de la mineralización de la materia orgánica, así como en el crecimiento e implantación vigorosa de las distintas especies vegetales (Tesi, 2000).

El uso de mulching es una práctica cada vez más generalizada en los cultivos, que ha resultado efectiva para inducir precocidad e incrementar el rendimiento en tomate (Chakraborty et al., 1994; Gabriel et al., 1994; Rubeiz and Freiwat, 1995; Mormeneo and Cantamutto, 1999). El uso de mulching plásticos permite un mejor control de malezas, reduciendo la incidencia de insectos y patógenos de suelo y economizando el agua, debido a su impermeabilidad, que impide la evaporación desde la superficie del suelo (Mondino et al., 2017). El aumento de la temperatura y humedad del suelo provocado por el uso de mulching, favorece la mineralización del suelo, lo que lleva a una mayor disponibilidad de nitrógeno para las plantas, y, por otro lado, al reducir la lixiviación, evita las pérdidas de este elemento (Garbi et al., 2001). El aumento de la temperatura del suelo incrementa el flujo de calor en profundidad y disminuye las pérdidas de energía que afectan a los regímenes térmicos e hídricos (Martínez et al., 2001).

Fue informado por Guaymasi et al. (2018) que en el cultivo de tomate, la temperatura edáfica afecta particularmente las etapas de formación de tallos y la floración, existiendo una fuerte interacción con la temperatura del aire y la radiación solar. Shamshiri et al. (2018) recopilaron valores de temperatura del suelo y de la zona radicular para las distintas fases del cultivo, indicando como recomendación general un valor de más de 14 °C cuando la humedad relativa ambiental se encuentra entre 70 y 90%.

Además de constituir una de las hortalizas más consumidas en fresco, el tomate es el cultivo que cuenta con el mayor nivel de tecnología aplicada, destacándose el manejo del suelo, la genética de las variedades y el mulching que, combinado con el riego por goteo, incrementa un 30% el crecimiento inicial vegetativo y un 25% el rendimiento de frutos en la producción de tomate en fresco y para industria. La aplicación de estas estrategias impacta directamente en el ahorro y conservación de agua en el cultivo, optimizando la temperatura del suelo, permitiendo un mejor control de malezas y protegiendo la estructura del suelo al minimizar la erosión. Todos estos factores favorecen al crecimiento de las plantas, trayendo aparejado mayores rendimientos (Argerich, 2014).

Características de la producción en invernaderos:

Es frecuente en los cultivos hortícolas bajo cubierta, el uso de mallas sombreadas negras y aluminadas como técnica de control de la luz incidente y la temperatura (Valera et al., 2001; Oren-Shamin et al., 2001). Existen en el mercado mallas de diversos colores con propiedades fotométricas especiales para mejorar el aprovechamiento de la radiación solar (Ganelevin, 2008). Numerosos trabajos han evaluado la fotoselectividad de mallas de diferentes colores y sus efectos sobre la radiación total incidente (RTI: 350 a 1050 nm), la fotosintéticamente activa (PAR: 400 a 700 nm), la luz azul (LA: 400 a 500 nm), luz roja (LR: 600 a 700 nm) y luz roja lejana (LRL: 700 a 800 nm) que se transmiten dentro del invernadero, así como el efecto que ocasionaron en el crecimiento y producción de frutos en plantas de tomate cultivadas en invernadero. La bibliografía disponible indica que las mallas de colores alteran la cantidad y calidad de la luz transmitida sobre las plantas de tomate siendo las de color perla las que constituyen una alternativa para mejorar el rendimiento del cultivo en un 28% comparado con los rindes obtenidos con mallas negras y aluminadas, habitualmente utilizadas (Both, 2002; Retamates et al., 2008; Ayala-Tafoya et al., 2011). Las mallas de sombreo transmiten diferentes cantidades de RT y PAR, según su color, lo que se debe a que en la malla negra sólo la radiación que pasa a través de los orificios es transmitida, ya que los hilos de plástico negro son esencialmente opacos. En las aluminizadas, parte de la luz es reflejada y dispersada y en las mallas de colores, una mayor fracción de la RT pasa a través de los hilos plásticos y es filtrada selectivamente (Oren-Shamir et al., 2001; Shahak et al., 2004; Shahak et al., 2008).

Monitoreos realizados en invernaderos de la zona de La Plata (Buenos Aires, Argentina), permitieron comprobar la reducción de la transmitancia producida por el polietileno, que puede disminuir hasta el 77% en la radiación PAR recibida en el interior de la estructura, respecto al exterior, como fue informado por Morelli et al. (2011); Carbone et al. (2012); Martínez et al. (2016a). El uso de pantallas antitérmicas en el interior de invernaderos en La Plata no resultó efectivo para reducir la temperatura media del aire, produciendo además una disminución importante de la radiación PAR transmitida al interior de la estructura (Martínez et al., 2018).

En el mercado hortícola de la región existe disponibilidad de diferentes tipos de mulching en cuanto al color, siendo ésta una variable importante a tener en cuenta, ya que puede traer aparejado diferentes beneficios en la producción. Si bien la oferta de tipos de mulching es amplia, los más usados y difundidos son los siguientes:

Negro: es el color más común de plástico para acolchado que se utiliza actualmente. Es el menos costoso de fabricación y puede otorgar grandes beneficios. Los plásticos negros proporcionan calor a través de la absorción y la transferencia de la energía solar a la tierra. El mulching de color negro también trae beneficios al reducir la presión que ejercen las malezas mediante el bloqueo de la luz que llega al suelo (Gabriel et al., 1994).

Claro: El mulching claro o transparente es más comúnmente utilizado como una ayuda para la solarización. La luz pasa directamente a través de la película plástica y el suelo tiene incremento de temperatura. Este tipo de plástico no impide el crecimiento de malezas (Gabriel et al., 1994).

Blanco: El plástico blanco refleja la luz y proporciona un lecho significativamente más fresco que casi cualquier otro color. Su mejor utilización es en climas que son excesivamente cálidos.

Metalizado: Este tipo de mulching ha demostrado que proporciona un rango más estrecho de temperatura del suelo entre el calor del día y el frío de la noche proporcionando luz adicional a la planta y reflejando un rango de luz que puede disuadir parcialmente enfermedades acarreadas por áfidos y moscas blancas (<https://www.intergro.com/es/productos/capas-plasticas>).

En función de los antecedentes mencionados, en este trabajo se pretende evaluar la eficacia de diferentes tipos de mulching en el registro térmico edáfico y en el rendimiento del cultivo de tomate realizado bajo cubierta plástica en una quinta productiva del CHP.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

El objetivo fue evaluar el crecimiento y rendimiento de tomate cultivado bajo cubierta en un establecimiento del CHP con diferentes tipos de mulching.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Registrar las temperaturas máximas, mínimas y medias edáfica, en cada tipo de mulching utilizado.

Registrar distintas variables de crecimiento del cultivo de tomate realizado bajo los diferentes tipos de mulching.

Medir la radiación PAR (radiación fotosintéticamente activa) en diferentes momentos fenológicos del cultivo dentro y fuera del invernadero.

Evaluar el rendimiento en el cultivo de tomate realizado bajo los diferentes tipos de mulching.

MATERIALES Y METODOS

El ensayo se realizó en una quinta productiva del cinturón hortícola platense, ubicada en 66 y ruta 36, de la localidad de Los Hornos (partido de La Plata), propiedad de la familia Bocchino.

Inicialmente, se realizaron las tareas correspondientes a la preparación el suelo, mediante las labores mecánicas en las que destacan una pasada de jumbo y 3 pasadas de rotativa y lomadora.

Previo al pasaje de rotativa, se fertilizó con 300kg/ha Sauffer (fertilizante fosforado), (0-30-0) 2-3% Ca.

Los diferentes tipos de mulching fueron colocados hacia finales del mes de junio, para posteriormente, a mediados de julio, proceder a su apertura y 10 días después efectuar el trasplante. Fue colocado en cada lomo y tratamiento, un termómetro que permitió registrar la temperatura mínima y máxima diaria durante todo el ciclo productivo del cultivo.

Se cultivó la especie *Solanum lycopersicum* Mill, cv. Elpida, en un invernáculo tipo capilla, conducido con estructuras de postes con alambrados. Las plantas fueron tutoradas con cintas plásticas que se ataron desde su base, hasta el alambre de la estructura del tutorado.

El trasplante se realizó el 22 de julio de manera tal que las plantas tuvieron un distanciamiento de 23 cm dentro del surco y 1,4 m entre surcos. Una vez efectuado el trasplante, fueron seleccionadas 10 plantas al azar en cada surco, las cuales provenían de un tipo diferente de mulching, estableciéndose los siguientes tratamientos (T) (Foto 1):

T1: mulching espejado

T2: mulching negro

T3: mulching blanco



Foto 1. Vista general de los tres tipos de mulching: espejado, negro y blanco luego de su colocación.



Foto 2. Vista general del cultivo de tomate.

Durante todo el ciclo del cultivo se registró:

-La temperatura edáfica diaria, tomando los registros máximos y mínimos, con termómetros dispuestos en cada lomo correspondientes a los tratamientos mencionados.

-Radiación Fotosintéticamente activa (PAR), mediante el uso del Ceptómetro Cavadevicius. Dicho parámetro fue evaluado en el interior del invernáculo en cada lomo y tratamiento, y a la intemperie al mediodía.

Durante el período de crecimiento del cultivo fue registrado:

-Índice de verdor (IV), mediante el uso del instrumental Minolta SPAD. Dicho parámetro brinda información sobre el estado nutricional de cultivo e indirectamente del contenido de nitrógeno. Se midió en las hojas totalmente expandidas ubicadas inmediatamente por debajo del último racimo formado.

Al pasar las plantas al estado reproductivo se comenzó con los registros correspondientes al rendimiento, que se efectuaron cada 8-10 días, comprendiendo el período entre el 26 de octubre al 14 de diciembre, y contempló la toma de los siguientes parámetros:

-Número de frutos

-Peso de frutos, mediante uso de balanza gravimétrica (Foto 3).

Se determinó el Rendimiento por planta y el Rendimiento por superficie.

El fertirriego y las prácticas de manejo durante el ciclo del cultivo estuvieron sujetas al manejo convencional del productor.

Se utilizó un diseño estadístico en bloques completos aleatorizados con 4 repeticiones. Cada repetición estuvo constituida por una parcela de 5 metros de longitud en las que se midieron 10 plantas, que se mantuvieron identificadas para continuar con las mediciones posteriores. Los datos se sometieron a análisis de varianza, comparando las diferencias entre medias por la prueba de Tukey ($p < 0,05$).



Foto 3. Determinación del peso de frutos de tomate usando balanza gravimétrica.

RESULTADOS Y DISCUSION

Temperatura edáfica:

Ya se mencionó que distintos procesos metabólicos vegetales dependen, desde la implantación, de la temperatura edáfica (Martínez et al., 1998). El crecimiento vegetal responde a pequeños cambios en la temperatura generados por el acolchado plástico o “mulching”, y por ello se obtienen incrementos en el rendimiento y mayor calidad de producción, como mencionan Bellha (1988) y Argerich et al. (2008). Autores como Quail et al. (1995) y Rajapakse (1999), señalaron que el uso de distintos acolchados plásticos genera efectos diferentes sobre el cultivo, ya que las plantas pueden manifestar sensibilidad a la cantidad, calidad y dirección de la luz, comportándose como una señal para optimizar el crecimiento y desarrollo en un ambiente determinado. Munguía et al. (2000) coinciden con Aquindo et al. (2010), quienes demostraron que el uso del mulching impacta sobre el ahorro y conservación del agua en los cultivos, optimizando la temperatura y la estructura del suelo al minimizar la erosión y permitiendo la obtención de mayores tasas de crecimiento y rendimiento

Navarro et al. (2009) informaron que el uso de mulching incrementó un 30% el crecimiento inicial de biomasa aérea a 30 días del trasplante; y aumentos del 25 % en el rendimiento de frutos comerciales, no hallando diferencias significativas en los °Brix ni en la proporción de frutos verdes y de descarte. Incalcaterra et al. (2004) encontraron diferencias significativas con el uso de coberturas plásticas en lo referido a concentrar el período de cosecha y la producción, no hallando diferencias respecto al peso medio de los frutos.

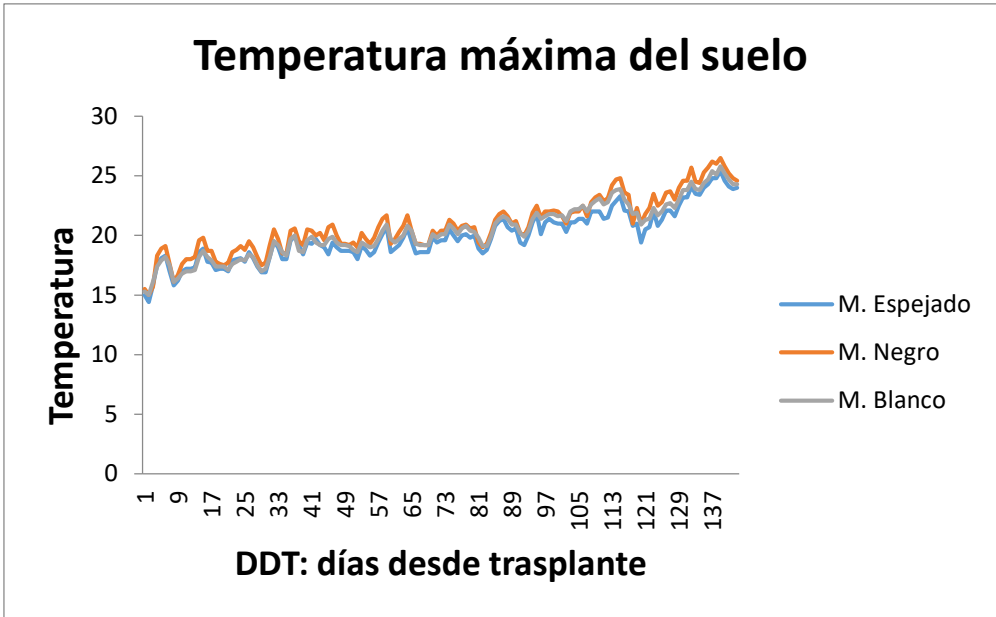


Gráfico 1. Registro de temperaturas máximas de suelo durante todo el período del ciclo del cultivo en los mulching negro, espejado y blanco evaluados en este trabajo.

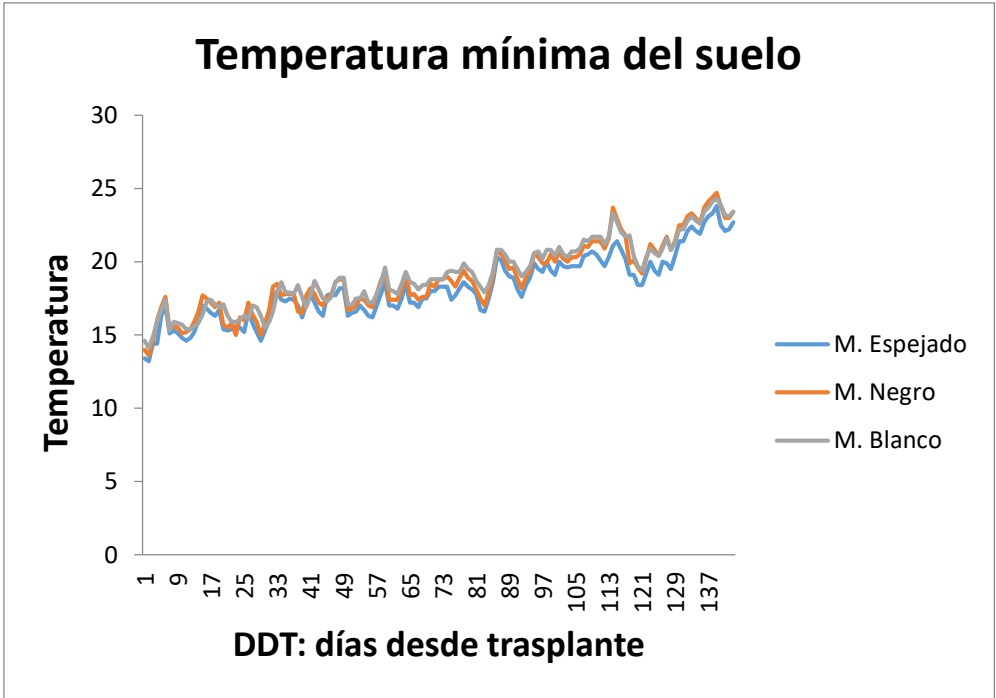


Gráfico 2. Registro de temperaturas mínimas de suelo durante todo el período del ciclo del cultivo en los mulching negro, espejado y blanco evaluados en este trabajo.

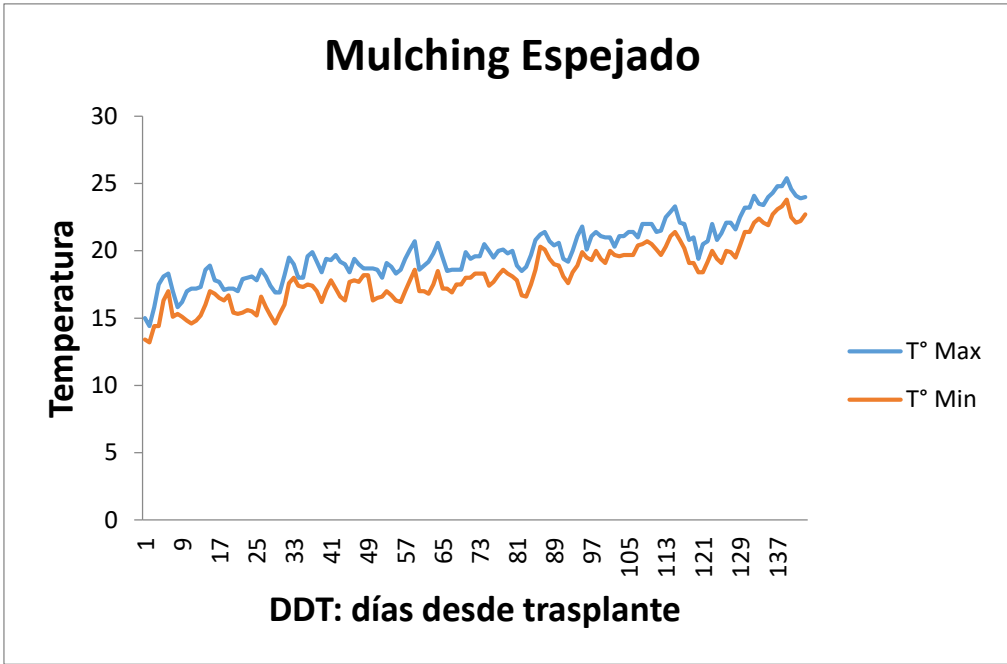


Gráfico 3. Registro de temperaturas máximas y mínimas de suelo durante todo el período del ciclo del cultivo en el mulching espejado evaluado en este trabajo.

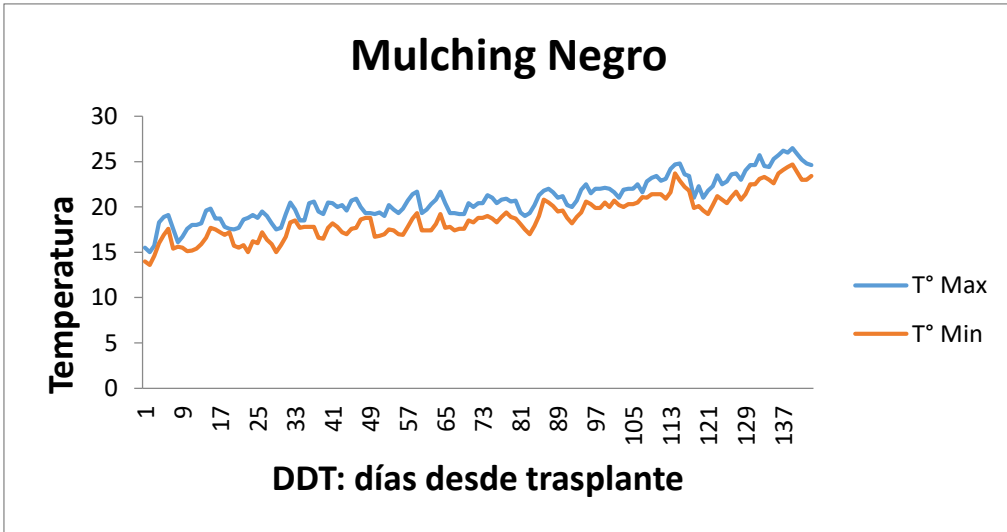


Gráfico 4. Registro de temperaturas máximas y mínimas de suelo durante todo el período del ciclo del cultivo en el mulching negro evaluado en este trabajo.

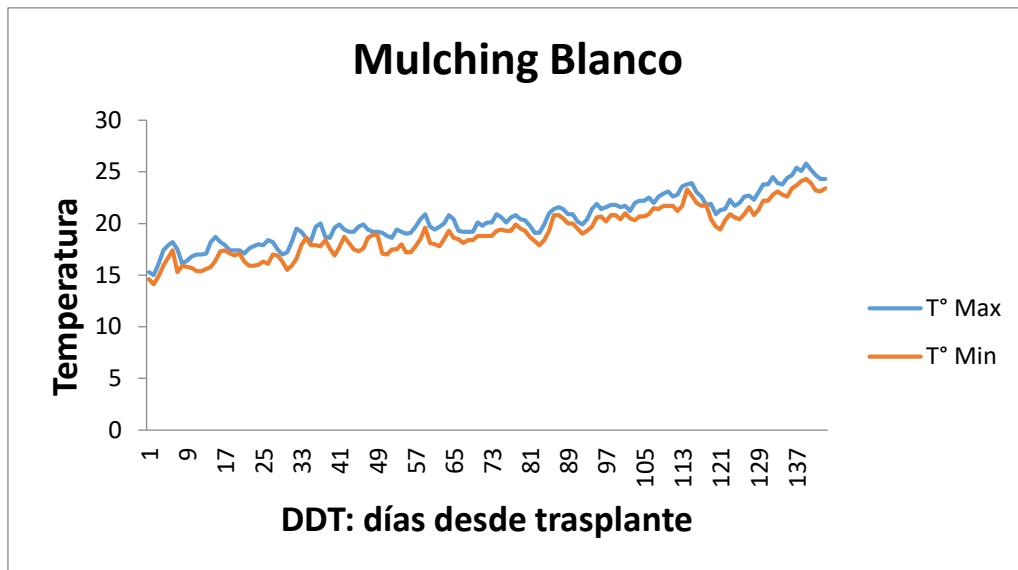


Gráfico 5. Registro de temperaturas máximas y mínimas de suelo durante todo el período del ciclo del cultivo en el mulching blanco evaluado en este trabajo.

La temperatura del suelo tiene un efecto indirecto sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas, al actuar sobre la regulación del intercambio de energía con el aire, la evaporación, la concentración de sales en solución y la viscosidad del agua; incidiendo también sobre la absorción de nutrientes y la síntesis de reguladores del crecimiento (Garbi et al., 2001). En tomate no se observa crecimiento de la raíz a temperaturas menores a 15 °C, mientras que el trasplante a un suelo a 25 °C acelera el crecimiento en longitud, volúmen, superficie de absorción y peso radical. Durante la germinación y posterior implantación, las hortalizas pueden verse afectadas por bajas temperaturas del suelo en distintos momentos, pudiendo sufrir daños una vez que la radícula ha emergido (Taylor, 1997).

Los valores de temperatura edáfica registrados durante el ciclo del cultivo evaluado en este trabajo indicaron que el mulching negro fue el más efectivo en el incremento de este parámetro respecto a los mulching espejado y de color blanco (Figura 1 y 2). Estos incrementos observados en el mulching negro, se dio tanto para las temperaturas máximas como mínimas (Figura 1-2-3-4 y 5) manifestando un efecto benéfico para la implantación y posterior crecimiento de las plantas.

Radiación PAR:

El tomate, al igual que otras especies hortícolas como pepino, pimiento y berenjena, son plantas con metabolismo C3, teniendo su óptimo térmico diario entre 20 a 32 °C, y nocturnos entre 17 a 22 °C (Mendoza, 2011). La tasa fotosintética de las plantas C3 es poco eficiente con alta radiación, funcionando muy bien con 800 μmol fotones/ m^2/s , saturándose con irradiancias mayores.

Fue demostrado que la variable que más afecta el crecimiento vegetativo es la integral de la radiación PAR, y si bien el tomate es una planta indiferente al fotoperíodo en lo que respecta al requerimiento a floración, la longitud del día tiene bastante importancia en su crecimiento vegetativo (Went, 1957). Trabajos más actuales demostraron que el crecimiento vegetativo es estimulado tanto por el incremento de la radiación PAR como por la integral térmica (Aung, 1976; Kinet, 1977; Papadopoulos y Tiessen, 1987). Estudios realizados por Brandán de Antoni et al. (2009) indican no cultivar tomate en regiones que permanecen normalmente nubladas, ya que la reducción de la intensidad lumínica provoca disminución en el rendimiento.

Elattir (2003) demostró que el espaciamiento entre plantas ejerce una influencia importante sobre el crecimiento vegetativo del cultivo de tomate, la producción y madurez de las frutas. Trabajos realizados por Nuez (1995) y Cockshull et al. (2000) señalaron que el rendimiento de una planta está fuertemente correlacionado con su área foliar, determinando que altas densidades generan alto grado de competencia, provocando disminución del área foliar por planta a medida que avanza el cultivo. La intensidad de luz, cuantificada como radiación fotosintéticamente activa (PAR), es el factor más importante que afecta la productividad del cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero (Papadopoulos y Pararajasingham, 1997).

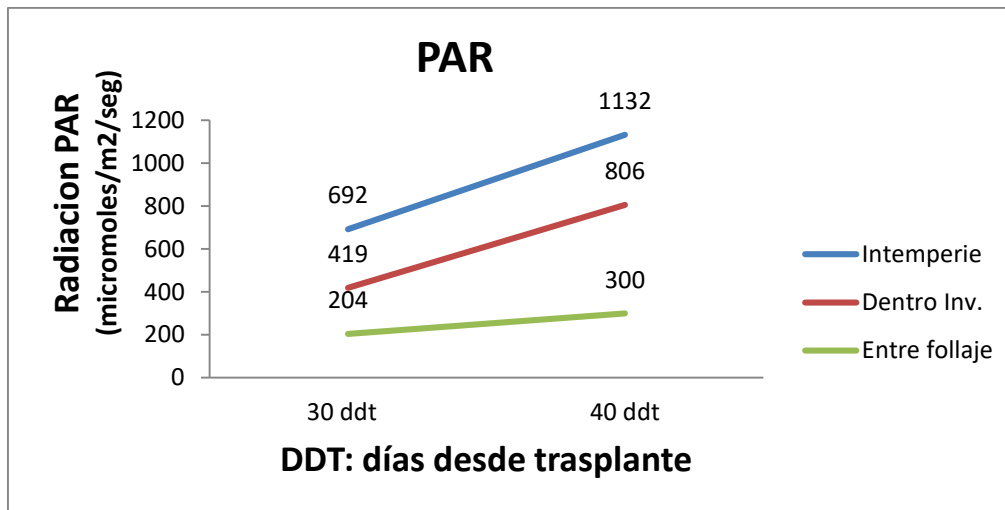


Gráfico 6. Medidas de valores de radiación fotosintéticamente activa (PAR), expresados en umoles fotones/m².s a 30 y 40 días desde trasplante (DDT). Los registros corresponden a intemperie, dentro del invernadero y a 20 cm de distancia del suelo entre el follaje del cultivo.

Como puede observarse en el gráfico 6 el registro de radiación PAR a los 30 DDT (22 de agosto) a la intemperie, fue de 692 umoles/fotones/m².s y en el interior del invernadero dicho valor se redujo a 419 umoles/fotones/m².s con una disminución de 39,5% de la radiación plena. La radiación PAR dentro del invernadero a 20 cm del suelo tuvo un registro de 204 umoles/fotones/m².seg con una disminución de 70,5% respecto a la radiación plena y un 51,3% respecto a la radiación PAR que atraviesa la cubierta plástica del invernadero.

A los 40 DDT (31 de agosto) se registró valores de radiación PAR a la intemperie de 1132 umoles/fotones/m².seg mientras que en el interior del invernadero los registros fueron de 806 umoles/fotones/m².seg permitiendo un ingreso del 71,16% de la radiación PAR plena. Los registros a 20 cm del suelo entre el follaje del cultivo fueron de 300 umoles/fotones/m².seg significando un 26,48% de la radiación PAR plena y una intercepción del 37,2% de la radiación que ingresa al invernadero.

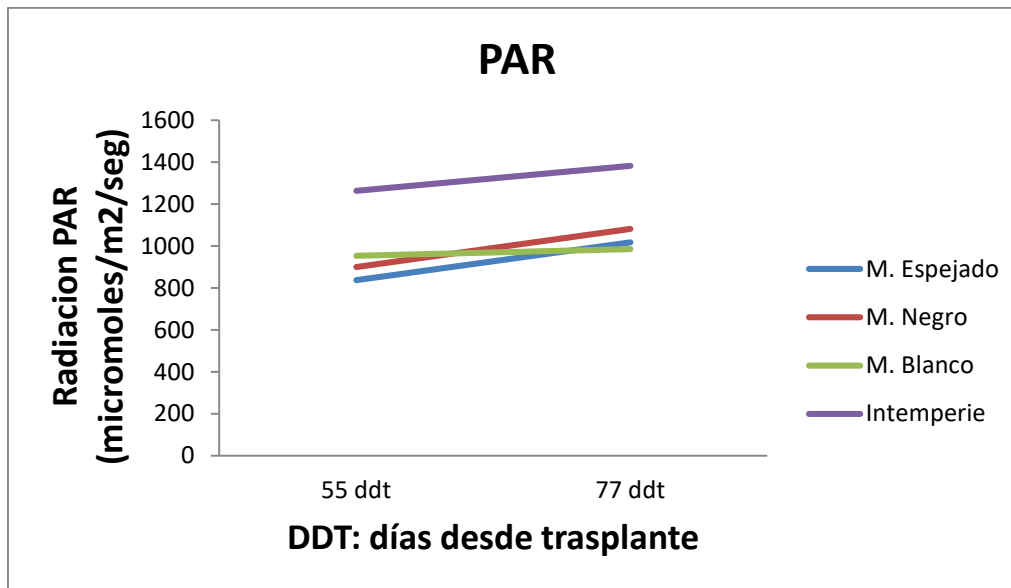


Gráfico 7. Medidas de valores de radiación fotosintéticamente activa (PAR), expresados en umoles fotones/m².seg a 55 y 77 días desde trasplante (DDT). Los registros corresponden a intemperie y dentro del invernadero 40 cm de distancia del suelo en los lomos cubiertos con los diferentes mulching entre el follaje del cultivo.

En el gráfico 7 se presentan los valores de radiación PAR a los 55 DDT (14 de septiembre), con diferencias significativas en los registros a la intemperie respecto a los obtenidos en el interior del invernadero a 40 cm de distancia del suelo entre el follaje del cultivo. No se evidenciaron diferencias significativas en los valores PAR entre los diferentes mulching utilizados, siendo los registros superiores a los necesarios para la saturación del aparato fotosintético de la planta de tomate. Sin embargo, el valor PAR registrado para el T1 (mulching espejado) fue levemente menor respecto al mulching negro y blanco (T2 y T3, respectivamente).

A 77 DDT (6 de octubre), el valor de radiación PAR a la intemperie fue significativamente mayor respecto al medido en el interior del invernadero a 40 cm del suelo entre el follaje en los tres mulching evaluados. El valor PAR en el mulching espejado representó un 73,57% y el blanco un 71,22% de la radiación plena mientras que el mulching negro tuvo un registro significativamente mayor con un 78,23% (Gráfico 7).

Unidades SPAD:

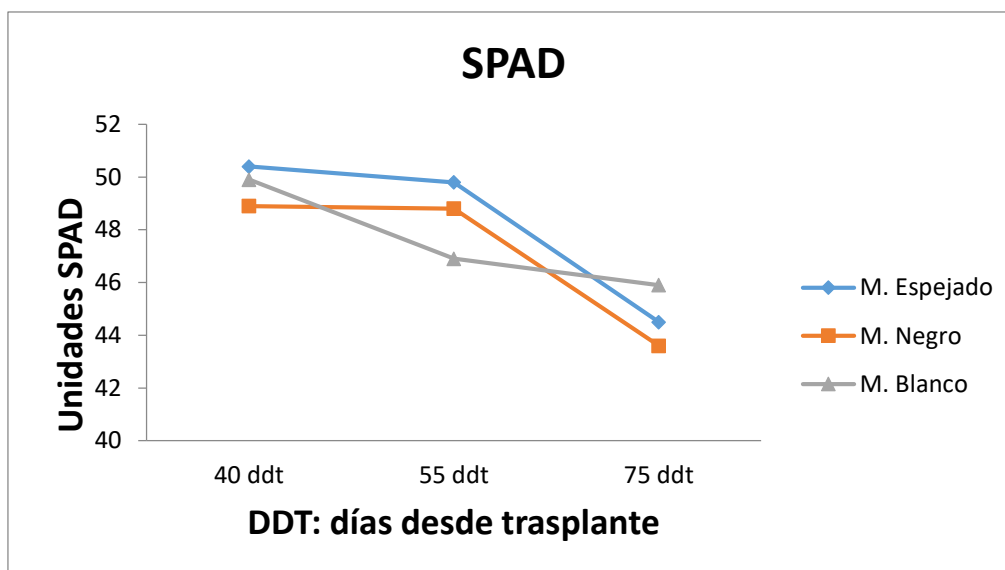


Gráfico 8. Medidas de valores SPAD, expresados en unidades SPAD, a 40-55 y 75 días desde trasplante (DDT). Los valores se tomaron en las hojas totalmente expandidas ubicadas inmediatamente por debajo del último racimo formado.

Los valores de SPAD representan una medida indirecta del estado nutricional del cultivo ya que mide el nivel de verdor o contenido de nitrógeno foliar de las hojas. En el gráfico 8 se presentan los registros de este parámetro en las hojas ubicadas inmediatamente debajo del último racimo diferenciado del cultivo a los 40-55 y 77 DDT no mostrando diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Se observó una tendencia a la disminución de los valores de unidades SPAD con el transcurso del tiempo, siendo estos resultados esperables debido al crecimiento del cultivo y las demandas nutricionales que implica el sostenimiento de numerosos racimos y frutos en las diferentes etapas de llenado.

Rendimiento:

El rendimiento del cultivo de tomate está determinado por la producción de biomasa, el contenido de materia seca de los frutos y la partición de biomasa dentro de la misma planta (Heuvelink y Dorais, 2005). Gaspar (2007) reconoce al menos seis parámetros que influyen en el rendimiento final del cultivo de tomate, como la densidad de plantas, materia seca, cantidad de flores y de racimos por planta, cantidad de frutos cuajados por racimo y duración del ciclo productivo. Estos componentes del rendimiento se pueden ver alterados por diferentes factores, fundamentalmente las condiciones climáticas y las prácticas culturales.

Las investigaciones realizadas afirman que el crecimiento del tomate se halla regulado por sus atributos genéticos como también por las prácticas de manejo utilizadas (Mc Neal et al., 1995; Argerich et al., 2006). El incremento anual de la productividad de tomate en los últimos años, se vincula con la generación de nuevos genotipos, de técnicas de cultivo más eficientes, del uso de plásticos y al aumento de la superficie cultivada (Sory Toure et al., 2010).

Pilatti (1997) y Argerich et al. (2006) han determinado que los factores tecnológicos y de manejo como fecha y densidad de plantación condicionan el crecimiento y productividad del cultivo de tomate, afectando el tamaño de los frutos quienes reducen su calibre con altas densidades de plantas por superficie (Pilatti, 1997). La densidad de plantación será, junto a las técnicas de manejo aplicadas, determinante de la intersección de la radiación interceptada por el cultivo y de la reconversión de la energía solar en biomasa.

El uso de mulching para la producción de cultivos hortícolas continúa incrementándose desde su introducción a nivel mundial (Lament, 1993), siendo el plástico color negro ampliamente utilizado en la producción de tomate (Pan et al., 1999). Se ha informado que la utilización de mulching negro produce incrementos de rendimiento, maduración temprana y mejor calidad de frutos de tomate (Ngouajio et al., 2007).

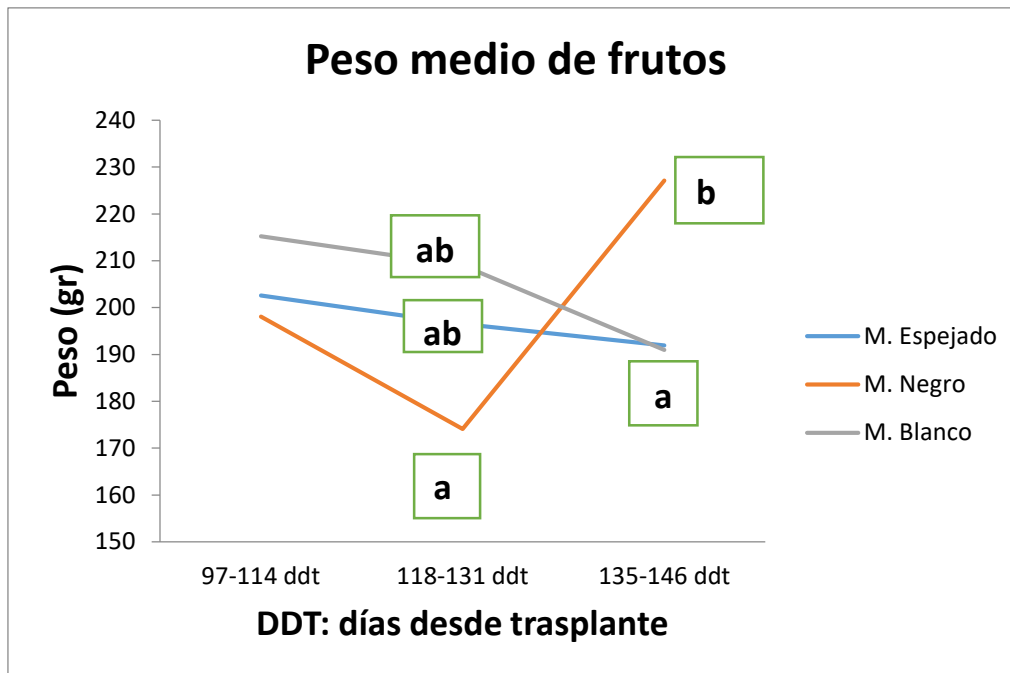


Gráfico 9. Peso medio de frutos cosechados, expresados en gramos (g), en los períodos comprendidos entre 97-114, 118-131 y 135-146 días desde trasplante (DDT). Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos según Test de Tukey ($p < 0,005$).

Los parámetros de rendimiento fueron evaluados en tercios de cosechas quedando definidos los períodos que se mencionan a continuación: 97–114, 118-131 y 135-146 DDT para su mejor evaluación dada la elevada cantidad de cosechas realizadas durante la duración del ensayo desde que el cultivo entró en productividad hasta su finalización.

Como puede observarse en el gráfico 9, el peso medio de los frutos en el primer tercio de cosechas no presentó diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos realizados. En el segundo tercio se registró menor peso medio de frutos en el tratamiento T2 (mulching negro) con un valor de 174,1 g presentando diferencias estadísticamente significativas respecto al mulching espejado (T1) y mulching blanco (T2) quienes tuvieron pesos mayores (196,5 y 209 gr, respectivamente).

Durante el último tercio que tuvo una duración de 9 días (135-146 DDT), el T2 registró peso medio de frutos significativamente más altos (227,1 g) que el mulching espejado y el blanco, tal como se presenta en el gráfico 9.

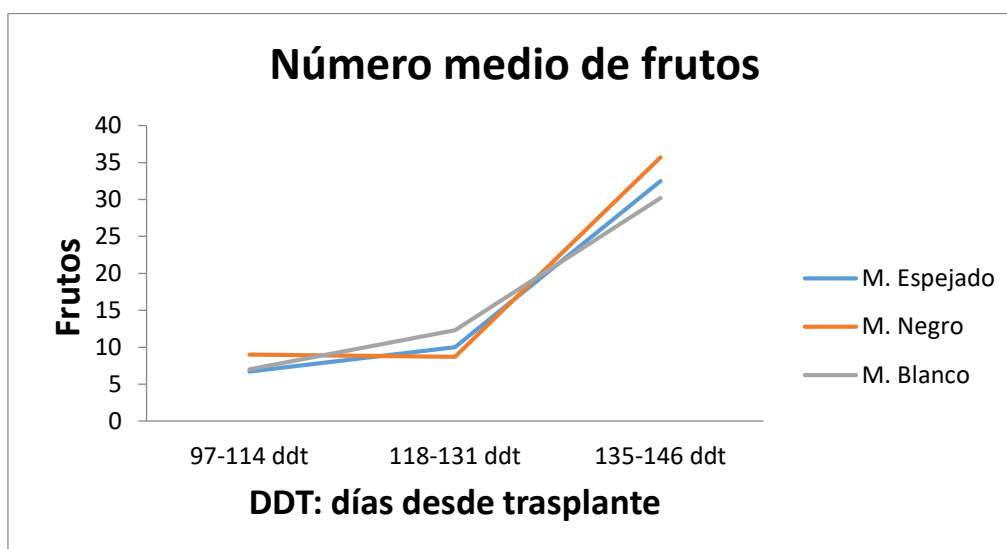


Gráfico 10. Número medio de frutos cosechados, en los periodos comprendidos entre 97-114, 118-131 y 135-146 días desde trasplante (DDT). Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos según Test de Tukey ($p < 0.005$).

Los datos correspondientes a número medio de frutos se presentan en el gráfico 10, y los mismos se encuentran repartidos en tercios como fue mencionado anteriormente. No fueron observadas diferencias estadísticamente significativas en este parámetro en los tratamientos realizados en los periodos evaluados. Como puede observarse en el último tercio de cosechas el número de frutos cosechados se incrementó notablemente registrando un 325, 411 y 245,5% en T1, T2 y T3, respectivamente, respecto al segundo tercio.

Si bien el último tercio de cosechas es el que comprendió el menor número de días, fue el que registró significativamente el mayor número medio de frutos respecto a los dos anteriores.

El mulching negro fue el tratamiento que registró el mayor número medio de frutos (35,75) y peso medio de frutos (227,1 g) en el tercer período de cosechas respecto a los otros tratamientos evaluados (gráfico 9 y 10).

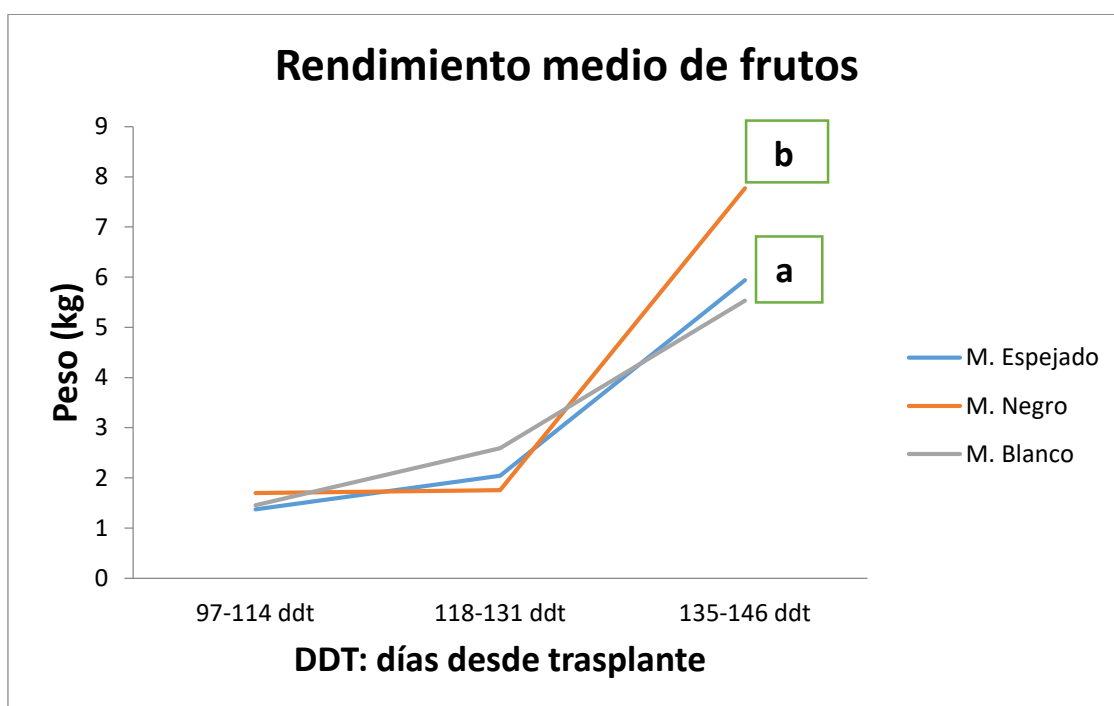


Gráfico 11. Rendimiento medio de frutos cosechados, expresados en kilogramos (kg), en los períodos comprendidos entre 97-114, 118-131 y 135-146 días desde trasplante (DDT). Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos según Test de Tukey ($p < 0,005$).

El rendimiento medio de frutos en el último período de cosecha registró un incremento significativo en T2 (mulching negro) con 7,77 kg, respecto a los otros tratamientos evaluados, como puede observarse en el gráfico 11. El mulching espejado y blanco

manifestaron rendimientos menores con 5,94 y 5,53 kg, respectivamente, sin diferencias estadísticas entre ellos.

El mayor rendimiento medio registrado en el mulching negro en el último tercio de cosechas es coincidente con el mayor número de frutos y peso medio de los mismos indicando que esta cobertura plástica resultó ser la más conveniente para el incremento de dichos parámetros de rendimiento.

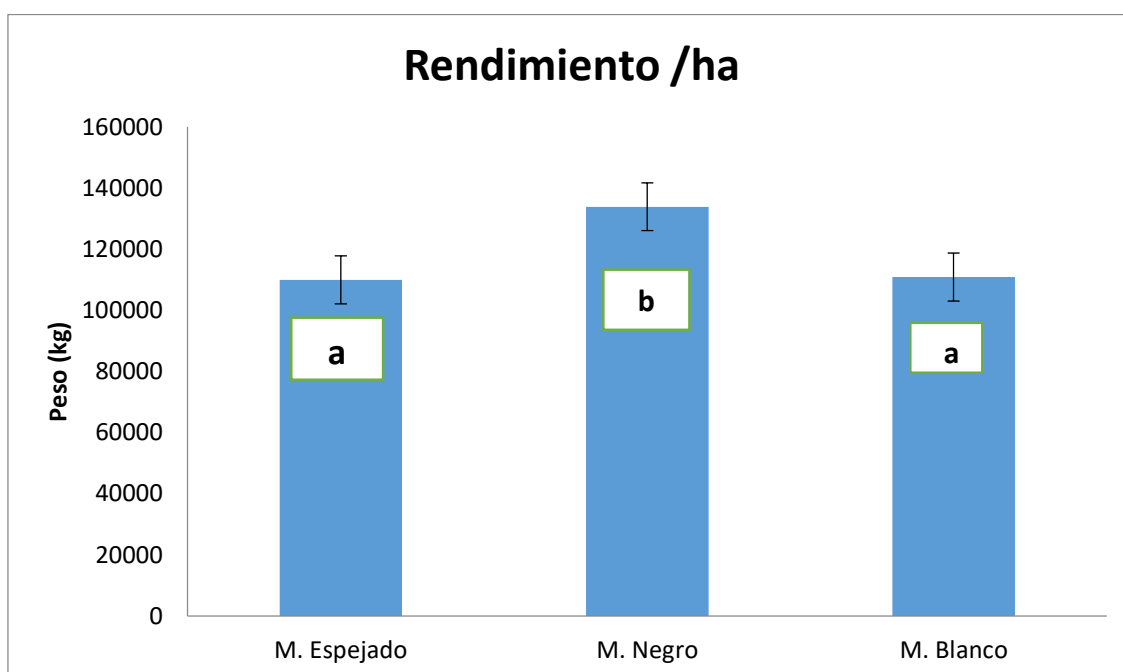


Gráfico 12. Rendimiento de frutos por hectárea, expresado en kilogramos (kg/ha), en los períodos comprendidos entre 97-114, 118-131 y 135-146 días desde transplante (DDT). Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos según Test de Tukey ($p < 0,005$).

El tratamiento con cobertura plástica negra (T2), registró un rendimiento total por superficie, expresado en kg/ha significativamente mayor respecto al mulching espejado y el mulching blanco, tal como puede observarse en el gráfico 12. Los resultados obtenidos en este ensayo señalan que el cultivo realizado con cobertura plástica negra registró un

incremento del 18% de rendimiento respecto a los tratamientos con mulching espejado y blanco.

Los resultados obtenidos en este trabajo llevado a cabo en una quinta productiva en el cordón hortícola platense, coincide con lo informado por Pan et al. (1999); Argerich et al. (2006) y Ngouajio et al. (2007) quienes señalaron que el mulching de color negro resultó ser el más eficaz para incrementar los diferentes componentes del rendimiento como el número y peso medio de frutos y el rendimiento total.

CONCLUSIONES

En las producciones intensivas hortícolas, el uso de mulching color negro es una práctica difundida por su accesibilidad, precio de mercado y por permitir el inicio temprano del cultivo. Este color de mulching resultó ser el más efectivo en el incremento del tamaño de los frutos cosechados y en el rendimiento total de tomate cv. Elpida en una quinta de producción convencional en el Cinturón Hortícola Platense.

BIBLIOGRAFIA

- Aquino, N.; Argerich, C.; Lorenzo, M. y Navarro, P. (2010). Efecto del mulching plástico en el comportamiento del cultivo de tomate para industria. EEA INTA La Consulta, CP 5567 La Consulta, Mendoza, Argentina.
- Argerich, C.; Lorenzo, M. y Navarro, P. (2006). Evaluación de diferentes densidades de plantación con dos variedades: NUM 6011 y HYPEEL 696 en riego por goteo en cuanto a la producción del cultivo de tomate para industria. Asociación Tomate 2000. Campañas 2006 - 2007.
- Argerich, C.; Lorenzo, M.; Aquino, N. y Navarro, P. (2008). Evaluación del uso de diferentes colores de mulching en la producción de tomate para industria en riego por goteo, en la localidad de La Consulta, Mendoza. 2008. Asociación Tomate 2000. Campañas 2007 - 2008
- Argerich, C. y Troilo, L. (2011). Diagnóstico socioeconómico del sector hortícola argentino. In: Manual de Buenas Prácticas Agrícolas en la cadena del tomate. FAO. Buenos Aires, Argentina. 262 pp.
- Argerich, C. (2014). Asociación Tomate 2000. Programa para el aumento de la competitividad de la industria del tomate. Informe progresos 2013-2014. Cosme A. Argerich, editor. La Consulta, INTA EEA La Consulta, 2014. <http://inta.gob.ar/unidades/512000> ISSN 1853-6972
- Aung, L. (1976). Effect of photoperiod and temperature on vegetative and reproductive response of *Lycopersicon esculentum* Mill. J. Am. Soc. Hort. Sci., 101: 358 - 360.
- Ayala-Tafoya, F., Zatarain-López, D. M., Valenzuela-López, M., Partida-Ruvalcaba, L., de Jesús Velázquez-Alcaraz, T., Díaz-Valdés, T. y Osuna-Sánchez, J. (2011). Crecimiento y rendimiento de tomate en respuesta a radiación solar transmitida por mallas sombra. Terra Latinoamericana, 29(4), 403-410.
- Bellha, H. (1988). Tomato response to trickle irrigation and black polyethylene mulch. J. Amer. Soc. Hort. Sci. vol. 113. 543 – 546.

- Brandán de Antoni, E., González, A. y Seco, E. (2009). Tomate Destinado a Industria. Secretaría de Ciencia y Tecnología. Editorial Científica Universitaria. ISBN: 978 - 987 - 1341.
- Both, A. J. (2002). Light conversions for plant growth. *Horticultural Engineering*,17(3), 4-7.
- Carbone, A., Garbi, M., Morelli, G., Martínez, S., Grimaldi, M. C. y Somoza J. (2012). Influencia del grado de envejecimiento del polietileno sobre la transmisión de radiación fotosintéticamente activa (PAR) hacia el interior de un invernadero parabólico. *Horticultura Argentina*,31(76), 22.
- Chakraborty, R.C.; Sadhu, M.K.; Krishi Vigyan Kendra, N. (1994). Effect of mulch type and color on growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Indian Journal of Agricultural Sciences* 64(9):608-612.
- Cockshull, K., Ho, L. y Fenlon, J. (2000). The effect of the time of taking side shoots on the regulation of fruit size in glasshouse-grown tomato crops. *Horticulture Research International*, Welles Bourne, Warwick CV35 9EF, UK. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*.
- Davies, J.N. and Hobson, G.E. (1981). The constituents of tomato fruit – the influence of environment, nutrition and genotype. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 15:205-280.
- Elattir, H. (2003). Plant Density Effects on Processing Tomato Grown in Morocco. *Acta Hort.* (ISHS) 613: 197 - 200
- Fernández Lozano, J. (2012). La producción de hortalizas en Argentina: Gerencia de calidad y tecnología. Secretaria de comercio interior. Mercado Central de Buenos Aires.
- Gabriel, E.L.; Lotti, H.; Benito, R.M. y Larroque, O.R. (1994). Effect of mulch color on yield of fresh-market tomatoes (*Lycopersicon esculentum*). *Acta Hort.*357:243-250.
- Ganelevin, R. (2008). World-wide commercial applications of colored shade nets technology (Chromatinet®). *Acta Horticulturae*,770, 199-203.
- Garbi, M., Grimaldi, M. C. y Martínez, S. (ex aequo). (2001). Efectos de plásticos de color sobre la temperatura del suelo durante el periodo frío en La Plata, Buenos Aires, Argentina. *Revista Argentina de Agrometeorología*,1(1), 87-90.

- Gaspar, L. (2007). Nutrición para el cultivo de tomate para industria. Agro Estrategias Consultores.<http://www.agoestrategias.com/pdf/Cultivos%20.20Fertilizacion%20de%20Tomate%20para%20Industria.pdf>.
- Guaymasí, D., Garbi, M., Morelli, G. y Martínez, S. (2018). Días y tiempo térmico a floración y fructificación en solanáceas cultivadas en invernadero en La Plata. *Horticultura Argentina*,37(92), 34-41.
- Guía de Estudio del Curso de Horticultura y Floricultura, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. (2019). UNLP. Editado por el Centro de Estudiantes. Del Pino, M. Guía didáctica: cultivo y manejo del cultivo de tomate fresco.
- Guía de Estudio del Curso de Horticultura y Floricultura, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. (2019). UNLP. Editado por el Centro de Estudiantes. Castro, A. Guía didáctica: Horticultura Argentina.
- Gutierrez López, M. (1998). Técnicas de Cultivo. Siembra directa del tomate para industria en Aragón. Jornadas Técnicas Tomate para Industria. Valtierra, Navarra.
- Heuvelink, E. y Dorais, M. (2005). Crop growth and yield. In: *Crop production Science in Horticulture*. Edited by Heuvelink, E. Wageningen University. The Netherlands.
- Incalcaterra, G., Iapichino, G. y Vetrano, F. (2004). Effects of transparent polyethylene mulching and different planting densities on tomato growth for processing in Sicily. In: Cantero - Martínez C. (ed.), Gabiña, D. (Ed.). *Mediterranean rainfed agriculture: Strategies for sustainability*. Zaragoza: CIHEAM, 2 004. p. 185-1 88 (Options Méditerranéennes: Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 60).
- Kinet, J. (1977). Effect of light conditions on the development of the inflorescence in tomato. *Sci. Hort.*, 6: 27-35.
- Lament, W. (1993). Plastic Mulches for the Production of Vegetable Crops. *Hortechology* January-March 1993 vol. 3 no. 1 pp: 35 - 39.

- Martínez, S., Garbi, M., Etchevers, P. y Asborn, M. (1998). Efecto del color de la cobertura plástica sobre el régimen térmico del suelo para el cultivo de tomate en invernaderos plásticos. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 6(2), 147-150.
- Martínez, S., Carbone, A., Garbi, M., Somoza, J., Grimaldi, M. C. y Cerisola, C. (2016a). Influencia del envejecimiento del polietileno sobre la transmisión de radiación fotosintéticamente activa (PAR) hacia el interior de un invernadero parabólico. *Revista Argentina de Agrometeorología*, VII, 74 - 83.
- Martínez, S., Carbone, A., Grimaldi, M. C., Somoza, J. y Garbi, M. (2018). Modificación ambiental producida por una malla antitérmica en un invernadero parabólico. En: M. G. Vinocur, A. Rivarola y A. Irigoyen (Eds.), XVII Reunión Argentina de Agrometeorología. Villa de Merlo: AADA.
- Mayne, S.T. (1996). Beta-carotene, carotenoids, and disease prevention in humans. *FABSEB J.* 10:690-701.
- Mc Neal, B.; Scholberg, J.; Jones, J.; Tanley, C.; Csizinsky, A. y Obreza, T. (1995). Application of a greenhouse tomato growth.
- Mendoza, A. (2011). La importancia de la temperatura en la productividad de hortalizas en invernadero. Departamento de Horticultura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro 1923, Buenavista, Saltillo, Coahuila. 25315 México.
- Mondino, M.C.; Balaban, D.; Cavalieri, O. and García, S.M. (2017). Efecto de la cobertura de suelo con acolchados plásticos sobre el comportamiento del cultivo de alcaucil (*Cynara cardunculus* var. *Scolymus* L.). *Revista FAVE – Ciencias Agrarias* 16(2)2017. Disponible: www.researchgate.net/publication/322085768_Efecto_de_la_cobertura_de_suelo_con_acolchados_plasticos_sobre_el_comportamiento_del_cultivo_de_alcaucil_Cynara_cardunculus_var_scolymus_L. Último acceso: noviembre 2020.
- Morelli, G., Carbone, A., Grimaldi, M. C., Somoza, J. y Martínez, S. (2011). Efecto de la antigüedad del polietileno sobre la radiación fotosintéticamente activa (PAR) recibida en el

interior de un invernadero parabólico en La Plata, Buenos Aires, Argentina. *Horticultura Argentina*, 30(73), 23.

-Mormeneo, I. and Cantamutto, M.A. (1999). Modification of soil temperatures for a “mulch” effect. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*. Santa Maria 7(2):169-172.

-Munguía, L., Quesada, M., De La Rosa, M. y Cedeño, R. (2000). Effect of plastic Munch on growth of melon, *Cucumis melo* L.; “laguna” hybrid. *International Journal of Experimental Botany*. Vol. 69.37 - 44.

-Ngouajio, M.; Wang, G. y Goldy, R. (2007). Withholding of drip irrigation between transplanting and flowering increases the yield of field-grown tomato under plastic mulch. *Agricultural Water Management* 87(3):285-291.

-Nuez, F. (1995). *El cultivo del tomate*. Ediciones Mundi - Prensa. Madrid, España. 793 p

-Oren-Shamir, M., Gussakovsky, E. E., Spiegel, E., Nissim-Levi, A., Ratner, K., Ovadia, R., Giller, Y. E. y Shahak, Y. (2001). Coloured shade nets can improve the yield and quality of green decorative branches of *Pittosporum variegatum*. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 76, 353-361.

-Pan, H.; Fisher, K. y Nichols, M. (1999). Effect of mulch and row covers on yield of process tomatoes. *Acta Hort. (ISHS)* 487: 145 - 150.

-Papadopoulos, A., y Tiessen, H. (1987). Root and air temperature effects on elemental composition of tomato. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 112: 988 - 993.

-Papadopoulos, A. y Pararajasingham, S. (1997). The influence of plant spacing on light interception and use in greenhouse tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.): a review. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v.69, p.1 - 29.

-Pilatti, R. A. (1997). *Cultivos bajo invernaderos*.

-Quail, P., Boylan, M., Parks, B., Short, T., Xu, W., y Wagner, D. (1995). *Phytocromes: Photosensory perception and signal transduction*, Science Vol. 268. 675 - 680.

- Rajapakse, N., Young, R., Mc Mahon, M. y Oi, R. (1999). Plant height control by photosensitive filters: current status and future prospects, *Horttechnology*. Vol. 9, 618 - 624.
- Retamates, J. B., Montecino, J. M., Lobos, G. A. y Rojas, L. A. (2008). Colored shading nets increase yields and profitability of highbush blueberries. *Acta Horticulturae*, 770, 193-197.
- Shahak, Y., Gussakovsky, E. E., Gal, E. y Ganelevin, R. (2004). Colornets: crop protection and light-quality manipulation in one technology. *Acta Horticulturae*, 659, 143-151.
- Shahak, Y., Gal, E., Offir, Y. y Ben-Yakir, D. (2008). Photosensitive shade netting integrated with greenhouse technologies for improved performance of vegetable and ornamental crops. *Acta Horticulturae*, 797, 75-80.
- Shamshiri, R. R., Jones, J. W., Thorp, K. R., Ahmad, D. Man, H. C. y Taheri, S. (2018). Review of optimum temperature, humidity, and vapour pressure deficit for microclimate evaluation and control in greenhouse cultivation of tomato: a review. *International Agrophysics*, 32, 287-302.
- Shi, J. and Le Marguer, M. (2000). Lycopene in tomatoes: chemical and physical properties affected by food processing. *Crit. Rev. Biotechnol* 20:293-334.
- Sies, H. and Stah, W. (1998). Lycopene antioxidant and biological effects and its bioavailability in the human. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 218:121-124.
- Smirnoff, N. (1996). The function and metabolism of ascorbic acid in plants. *Ann. Bot.* 78:661-669.
- Sory Touré, A.; Nieto-Angel, R.; Rodríguez-Pérez, J.; Barrientos-Priego, A.; Ibañez-Castillo, L.; Romanchik, E. y Nuñez-Colín, C. (2010). Variación anatómica del xilema en tallo de cultivares de tomate injertados en un tipo criollo. *Revista Chapingo. Serie Horticultura*. Disponible: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1027-152X2010000100009&script=sci_arttext
- Tesi, R. (2000). *Medios de protección para la hortoflorofruticultura y los viverismos*. Ed. Mundi Prensa. Madrid. España.

-Valera, D., Molina, F. y Gilm J. (2001). Las mallas como técnica de control climático en invernaderos. Vida Rural,8, 50-52.

-Went, F. (1957). The experimental control of plants growth. Chronica botánica n. 17: 343.

Páginas consultadas:

-<https://www.intergro.com/es/productos/capas-plasticas/>. Ultimo acceso: 10 de noviembre de 2020.

-Ministerio de Agroindustria. 2016. Perfil de tomate. Disponible en: <https://www.agroindustria.gob.ar/new/00/programas/dma/hortalizas/informes/Perfil%20de%20tomate%208-2016.pdf>. Ultimo acceso: 1 de noviembre de 2020.