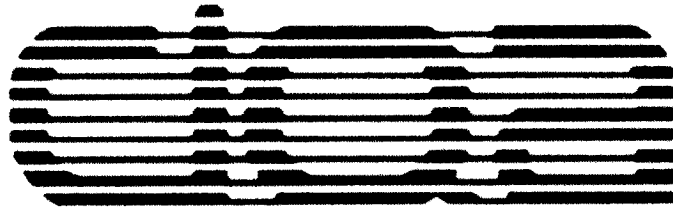


CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN QUÍMICA APLICADA



**FACTORES QUE INFLUYEN EN EL RENDIMIENTO DE
CUCURBITACEÁS (MELÓN, SANDÍA, CALABACITA Y
PEPINO) CON ACOLCHADO PLÁSTICO**

CASO DE ESTUDIO

PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

ESPECIALIZACIÓN EN QUÍMICA APLICADA

OPCIÓN: AGROPLASTICULTURA

PRESENTA:

ING. LIZBETH GUZMÁN MEJÍA

SALTILLO, COAHUILA


CENTRO DE INFORMACIÓN

AGOSTO 2010

13 AGO 2010

RECIBIDO

Ag^o 13
096

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN QUÍMICA APLICADA



HACE CONSTAR QUE EL CASO DE ESTUDIO TITULADO

FACTORES QUE INFLUYEN EN EL RENDIMIENTO DE CUCURBITACEÁS (MELÓN, SANDÍA, CALABACITA Y PEPINO) CON ACOLCHADO PLÁSTICO

PRESENTADO POR:

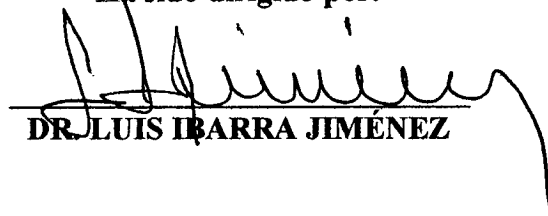
ING. LIZBETH GUZMÁN MEJÍA

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

ESPECIALIZACIÓN EN QUÍMICA APLICADA

OPCIÓN: AGROPLASTICULTURA

Ha sido dirigido por:



DR. LUIS IBARRA JIMÉNEZ

SALTILLO, COAHUILA

AGOSTO 2010

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN QUÍMICA APLICADA



A TRAVÉS DEL JURADO EXAMINADOR HACE CONSTAR QUE EL CASO DE ESTUDIO:

FACTORES QUE INFLUYEN EN EL RENDIMIENTO DE CUCURBITACEÁS (MELÓN, SANDÍA, CALABACITA Y PEPINO) CON ACOLCHADO PLÁSTICO

QUE PRESENTA:

ING. LIZBETH GUZMÁN MEJÍA

HA SIDO ACEPTADO COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

ESPECIALIZACIÓN EN QUÍMICA APLICADA

OPCIÓN: AGROPLASTICULTURA

SINODALES:

DRA. HORTENSIA ORTEGA ORTÍZ

M.C. EDUARDO A. TRÉVINO LÓPEZ

SALTILLO, COAHUILA

AGOSTO 2010

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CONTENIDO	<i>i</i>
ÍNDICE DE CUADROS	<i>ii</i>
ÍNDICE DE FIGURAS	<i>iii</i>
INTRODUCCIÓN	1
REVISIÓN DE LITERATURA	3
Materiales para el Acolchado	3
Especificaciones	3
Acolchado de Colores	3
El Efecto del Color	4
Importancia de los Colores en los Acolchados Plásticos	5
Película Negra	5
Películas Transparente o Natural	6
Película Blanca	6
Película Plata	6
Películas de Longitud de Onda Selectivas	7
Películas Bicapa	7
Película Blanco/Negro	7
Película Plata/Negro	8
Películas Fotodegradables y Biodegradables	8
Factores que Influyen con el Uso de Acolchado Plástico	9
Efecto de las Coberturas de Plástico en el Control de Malezas	11
Efecto de las Coberturas de Plástico en el Crecimiento de Plantas y el Rendimiento	12
El uso de las Coberturas de Plástico en la Producción de Hortalizas	13
Factores que Influyen en el Rendimiento de Melón con Acolchado Plástico	14
Factores que Influyen en el Rendimiento de la Sandía con Acolchado Plástico	16
Factores que Influyen en el Rendimiento de la Calabacita con Acolchado Plástico	18
Factores que Influyen en el Rendimiento de Pepino con Acolchado Plástico	23
ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO	25
En Cultivo de Melón	25
En Cultivo de Sandía	28
En Cultivo de Calabacita	37
En Cultivo de Pepino	37
ÁREAS DE OPORTUNIDAD	41
CONCLUSIONES	43
RECOMENDACIONES	44
LITERATURA CITADA	46

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Medias por tratamiento de algunas variables que caracterizan la apariencia de la planta de calabacita y el número de moscas blancas durante y después del periodo de cubierta flotante.	22
Cuadro 2. Análisis químico del suelo acolchado con polietileno negro tratado con biofertilizantes en cultivo de melón.	26
Cuadro 3. Comparación Económica entre los sistemas de Producción con y sin Acolchado en la Producción de Melón en la Comarca Lagunera.	28
Cuadro 4. Tratamientos estudiados en sandía. Gómez Palacio, Dgo., 2002	29
Cuadro 5. Días a la cosecha de sandía con riego por cintilla, en tres tipos de siembra, dos niveles de fertilización y dos niveles de acolchado plástico.	30
Cuadro 6. Tratamientos establecidos en forma aleatoria en el lote experimental.	34
Cuadro 7. Rendimiento de fruta, productividad del agua y láminas de riego aplicadas a la sandía.	34
Cuadro 8. Cuadrados medios del análisis de varianza para rendimiento y productividad del agua.	35
Cuadro 9. Rendimiento y eficiencia de uso del agua para sandía con riego por goteo y acolchado.	35
Cuadro 10. Efecto del acolchado y diferentes tratamientos de cubierta en microtúneles en días a inicio de floración e inicio de cosecha en los cultivo de pepino y pimiento.	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Radiación reflejada por dos clases de plástico para acolchado: Blanco y Blanco/Negro coextruido	8
Figura 2. Rendimiento de fruta en diversas funciones: (A) Tipo de establecimiento y acolchado	31
Figura 3. Eficiencia en el uso del agua en (A) Tipo de establecimiento y acolchado.	31
Figura 4. Producción de materia seca de sandía para los tres tipos de establecimiento: (A) Siembra directa, (B) Trasplante a dos hojas verdaderas, y (C) Trasplante a inicio de guías	32
Figura 5. Temperaturas máximas y mínimas diarias promedio registradas a 15cm de profundidad en el suelo, en sandía, Gómez Palacio, Dgo.	33
Figura 6. Comportamiento de las temperaturas máximas y mínimas del suelo.	36

INTRODUCCIÓN

Los acolchados plásticos favorecen la descomposición de la materia orgánica del suelo aumentando la fertilidad de éste y la nutrición de los cultivos (Wien y Minotti, 1988; Robledo y Martín, 1988; Hyo-Duk, 1991; Jensen y Malter, 1995); disminuyen el crecimiento de malas hierbas; modifican el crecimiento y la morfogénesis de los cultivos (Decoteau *et al.*, 1988; Orozco *et al.*, 1995); disminuyen el efecto de plagas y enfermedades modificando la respuesta anemotáctica de algunos insectos (Costello, 1994; Orozco *et al.*, 1995); modifican o conservan las propiedades físicas del suelo (Robledo y Martín, 1988; Adetunji, 1994) y mejoran la relación beneficio/costo de los cultivos (Orozco *et al.*, 1995).

Se han hecho estudios donde se demuestra que el uso de los acolchados plásticos también ejerce un efecto positivo sobre el rendimiento de ciertos cultivos como el melón y chile dulce, donde se observó un mejor desarrollo y mayor rendimiento (Ibarra *et al.*, 2004).

Las principales hortalizas que se producen con la técnica de acolchado de suelos y riego por goteo son tomate (*Lycopersicon esculentum*), chile (*Capsicum annuum*), melón (*Cucumis melo*), berenjena (*Solanum melongena*), pepino (*Cocumis sativus*), calabaza (*Cucurbita pepo*), fresa (*Fragaria ananassa*) y sandía (*Citrullus lanatus*) (Lamont, 2005).

El acolchado plástico impacta directamente el microclima alrededor de la planta, modificando la temperatura de suelo, el grado de modificación depende de las propiedades del plástico (absorbancia, reflectancia y transmitancia), además, el acolchado permite disminuir la pérdida de humedad del suelo (Ham *et al.*, 1993). El comportamiento de un mismo color de película puede tener un efecto diferente sobre el rendimiento de los cultivos entre estaciones del año, diferentes años y latitudes geográficas, consecuentemente, la respuesta del cultivo al acolchado puede ser diferente.

El desarrollo de polietileno como una película de plástico en 1938 y su posterior introducción como una cobertura plástica del suelo en la década de 1950 revolucionó la producción comercial de determinados cultivos hortícolas. Los años posteriores, la investigación, la extensión y la industria personal, junto con los productores, han

documentado las ventajas de utilizar una cobertura plástica como un componente completo en el sistema de producción de hortalizas. El uso de los acolchados en la horticultura ha tenido un gran desarrollo, ya que proporciona múltiples beneficios agronómicos y medioambientales. Entre las ventajas de su utilización cabe destacar la producción precoz, el rendimiento y la mejora en la calidad del fruto producido bajo este sistema; la prevención de la aparición de malas hierbas, así mismo un uso más eficiente del agua y los fertilizantes, y la reducción de la erosión y la compactación del suelo (Lamont, 1993).

No existe ningún acolchado que se ajuste totalmente a situaciones climáticas específicas, pero al conocer las características de los diferentes colores de acolchado nos puede ayudar a elegir el más adecuado para una determinada región y un cultivo específico. Puesto que los acolchados se utilizan para una amplia gama de cultivos, en un rango de áreas geográficas con condiciones naturales diversas, se puede esperar variabilidad en la respuesta al rendimiento o la producción de los cultivos.

En este trabajo se realizó una revisión de literatura del tema factores que influyen sobre rendimiento de plantas cucurbitáceas, concretamente sandía, melón, calabacita y pepino con acolchado plástico ya que existe una gran cantidad de información respecto a estos cultivos cuando se usan películas para acolchado de diferentes materiales plásticos, sin embargo, dicha información se encuentra dispersa. El objetivo de este trabajo es recopilar información y agruparla para que se encuentre disponible.

REVISIÓN DE LITERATURA

Materiales para el Acolchado

Uno de los primeros plásticos producidos a escala comercial en 1939 fue el polietileno (PE). El uso generalizado en la agricultura y, más concretamente, en acolchados, se debe a su procesado fácil, excelente resistencia química, alta durabilidad, flexibilidad, y la ausencia de olor y de toxicidad en comparación con otros polímeros (Wright, 1968). El PE utilizado principalmente en coberturas es de baja densidad, que se produce por la polimerización de etileno en condiciones de muy alta presión. Tiene una excelente resistencia a la tracción, que se requiere para la aplicación mecánica del acolchado plástico del suelo, varios aditivos se incorporan al plástico para modificar o mejorar las propiedades específicas del producto acabado. Estos pueden incluir pigmentos de color como el negro de humo que es el más ampliamente utilizado para la producción del acolchado negro para la agricultura; otros aditivos que también se le adicionan son: los agentes antigoteo, antibloqueo, antioxidantes, los rayos ultravioleta (UV) de inhibidores y/o estabilizadores, retardadores de flama, y aditivos fotodegradables (Wright, 1968).

Especificaciones

La mayoría de las coberturas de plástico utilizados en la Estados Unidos son (0.031 mm) de espesor y 48 pulgadas (122 cm) de ancho y se fabrican rollos de 2400 pies (731 m) de largo. El ancho de la cobertura plástica puede variar desde 36 hasta 60 pulgadas (91 a 152 cm), dependiendo de los cultivos y el sistema de cultivo. Para el melón y la sandía los espesores oscilan entre 25 y 50 mm; para los cultivos especiales, como es el caso del espárrago, donde se busca una mayor termicidad, los espesores van desde los 40 mm hasta los 65 mm (William, 1993).

Acolchado de Colores

El Efecto del Color

Los acolchados plásticos tienen influencia sobre la temperatura del suelo, aumentándola o conservándola de acuerdo a las propiedades ópticas de la cubierta (Ham *et*

al., 1993; Lamont, 1993); generalmente ésta aumenta en la fase inicial de los cultivos (Csizinszky *et al.*, 1995; Soltani *et al.*, 1995).

El color de una capa vegetal determina su comportamiento a la energía radiante y de su influencia en el microclima alrededor de la planta. El color determina la temperatura de la superficie del acolchado y del suelo. La película de color negro absorbe la mayor parte de la energía solar que incide sobre ella y por lo tanto mantiene más caliente el suelo. La película transparente transmite la mayor parte de la radiación solar que, a su vez, es absorbida por el suelo. Gran parte de los primeros pioneros en la investigación sobre el uso de las coberturas de plástico para la producción de hortalizas definen el impacto de diferentes colores para el acolchado en el suelo, la temperatura del aire, la retención de la humedad y los rendimientos de hortalizas (Emmert, 1957).

En los inicios algunos investigadores (Schales y Sheldrake, 1962; Takatori *et al.*, 1964; Tukey y Schoff, 1963; Waggoner *et al.*, 1960) trabajaron principalmente con dos colores negro y blanco.

La temperatura del suelo bajo un plástico depende de las propiedades térmicas (reflectancia, absorvancia y transmitancia) de un material en particular a la radiación solar entrante (Schales y Sheldrake, 1963). Por razones que no se entienden totalmente, la luz visible reflejada de las películas coloreadas pueden incrementar el crecimiento de frutas, fortalecer los tallos de la planta, estimular el crecimiento en las plantas, y mantener los insectos alejados. Además se está trabajando para que las películas agrícolas tengan espesores más delgados, las velocidades de la línea de producción sean más altas, la estructura multicapa sea más compleja y los nuevos pigmentos y las formulaciones de aditivos con la esperanza de persuadir a los agricultores para comercializar películas más sofisticados y dejar de usar sólo las películas blancas y negras. Israel fue el pionero en el uso de los acolchados de colores para la modificación del espectro solar, incrementar el rendimiento de las plantas. Se introdujeron hace más de una década los colores en Europa y se esperaba un crecimiento del 20% en el mercado, sin embargo ha permanecido en desarrollo. El efecto de las películas plásticas para acolchado es más marcado en el

enraizamiento superficial y alto requerimiento térmico, como las cucurbitáceas. Otro de los beneficios logrados con las cubiertas plásticas es el incremento de la masa radical y de la absorción de nutrientes (Wien *et al.*, 1993). En el control de malezas se ha observado efectividad incluso sobre ciperáceas, utilizando polietileno transparente (Gabriel *et al.*, 1994).

Importancia de los Colores en los Acolchados Plásticos

Película Negra

El acolchado de Plástico Negro es un absorbedor de radiación, absorbe la mayoría de la luz visible y la longitud de onda infrarroja entrantes en forma de radiación térmica. Los acolchados plásticos reducen la superficie de evaporación del suelo y conservan la humedad del mismo, lo que favorece el crecimiento de los cultivos (Lamont, 1993); sin embargo, el mayor tiempo de retención de humedad ocurre con el acolchado de plástico negro (Salman y Gorski, 1988; Hanada, 1991). La película de plástico negro es la forma más común de acolchado y ha sido demostrado que causa un aumento significativo en la temperatura de los suelos (Wein *et al.*, 1993). La radiación solar y la energía radiante reabsorbida, en gran parte por el plástico negro, se pierde en la atmósfera por la radiación y la convección forzada. Además, tiene la propiedad de absorber la mayor parte de la radiación UV y las ondas visibles e infrarrojas e irradiarlas en forma de calor, este tipo de acolchado al ser utilizado aumenta la unidad de calor lo que ayuda a que se desarrollen los cultivos sensibles al frío o que requieren más calor (Lamont, 2005), predominantemente para la producción de vegetales ayuda al establecimiento temprano de cultivos sensibles al frío y su acolchado evita que se desarrollen malezas y controla las plagas (Fiola, 2004). La temperatura del suelo con acolchado plástico de color negro puede aumentar 1.7°C a 10 cm de profundidad (Lamont, 1993).

El efecto más importante que proporciona este tipo de plástico, es la eliminación casi total de las malezas debido a su opacidad con respecto a las radiaciones visibles (entre los 300 y 800 nanómetros), lo que impide una competencia con la planta por agua y los nutrimentos (Ibarra y Rodríguez, 1991). Entre las propiedades espectrales con que cuenta

esta película son: 3.5% de reflexión, 0.7% de transmisión y un 95.8% de absorción de la radiación solar (García, 1996).

Películas Transparente o Natural

El plástico transparente aumenta la temperatura del suelo por lo tanto se utiliza solo para solarizar, el acolchado transparente no es efectivo en el control de las malezas, para éstas es recomendable el color negro y se recomienda para los cultivos que requieren más color (Voth y Brinhurst, 1990). Los acolchados de plásticos claros absorben poca radiación solar por lo tanto disminuyen las unidades de calor y la temperatura de los cultivos que son más sensibles al calor (Schmidt y Worthington, 1998; Locascio y Gilreath, 1999). La temperatura del suelo con acolchado plástico transparente es de 4.4 a 7.8 °C a 5 cm de profundidad (Lamont, 1993). El plástico transparente se degrada como resultado de la exposición directa a la luz solar y en particular bajo la influencia de los rayos UV. La vida de la película transparente se puede duplicar si no se utiliza durante los meses más calurosos del año (Splittstoesser y Brown, 1991). Este tipo de plástico tiene un 10.6% de reflexión, 84.5% de transmisión y un 4.9% de absorción de la radiación solar (García, 1996).

Película Blanca

Los acolchados blancos mantienen la temperatura del suelo más fresca que otros acolchados, por lo que son usados por lo general, en cultivos establecidos durante el verano y el otoño. Estas películas transmiten al suelo del 40 al 70% de la luz recibida, por lo tanto, tienen la propiedad de calentar el suelo más que el negro y menos que el transparente (olefinas.com). Un acolchado blanco o color aluminio se prefiere para la producción de verano, cuando el calentamiento del suelo no es a menudo beneficioso para el crecimiento vegetal y el desarrollo de la planta (Lamont, 2005).

Película Plata

Hay estudios que han demostrado que los acolchados plásticos como el color plata rechazan cierta especie de áfidos y reducen o retrasan la incidencia de virus llevados por áfidos en algunos cultivos como la calabaza de verano (Lamont *et al.*, 1990). El color plata

tiene un efecto repelente en adultos de áfidos y mosca blanca, además del control de maleza (Csizinszky *et al.*, 1995). Este tipo de plástico cuenta con un 39.1% de reflexión, 4.4% de transmisión y 56.5% de absorción de la radiación solar.

Películas de Longitud de Onda Selectivas

El desarrollo de acolchados de transmisión de luz en el infrarrojo cercano bloquean la radiación fotosintéticamente activa. Así como los cambios morfológicos de las plantas inducidos por alteraciones de la relación de reflectancia de la luz rojo lejano (Decotau *et al.*, 1989). Los acolchados plásticos fotoselectivos modifican la cantidad y la calidad de la radiación. Son materiales que selectivamente transmiten la radiación en algunas regiones del espectro electromagnético pero no en la longitud de onda fotosintética. Estos acolchados absorben la radiación fotosintéticamente activa (RFA) y transmiten radiación infrarroja, proporcionando el efecto de un acolchado y uno transparente (Lamont, 2005).

Películas Bicapa

La característica principal de los acolchados coextruidos es que tienen diferentes colores a cada lado de la película. Absorben una parte del calor que reciben, la utilización de estos plásticos es muy interesante en siembras de primavera y verano, ya que al reflejar los rayos solares, evitan el calentamiento excesivo del suelo y el secamiento del sistema radical de la planta; sirven para controlar la maleza, por su reflexión se utilizan para repeler áfidos, además de que aportan energía lumínica en el sistema fotosintético (olefinas.com).

Película Blanco/Negro

Tiene la cualidad de mantener el suelo fresco, brinda una excelente reflexión de la luz fotosintética por el lado blanco impide el paso de la luz por el lado negro, evitando el desarrollo de las malezas por debajo del plástico. Debido a eso se obtienen cosechas más abundantes y de mayor calidad (olefinas.com). La temperatura del suelo bajo el acolchado es disminuida en aproximadamente 1.5 °C a 5 cm de profundidad y 0.9°C a 10 cm de profundidad, comparado con el suelo desnudo (Ham *et al.*, 1993). Estos acolchados son usados para establecer cultivos cuando las temperaturas del suelo son altas y una reducción de temperatura es benéfica. Los acolchados blanco/negro han resultado muy útiles para

contrarrestar los efectos del calor excesivo que se presenta durante el verano, en la región del noreste y la costa del Pacífico de México (García, 1996).

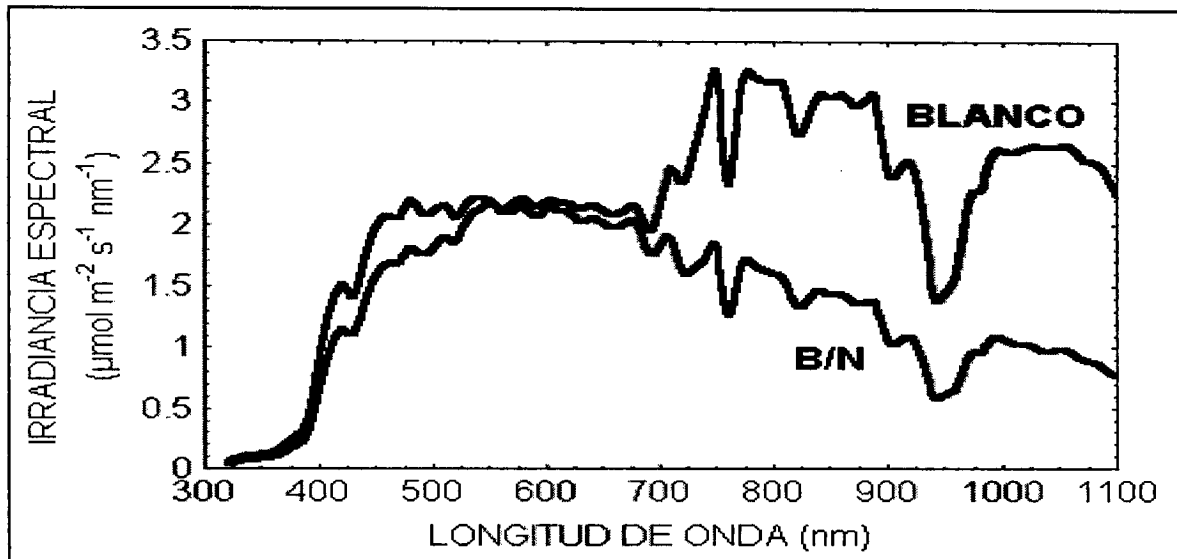


Figura 1. Radiación reflejada por dos clases de plástico para acolchado: Blanco y Blanco/Negro coextruido (olefinas.com).

Ambos tienen reflectancia parecida en el rango activo para la fotosíntesis (400-700 nanómetros). Después de los 700 nanómetros (infrarrojo) el blanco tiene mayor reflectancia resultando en menor temperatura del suelo comparado con el B/N.

Película Plata/Negro

Tiene una gran reflexión fotosintética hacia el follaje de la planta, incrementando el proceso de la fotosíntesis y ahuyentando a los insectos. La transmisión de la luz al suelo es la mínima, por lo tanto, evita el calentamiento excesivo del suelo y el desarrollo de las malezas debajo del plástico. Esta película absorbe en gran medida la energía calorífica recibida, debido a esto puede provocar quemaduras en la parte aérea de los cultivos jóvenes (olefinas.com).

Películas Fotodegradables y Biodegradables

Se ha optado por investigar un sistema de fabricación que permita una degradación rápida y limpia de los plásticos. En este sentido se ha visto que la degradación por digestión

enzimática es muy difícil dado el tamaño de las moléculas químicas que componen el plástico. El sistema más desarrollado es el de la fabricación de plásticos fotodegradables, iniciado probablemente en Israel a finales de los años setenta (Gilead, 1979). La fotoactivación es más rápida, naturalmente, en climatologías muy iluminadas que en circunstancias con limitación de la luz, por lo que la degradación variara según la zona donde se utilizan estos plásticos, la estación del año, etc. Actualmente se fabrican plásticos fotodegradables para el acolchado cuya duración en condiciones normales puede variar entre $\frac{3}{4}$ hasta 28 semanas (Perrella *et al.*, 1983). Las películas fotodegradables se deben degradar y desintegrarse después de que hayan cumplido con su propósito para el que fueron creadas (Splittstoesser y Brown, 1991). Existe otra posibilidad de degradación natural de los plásticos como lo es la biodegradabilidad (Hatt, 1985), en la que la descomposición de los plásticos se efectuaría como consecuencia del ataque de los microorganismos sobre cargas nutritivas, como el almidón, que se incluirían en la masa plástica.

Factores que Influyen con el Uso de Acolchado Plástico

Efecto de las Coberturas Plásticas en la Temperatura del Suelo

Diferentes formas de acolchado plástico que están disponibles varían en su tejido, alisado y en relieve del plástico. Hoy en día el 100% de los cultivos biodegradables con cobertura están disponibles en los países avanzados. Además de la estructura de la superficie, el color y el grosor del acolchado crea muchas de las variaciones que tienen un efecto sobre el microclima de la planta y en especial en la temperatura del suelo. Las temperaturas del suelo pueden aumentar en el campo mediante la aplicación de coberturas de plástico. Las coberturas de plástico modifican el régimen de temperatura del suelo de acuerdo a sus propiedades ópticas (Ham *et al.*, 1993). Los cambios de temperatura pueden afectar a la raíz en la zona de absorción y traslocación de nutrientes esenciales, por lo tanto influye en el crecimiento de las raíces y los retoños (Tindall *et al.*, 1990). El aumento de las temperaturas del suelo también afecta a los cultivos en otras maneras.

El calentamiento solar extremo del suelo puede conducir a mejorar la salud de las plantas mediante el control de los patógenos del suelo (Katan *et al.*, 1976). Cada una de las coberturas de diferentes colores utilizados en la producción de diferentes cultivos causa los efectos de la temperatura, el plástico transparente alcanza temperaturas más elevadas del suelo que el plástico negro. Esto sucede porque la mayor parte de la radiación incidente es absorbida por las películas de color (Argall y Stewart, 1990) y no pasan a través del suelo. Ham *et al.*, (1993) demostraron que la colocación de los acolchados son importantes para aumentar la temperatura del suelo. Los resultados indicaron que los suelos con calentamiento de plástico claro calientan menos que el plástico negro, si se coloca firmemente en el suelo con un buen contacto entre la superficie del suelo y el acolchado. También sugirió que si las coberturas de plástico transparente colocados libremente sobre el suelo desarrollan una capa de aire aislante los resultados en el almacenamiento de calor del suelo reduce la pérdida de calor. Locher *et al.*, (2005) indicaron que el uso de acolchado de color oscuro es la solución más segura, porque incluso en el caso de las altas temperaturas y la radiación solar, el suelo no se calienta a un grado perjudicial. Observaron que en el caso de las coberturas de color (claro, violeta, verde claro), el aumento de la temperatura del suelo es de 2.5-2.9°C más alto que en el caso del control. También mencionaron en sus estudios que los cultivos de cobertura de color oscuro (negro, verde oscuro, rojo) la temperatura del suelo aumenta 1.4 a 2.1°C en comparación con las reportadas por las Naciones Unidas con acolchado (control). En general los estudios de las Naciones Unidas indican que se logran los rendimientos más altos con acolchado, debido a las altas temperaturas del suelo con acolchado.

Efecto de las Coberturas de Plástico en la Humedad del Suelo

El agua es esencial para el crecimiento y el desarrollo de los cultivos. Es también un costo importante en los sistemas agrícolas. El éxito de muchas formas agrícolas se basa en el uso conservador y eficaz del agua. La retención de humedad es, sin duda, la razón más común para que el acolchado sea aplicado al suelo. El acolchado se utiliza para proteger al suelo de la exposición directa del sol, que evapora la humedad de la superficie del suelo y causa sequedad al perfil del suelo. El acolchado también reduce el escurrimiento superficial del suelo que permite un mayor tiempo de infiltración. Estas características dan como

resultado la mejora en las tasas de infiltración del agua y la humedad del suelo superior. Un beneficio adicional del acolchado es una menor necesidad en la limpieza del suelo antes de la transformación de las hierbas (Barker, 1990). Con el uso de los acolchados orgánicos e inorgánicos se ha demostrado que mejoran la retención de la humedad del suelo. Ésta capacidad de explotación de agua extendida permite a las plantas sobrevivir durante los períodos de poca lluvia.

El uso de acolchado plástico puede mejorarse si, en el riego se usa el acolchado en combinación con un control de humedad del suelo. La influencia de las precipitaciones no es tan grande cuando se utiliza el acolchado plástico, que requiere la gestión del riego activo. Debajo del acolchado el riego de los cultivos de hortalizas se ha demostrado para mejorar los rendimientos de los cultivos sobre todo en los sistemas de riego por aspersión (Clough *et al.*, 1990). El acolchado permite mantener los niveles de humedad del suelo durante más tiempo. En algunos casos, mientras proporciona humedad, mejora las condiciones del suelo. Aunque nuestro trabajo es en cucurbitáceas, nos pareció importante este apunte de acolchado donde se representó el 47.08% de ahorro en el agua y un aumento en el rendimiento del 47.67% en el tomate en comparación con un control sin acolchado (Friake *et al.*, 1990). Palada *et al.*, (2003) llegó a la conclusión de que el plástico acolchado mejora en el uso más eficiente del agua de riego en un 33 a 52% en pimiento en comparación con el suelo desnudo.

Efecto de las Coberturas de Plástico en el Control de Malezas

El control de malezas en los cultivos es una tarea difícil, consume tiempo y es una costosa tarea. Las coberturas de plástico tienen el potencial de alterar la temperatura del suelo, uso del agua de los cultivos, mejorar la calidad de los cultivos y en la algunos casos, reduce la competencia de malezas, mejorando así el desarrollo de los cultivos y aumentando los rendimientos (Lamont, 2005; Ngouajio y Ernest, 2005). El acolchado plástico negro es a la vez eficaz en el calentamiento del suelo y en reducción de malezas.

El acolchado de plástico transparente proporciona un mayor calentamiento del suelo, pero no reduce la competencia de las malezas (Lamont, 2005). Las coberturas de

color oscuro colocadas en el suelo y alrededor de la cosecha pueden reducir la cantidad de luz que llega al suelo y por lo tanto inhiben la germinación de las malezas y la eliminación de las malezas emergentes. El acolchado para el control de las malezas puede ser de varias formas: acolchados inorgánicos u orgánicos pueden ser aplicados y ser dejados en el sitio para controlar las malas hierbas; las coberturas vivas pueden ser cultivadas para ahogar las malas hierbas antes de plantar los cultivos, las coberturas son destruidas con productos químicos o hasta completar su ciclo de vida antes de la temporada de crecimiento de la hierba. La solarización utiliza un abono inorgánico y la energía solar para desinfectar el suelo, el acolchado debe ser eliminado antes de la siembra.

Efecto de las Coberturas de Plástico en el Crecimiento de Plantas y el Rendimiento

Las coberturas orgánicas o inorgánicas del suelo influyen en el cultivo en un sin número de maneras. La cobertura plástica en los cultivos puede ofrecer una barrera contra las malas hierbas, la pérdida de humedad, la pérdida de nutrientes, la erosión, los insectos y las enfermedades, mientras ocurre un establecimiento de las plantas y fomentan una primera cosecha potencialmente de mayor calidad (Mugalla *et al.*, 1996). Los efectos combinados de la temperatura del suelo, la humedad y la supresión de las malezas, no sólo trabajan para mejorar el crecimiento de los cultivos, sino también para facilitar la recolección manual y promover un mayor rendimiento y mayor tamaño de la fruta (Scheerens y Breneman, 1994).

Según las Naciones Unidas el aumento de la temperatura del suelo mediante la aplicación de acolchado plástico provocó una reducción significativa de los niveles de patógenos, a un costo menor. El efecto de la cobertura plástica y su color mejoran la estructura del suelo, el crecimiento del cultivo y su desarrollo. El crecimiento, el rendimiento y la absorción de los nutrientes se ven afectados por el plástico negro y los niveles de nitrógeno inicial en el suelo (Wein y Minotti, 1988). Karp *et al.*, (2006) indicaron que el tratamiento influyó significativamente en el contenido de los nutrientes de las hojas y el contenido de la clorofila (SPAD 381 unidades) fueron significativamente menores en las plantas de control en comparación con las plantas cultivadas en diferentes cultivos de cobertura (498 y 542 unidades SPAD). Las coberturas de plástico ocasionan un

crecimiento mayor de los cultivos (3.2-4.0 cm), en el peso de la raíz seca (12.2-50.1%), la actividad de fijación de nitrógeno (3.3-12.8%), el contenido de clorofila en la hoja (41-78%), más brotes de reproducción (63.3-94.1%) y empieza a florecer 9 días antes en un control con acolchado (Hu *et al.*, 1995) en el maní.

Las coberturas de plástico absorben la radiación incidente que se transmite fácilmente a la tierra en la superficie y el aire es relativamente inmóvil cerca de la superficie del suelo con una cobertura térmica de baja conductividad que aumenta la temperatura del suelo coherente (Cooper, 1973). Gupta y Acharya (1993), observaron aumento en la masa de las raíces al usar acolchado negro de polietileno atribuyéndose además el aumento de la temperatura del suelo y la absorción de nutrientes. Niu *et al.*, (2004) concluyeron que la mejora en la productividad se relaciona con el aumento del peso de la raíz seca en cultivos de cobertura y los sistemas de mayor arraigo lo que da como resultado una mayor capacidad para absorber agua y los nutrientes.

Por otra parte, el acolchado mejora el régimen del suelo hidrotérmico, el crecimiento vegetativo, adelanta la floración y producción de frutos de plantas de tomate en comparación con el suelo desnudo (Agele *et al.*, 2000). Kirnak y Demirtas (2006), indican que en las raíces y los retoños el peso seco de las plantas de pepino mejoraron significativamente con el uso del acolchado plástico. La relación del área foliar y la relación de peso de las hojas no fueron significativamente diferentes en el melón cultivado bajo cubierta plástica, pero sí en un 10-20% superiores a las del suelo desnudo (López, *et al.*, 2000).

El uso de las Coberturas de Plástico en la Producción de Hortalizas

Desde el comienzo de la civilización, el hombre ha desarrollado tecnologías para aumentar la eficiencia de la producción de alimentos. El uso del acolchado plástico en la producción de hortalizas comerciales es una de estas técnicas tradicionales que se han utilizado desde 1950. Es favorable sobre los suelos, el agua y con la planta, se crea mediante la colocación de acolchado sobre la superficie del suelo. El microclima que rodea la planta y el suelo se ve afectado significativamente por el acolchado por ejemplo: el

medio ambiente, la humedad, la erosión, la estructura física del suelo, la incidencia de plagas y las enfermedades, el crecimiento y el rendimiento del cultivo.

Con el fin de maximizar la eficiencia del uso del agua por la planta y para mejorar la calidad de la producción, el uso de acolchado se ha convertido en una práctica cultural importante en muchas regiones del mundo para la producción comercial de cultivos hortícolas. En Pakistán, el uso de cultivos con cobertura inorgánica es una técnica nueva y las áreas de cultivo bajo acolchado plástico está creciendo lentamente año tras año. El tipo de material para el acolchado no está plenamente documentado. El uso de capas como cobertura con residuos de plantas y material sintético son una técnica bien establecida para aumentar la rentabilidad de muchos cultivos hortícolas (Giménez *et al.*, 2002). El acolchado crea un microambiente mediante la retención de la humedad del suelo y el cambio de las temperaturas de la zona de la raíz y la cantidad y la calidad de la luz reflejada de nuevo a los vegetales que alteran el crecimiento de las plantas y el desarrollo (Csizinszky *et al.*, 1995). El plástico usado en las coberturas afecta el microclima de las plantas mediante la modificación del equilibrio de la energía del suelo y la restricción de la evaporación del agua del suelo, afectando así el crecimiento de las plantas y su rendimiento (Tarara, 2000 y Voorhees *et al.*, 1981).

Factores que Influyen en el Rendimiento de Melón con Acolchado Plástico

En Oregón (Estados Unidos de América) se evaluaron tres formulaciones de plásticos fotodegradables opacos, dos formulaciones de plásticos transmisores de infrarrojo y se compararon con plásticos no degradables y con suelo desnudo en los cultivos de pimiento, tomate, sandía y melón. Los resultados mostraron que todas las películas incrementaron la media de la temperatura del suelo respecto al suelo desnudo, siendo las películas transmisoras de radiación infrarroja las que registraron la mayor temperatura (Hemphill y Clough, 1990).

Schales (1994), evaluó acolchados de polietileno negro, transparente, coextruido blanco/negro, verde de transmisión infrarroja y fotodegradables en un cultivo de melón, encontrando que con el acolchado de polietileno coextruido blanco/negro, con la superficie

negra en contacto con el suelo, se obtuvo el mayor rendimiento total. La mayor precocidad se obtuvo también con el acolchado coextruido blanco/negro y con el de polietileno verde de transmisión infrarroja, que superaron incluso al transparente.

Al evaluarse distintas etapas de desarrollo en el melón (*Cucumis melo L.*) con acolchado y sin acolchar (testigo), se encontró que la floración se adelantó en 11 días con respecto al testigo. En los resultados de este experimento se observó que el acolchado favorece significativamente el desarrollo, la precocidad y la producción del melón, además de mejorar la calidad del fruto, este último es porque el fruto no está en contacto directo con el suelo (Chávez, 1989).

Jasso *et al.* (1987), realizaron un experimento sobre un suelo en la Región Lagunera probando 5 frecuencias de riego (5, 10, 15, 20, y 25 días entre riegos) bajo condiciones de acolchado plástico y sin acolchado en el cultivo de melón cv. "Imperial 45", el plástico utilizado fue polietileno negro de 150 micras de espesor (600 galgas). En general, el desarrollo ontogénico se vio más afectado por la frecuencia de los riegos que por la condición del acolchado plástico. Aunque la tasa de crecimiento del área foliar fue similar entre las frecuencias de riego, bajo condiciones de acolchado plástico alcanzó valores más altos y el valor máximo se observó aproximadamente 20 días antes que sin el acolchado. Por otra parte, la dinámica de floración tanto femenina como masculina mostró valores más altos a medida que la frecuencia de riego fue mayor (cada 5 días) y con mayor anticipación con el acolchado plástico. La dinámica de fructificación presentó los valores máximos 30 días después de la floración femenina máxima con el acolchado, mientras que sin el acolchado este intervalo fue de solo 10 días. La fecha con mayor número de frutos fue la misma para ambas condiciones.

Martínez y Jasso (1987), condujeron una segunda parte del experimento anterior bajo las condiciones previamente descritas pero ahora para evaluar los efectos del acolchado y las frecuencias de riego sobre las características de calidad y rendimiento. Los frutos se separaron en cada corte en tres categorías: calidad de exportación, mercado nacional y rezaga. Las primeras cuatro frecuencias de riego distribuyeron su producción en

forma similar por cada nivel de calidad establecido: 55, 35 y 10 por ciento con acolchado y 45, 45 y 10 por ciento sin acolchado, la última frecuencia de riego redujo un 4 por ciento la rezaga, beneficiando la calidad de exportación. Con acolchado plástico y riego cada 20 días se obtuvieron 51 ton/ha, mientras que regando cada 5 días y sin acolchado el rendimiento fue de solo 26 ton/ha. El tratamiento que mostró mayor eficiencia en el uso del agua fue cuando el riego se hizo cada 25 días y con acolchado plástico, el cual produjo 12.3 ton/m³ de agua aplicada y un rendimiento total de 48 ton/ha con solo 4 riegos de auxilio, el porcentaje de producción en categorías fue el siguiente: 62.5, 33.3 y 4.17% para la exportación nacional y la rezaga respectivamente.

Izquierdo y Menéndez (1990), evaluaron el crecimiento, la calidad y la conservación en melón cv. "Honey Dew" usando acolchado con plástico transparente, plástico negro y paja de maíz, encontraron que todos los tratamientos incrementaron el rendimiento, la precocidad, la calidad y el vigor de la planta siendo el plástico transparente el mejor, ya que aumentó la producción en un 246% en comparación con el testigo que solo produjo 7.4 ton/ha, aumentó el número de frutos por planta hasta en un 154%, el peso medio del fruto en 0.31 kg (1.82 contra 1.51 kg/ fruto en el testigo) y el contenido de sólidos solubles totales en el mismo, acelerando su desarrollo. Además, el 80% de la producción total fue cosechada 30 días antes que el testigo y fue de mejor calidad a los 40 días después de estar almacenada a 20°C.

El acolchado plástico transparente tiene un efecto repelente contra vectores, pulgones, en *Lupinus angustifolius* (Jones, 1991), provocando un efecto de reflexión que ayuda en la reducción de la aparición de la enfermedad viral de los áfidos confusa en melón (Orozco-Santos *et al.*, 1995).

Factores que Influyen en el Rendimiento de la Sandía con Acolchado Plástico

El cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* T.) es una opción de producción que se tiene en la Región Lagunera con un clima apropiado para alcanzar rendimientos altos (Villa *et al.*, 2001), y que al regar por goteo en combinación con el acolchado plástico puede rendir hasta 56.5 toneladas/ha, para superar en 100% al tratamiento testigo (Cenobio *et al.*, 2004).

Andino y Motsenbockek (1997), al realizar una prueba de campo para evaluar el efecto de once colores diferentes de acolchado plástico en el rendimiento de sandía *Citrullus lanatus* en la cual se evaluó la influencia del color de acolchado en la temperatura del suelo a 5 cm de profundidad, temperatura del aire a una altura de 5 cm de la superficie y la presencia de insectos. Durante la estación de crecimiento el rango de temperaturas mínimas y máximas vario de 19.9 a 21.7°C y de 29.3 a 38.3°C para el suelo y el aire respectivamente la parcela de suelo desnudo presentó la temperatura del suelo más baja, mientras que la temperatura mínima más alta se presentó en el acolchado metalizado reflectivo. La temperatura del suelo más alta que las máximas se presentó en el suelo acolchado (IRT) mientras que la más baja que las mínimas se presentó en el suelo desnudo. El rango de temperatura máxima del aire oscila de 33.6 a 36.5°C, siendo el plástico coextruido blanco con negro el que presentó las temperaturas más bajas.

Soltani *et al.* (1995), al cultivar sandía con película plástica de color rojo, negro y uno autodegradable orgánico, en la estación experimental de Beltsville, Estados Unidos, obtuvieron que las mejores características productivas en cuanto a la calidad del fruto y el rendimiento se obtuvieron con el uso del polietileno negro. Por otra parte, Andino y Motsenbocker, (2004) reportaron una tasa relativa de crecimiento, el mayor índice de área foliar, el mayor rendimiento y precocidad a la cosecha.

Sin embargo, Ghawi y Battikhi, (1986) concluyeron que, con el acolchado blanco, la sandía produjo la mayor cantidad de fruta fresca (55.3 ton/ha), al evapotranspirar 44.3 cm en las condiciones ambientales de Jordania.

Farías-Larios y Orozoc-Santos (1997), encontraron mayor peso de la fruta (2.94 kg) y el rendimiento de 25.5 toneladas por hectárea en la sandía por la aplicación del acolchado plástico claro en comparación con un suelo desnudo. Sin embargo, no se observaron cambios en los sólidos solubles totales de las frutas de sandía por diferentes tipos de coberturas de plástico, pero el acolchado con plástico blanco tuvo mayor longitud de la fruta.

Bhella (1988), estudio la respuesta de sandía cultivar cv. "Charleston gray", bajo riego por goteo, acolchado del suelo y una combinación de ambos. Evaluó el crecimiento, el contenido de nutrientes en peciolo y el rendimiento total. Durante el crecimiento de la planta se presentaron diferencias significativas en el tratamiento de riego por goteo, la planta creció un 34% más que el testigo (suelo desnudo con riego por gravedad) mientras que el acolchado aumento el crecimiento un 66%. El contenido de los nutrientes en el peciolo no presentó variaciones entre los tratamientos. No se afectó el tamaño de los frutos con ninguno de los tratamientos. En la parcela de riego por goteo se obtuvo un 40% del total de la producción en la cosecha precoz y un 37% incremento el rendimiento total, mientras que con el acolchado se obtuvieron valores de 120 y 47% para estos mismos parámetros en relación al testigo. Usando riego por goteo combinado con el acolchado la producción precoz y el rendimiento total aumento en un 267% con relación al testigo.

Al estudiarse la respuesta de la sandía (*Citrullus lanatus* L.) cv Charleston gray con y sin riego por goteo y acolchado negro y sin acolchado en 2 años consecutivos. Se reportó que la longitud de tallo fue un 34% mayor en las plantas cultivadas con riego por goteo respecto a las irrigadas tradicionalmente y un 66% mayor en las plantas con acolchado en relación con las no acolchadas. Así mismo, los rendimientos totales y precoces fueron aproximadamente del 112 y el 267% superiores para las plantas cultivadas con acolchado el combinadas con riego por goteo que las cultivadas sin acolchado y sin riego por goteo.

Farías-Larios y Orozoc-Santos (1997), concluyeron que el acolchado de plástico transparente podría ser una herramienta práctica para reducir las poblaciones de insectos, la incidencia del virus y el aumento de la temperatura del suelo, la producción de sandía y la mejora de la calidad de la fruta. Los áfidos fueron menos graves al usar el acolchado de plástico transparente que en el suelo desnudo y el acolchado de plástico negro.

Factores que Influyen en el Rendimiento de la Calabacita al usar Acolchado Plástico

Aviña (1995), experimento con un plástico negro y teniendo como testigo un suelo sin acolchar, en el cultivo de calabacita, observó que el número de flores femeninas, al principio del desarrollo del cultivo es mayor en las plantas acolchadas 5.75 flores, en

comparación con el testigo, el cual presentó 1.22 femeninas por planta.

Aviña (1995), evaluó el efecto del acolchado y sin acolchado, en la expresión sexual de calabacita, y observó que el número de flores masculinas al inicio del desarrollo del cultivo fue de 4.9 flores masculinas cuando había acolchado y 2.33 flores masculinas en las que estaban sin acolchar, sin embargo cuando comienza el amarre de las calabacitas, el número de flores masculinas disminuye, pero sigue siendo mayor el número de flores masculinas, siendo de 2.15 en el suelo con acolchado y de 2 en el suelo sin acolchar, siendo esta diferencia no significativa.

De igual manera (Aviña, 1995), menciona que en la expresión sexual en el cultivo de la calabacita conforme se va desarrollando el cultivo, el número de flores macho disminuye ya que existen calabacitas amarradas, siendo de 2.33 a 2.1 flores, cuando hay acolchado y sin el acolchado respectivamente.

Angulo (1987), estableció un experimento usando acolchado de plástico negro y plateado para observar el efecto sobre el rendimiento e incidencia de virus en las plantas con calabacita cv. chefini. El ancho de camas fue de 1.5 m, la distancia entre plantas de 30 cm y fertilizó con la fórmula 200-200-100 aplicándola en dos bandas. Los resultados mostraron que la producción total de calabacita se incrementó un 31% al usar acolchado con plástico negro y un 52.5% al utilizar el acolchado con plástico plateado. La mayor incidencia de virosis ocurrió en la parcela no acolchada y la menor incidencia en el tratamiento donde se usó el acolchado con plástico plateado.

Illic (1986), realizando un ensayo con calabacita en la primavera de 1986, en la Estación Experimental de Kearney de la Universidad de California en Portier, con acolchado transparente y negro, obtuvo rendimientos totales por acre (2.5 acres por hectárea), en cajas de 28 libras aumentaron de un 31% y 15% respectivamente sobre el testigo. El acolchado transparente produjo un aumento en el rendimiento precoz del 2% sobre el acolchado negro y un 5% sobre el tratamiento sin acolchar.

En una investigación en donde se empleo el riego por goteo y el acolchado plástico en calabacita (*Cucurbita pepo L.*) cv Gray zucchini, se encontró una alta significancia en la producción en un 53% cuando se usó el riego por goteo y de un 35 al 49% debido al efecto del acolchado plástico negro.

La mosca blanca es una de las principales plagas en cucurbitáceas, que es un vector de virosis en el cultivo de calabacita (Bedford *et al.*, 1994). La mayor parte de la investigación se ha conducido para documentar el efecto del sistema de acolchado plástico reflectivo de la luz en la incidencia de plagas (Brown *et al.*, 1993; Csizinsky *et al.*, 1995). Sin embargo, su adopción se encuentra limitada por ser relativamente costoso, comparado con el acolchado plástico transparente o el acolchado plástico negro.

Ibarra-Jiménez y colaboradores (1994), realizaron un estudio para determinar la efectividad de las cubiertas flotantes en combinación con el uso de acolchado plástico en el control de mosca blanca y su efecto en el rendimiento de la calabacita. Se establecieron siete tratamientos en un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones: testigo (T); acolchado plástico negro (APN); acolchado plástico blanco (APB); acolchado coextruido negro sobre blanco (ACNB); acolchado coextruido blanco sobre negro (ACBN); cubierta kimberly farm sola (CKF); acolchado plástico negro más cubierta flotante kimberly farm (APN + CFKF); acolchado plástico negro más cubierta flotante vispore (APN + CFV).

Las cubiertas flotantes de poliéster, polipropileno y polietileno han sido diseñadas para flotar sobre la superficie y proteger plantas cucurbitáceas y solanáceas de los insectos (Natwick *et al.*, 1988; Conway *et al.*, 1989; Perring *et al.*, 1989). El acolchado con polietileno en combinación con cubiertas flotantes es un método prometedor para la exclusión de insectos, la reducción de las enfermedades virosas e incrementos en el rendimiento de las cucurbitáceas (Hempill y Mansour, 1986; Adams *et al.*, 1990; Webbs y Linda, 1992; Natwick y Laemmlen, 1993). Sin embargo, en el cultivo de la calabacita, ha mostrado falta de consistencia en cuanto al incremento en el rendimiento (Webb y Linda, 1992; Ibarra y Flores, 1997).

Los tratamientos donde se aplicó acolchado más cubierta flotante (APN + CFKF y APN + CFV) registraron rendimientos superiores que con la cubierta flotante sola, el testigo registró el menor rendimiento con 21.4 ton/ha. En cambio la menor incidencia de mosca blanca durante el periodo de protección se registró en los tratamientos con cubierta flotante. El sistema de producción con acolchado plástico está basado en la modificación de la temperatura del suelo y los regímenes de humedad, control de malezas y posiblemente alterar las propiedades de la luz solar en el entorno de la planta. El acolchado plástico afecta en principio el microclima en torno a la planta modificando la radiación de la superficie del suelo y suprimiendo la pérdida por evaporación del agua (Ham *et al.*, 1993). Esos factores microclimáticos afectan fuertemente la temperatura y la humedad del suelo en la zona radical, la cual puede influir en el desarrollo y la productividad.

Las películas blancas, unicapa y coextruida y la película negra fueron las que registraron el mayor rendimiento ($P \leq 0.05$). Solamente la película unicapa (APB) superó ligeramente en magnitud a la película negra. La película negra refleja el 3% de la luz de longitud de onda corta, mientras que la blanca refleja un 48 % (Ham *et al.*, 1993).

Las películas color aluminio reflejan 39% de la radiación solar, cuyo valor es más similar al de la película blanca que la de color negro. En estudios previos (Czisinsky *et al.*, 1995 y 1997) encontraron mayor rendimiento con el acolchado color aluminio que con el acolchado convencional negro. Una mayor repelencia a los insectos se reporta por otros investigadores con películas plásticas de mayor reflexión a la luz (Greenough *et al.*, 1990).

Se tuvo un menor número de días al inicio de la cosecha en los tratamientos de APN y APB con respecto al resto de los tratamientos con un tiempo de 48 días, seguidos por los tratamientos ACNB y ACBN con 52 días, éstos a su vez fueron estadísticamente similares a los tratamientos CFKF y APN + CFKF con 53.0 y 53.5 días, el testigo y el tratamiento APN + CFV registraron el valor más alto con 55.7 (Cuadro 1).

En cuanto a cobertura los tratamientos acolchados registraron en promedio 0.95 m² por planta, los tratamientos de cubierta registraron un valor promedio similar con 0.92 m²,

el testigo en cambio solamente promedió 0.75 m² y fue estadísticamente inferior a los tratamientos de acolchado sólo o al acolchado en combinación con cubierta flotante. El promedio de cobertura por planta para los tratamientos de acolchado fue de 2.0 m², el testigo promedió 1.8 m² por planta.

Cuadro 1. Medias por tratamiento de algunas variables que caracterizan la apariencia de la planta de calabacita y el número de moscas blancas durante y después del periodo de cubierta flotante.

Tratamiento	Altura de planta (m)	Días a inicio de cosecha	Cobertura por planta (m ²)	Rendimiento de fruto (t·ha ⁻¹)	Número de moscas blancas ^z por tratamiento durante el periodo de cubierta	Número de moscas blancas ^z por tratamiento después del periodo de cubierta
Testigo	0.75 c ^z	55.7 a	1.8 d	21.4 d	7.5 b	20.7 a
APB	0.95 abc	48.0 c	2.0 bc	35.4 a	17.5 a	14.2 b
APN	0.87 bc	48.0 c	1.9 cd	35.2 a	4.0 c	5.5 f
ACNB	0.89 bc	52.0 b	2.1 ab	25.7 cd	4.2 c	5.7 f
ACBN	1.10 a	52.0 b	2.1 ab	31.1 ab	7.5 b	7.6 e
CFKF	0.86 c	53.0 b	1.9 cd	22.6 d	0.7 d	8.5 d
APN + CFKF	0.84 c	53.5 b	2.2 a	25.1 cd	0.7 d	8.5 d
APN + CFV	1.07 ab	55.7 a	1.9 cd	27.7 bc	0.0 e	9.2 c
DMS (P≤0.05)	0.2	1.7	0.1	5.0	0.57	0.6

^z Incluye principalmente *Trialeurodes* spp., *Bemisia* spp.

y Valores con la misma literal dentro de columnas son iguales de acuerdo con la prueba DMS a una P≤0.05.

APB: Acolchado plástico blanco; APN: Acolchado plástico negro; ACNB: Acolchado coextruido negro sobre blanco; ACBN: Acolchado coextruido blanco sobre negro; CFKF: Cubierta flotante “kimberly farm”; APN + CFKF: Acolchado plástico negro más cubierta flotante “kimberly farm”; APN + CFV: Acolchado plástico negro más cubierta flotante “vispore”.

El acolchado puede contribuir a un alto rendimiento de calabacita, reduciendo la cantidad de insecticidas en función del color de la película de acolchado y la ayuda de la cubierta flotante. Dependiendo de las necesidades hortícolas se puede elegir la técnica de producción que pueda ayudar en las prácticas culturales en la producción del cultivo.

Factores que Influyen en el Rendimiento de Pepino con Acolchado Plástico

Linares *et al.* (1992), estudiaron el efecto del acolchado en la movilización de los nutrimentos en el cultivo de pepino. Los resultados fueron que el acolchado incremento la disponibilidad de nitrógeno, calcio y magnesio aprovechable, a excepción del potasio que en su mayoría se vio reducido. La eficiencia en el uso de los fertilizantes se vio afectada por el uso de acolchado, registrando un incremento del 8.3 y 10.0%; 10.5 y 15.3% para nitrógeno y calcio en los acolchados con polietileno transparente y negro respectivamente en comparación con el testigo (no acolchado).

Quezada *et al.* (1991), reportaron que en un estudio de pepino (*Cucumis sativus L.*) donde los tratamientos fueron 4 variedades de pepino, 2 de tipo pickle 1) Triple crown 2) Price Hy y 2 de tipo corto 3) Sprint 440 y 4) Raider. Todos los tratamientos se establecieron con acolchado de suelo, riego por goteo, usando plástico negro-opaco de 35 micras (cal 140) y utilizando una fertilización de 500-300-700-150-350 de N-P-K-Ca-Mg respectivamente. Encontraron que los rendimientos fueron altos en las 4 variedades y no hubo diferencia significativa entre los tratamientos. Sin embargo, en las variedades de tipo pickle, la Triple crown superó en 10 toneladas a la Prince Hy y en las variedades de tipo corto la Sprint 440 (s) se comporto mejor que la Raider, superándola con 13 toneladas. En relación con la altura de la planta, el diámetro de tallo y el número de hojas no mostraron diferencia significativa entre las variedades del mismo tipo.

Ramírez (1991), menciona que en los meses más fríos (noviembre y enero) en Sinaloa, el plástico transparente y el negro elevan la temperatura, principalmente el negro, lo cual adelanta la germinación y la cosecha entre 7 y 15 días, principalmente en los cultivos de cucurbitáceas como pepino, melón, sandía y calabacita.

Díaz (1999), menciona que al evaluar tres híbridos de pepino (Conquistador, Cortez y Sprint 440), bajo acolchado plástico y fertirrigación durante el ciclo Otoño- Invierno, encontró que el Sprint 440 fue muy superior en cuanto al rendimiento, en comparación con los demás tratamientos, al igual que para la variable el número de frutos por planta, no siendo así para las variables diámetro de tallo, diámetro de fruto, longitud de frutos en las

cuales no mostro un buen comportamiento, el asume que esto pudo haber sido por las condiciones poco adecuadas para un buen desarrollo del mismo.

ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO

El estado actual del conocimiento de la investigación realizada sobre el tópico “Factores que influyen sobre el rendimiento de las cucurbitáceas (melón, sandía, calabacita y pepino) con acolchado plástico”, se presentan en seguida trabajos más recientes.

Cultivo de Melón

Padilla-Esqueda y colaboradores (2006), evaluaron el efecto de los biofertilizantes en el cultivo del melón (*Cucumis melo var. reticulatus* cv. Ovación) con acolchado de polietileno color negro. El trabajo se hizo en campo en La Costa de Hermosillo, Sonora, durante el año 2000. Se evaluaron cuatro tratamientos, tres biofertilizantes comerciales Z-Plex, Soil-Plex, Maya-Magic y el testigo negativo, asignados en bloques al azar con tres repeticiones. Se analizó el efecto de los tratamientos sobre los hongos filamentosos y micorrízicos asociados al cultivo, los factores químicos del suelo, el rendimiento y la calidad del producto. La Costa de Hermosillo, Sonora, representa una importante zona productora de melón con más de diez variedades, cultivadas en aproximadamente 1300 ha con un rendimiento de 19.6 ton/ha entre 1991 y 2002. El uso excesivo de agua y la intrusión salina hacia los mantos acuíferos, en menos de tres décadas provocaron el abandono de 80 000 ha en los campos de esta área (Castellanos *et al.*, 2005). Los valores iniciales de pH, calcio, nitratos y fosfatos no cambiaron significativamente al final del ciclo de cultivo en ninguno de los tratamientos incluido el testigo final (Cuadro 2). Las determinaciones de sodio, potasio y el porcentaje de humus fluctuaron significativamente en la cosecha, aunque las cantidades fueron estadísticamente iguales entre los tratamientos y el testigo final. En las variables restantes se observó un comportamiento similar al Na y el K, a excepción de la conductividad eléctrica (CE).

La aplicación de biofertilizantes no afectó significativamente los factores químicos del suelo, las UFC (Unidades Formadoras de Colonias) de hongos filamentosos de la rizósfera, rendimiento y calidad del melón cultivar “Ovación” acolchado.

Cuadro 2. Análisis químico del suelo acolchado con polietileno negro tratado con biofertilizantes en el cultivo del melón.

Variable	Siembra		Cosecha		
	Testigo	Testigo	Z-Plex	Soil-Plex	Maya-Magic
pH	8.2 ns	8.1	8.0	8.0	8.2
CE (dS m ⁻¹) ⁺	1.0 a	1.9 b	1.9 b	1.4 a	1.7 b
Ca (cmol kg ⁻¹)	1.2 ns	1.4	1.4	1.4	1.2
Ca+Mg (mg L ⁻¹)	134 a	202 b	214 b	170 ab	176 ab
Na (mg L ⁻¹)	174 a	303 b	276 b	265 b	201 b
RAS ⁺⁺	4.3 a	7.4 b	6.6 b	5.4 ab	7.0 b
PSI ⁺⁺⁺	4.8 a	8.8 b	7.8 b	6.2 ab	8.3 b
NO ₃ ⁻ (mg kg ⁻¹)	3.4 ns	3.4	3.7	2.5	3.4
PO ₄ ⁻³ (mg kg ⁻¹)	40 ns	62	67	57	54
K (cmol kg ⁻¹)	3.1 a	4.6 b	6.0 b	5.6 b	5.6 b
Humus (%)	0.6 a	0.4 b	0.5 b	0.5 b	0.4 b

Medias en una misma fila con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05); ns = no significativo: ⁺Conductividad eléctrica; ⁺⁺Relación de absorción de sodio; ⁺⁺⁺Porcentaje de sodio intercambiable.

Espinoza-Ríos, *et, al* (2003), evaluaron diferentes variedades e híbridos de melón, con diferentes fechas de siembra y bajo diferentes sistemas de producción (con y sin acolchados). También utilizaron costos de producción y de precios promedio semanales durante la temporada de cosecha.

En el caso de las hortalizas la Comarca Lagunera presenta condiciones adecuadas para la producción de melón, sandía, tomate y chile verde. Dentro de estos cultivos el melón es el que destaca con la mayor superficie y producción. Por otro lado la Comarca Lagunera se constituye como la principal zona melonera del país, gozando además de gran prestigio por la alta calidad del melón ahí producido. Ahí se ha utilizado más el acolchado color negro, el uso de estos les ha dado numerosas ventajas a los productores. alguna de ellas es la inducción de la precocidad ya que les ha permitido adelantar las cosechas de 7 a 14 días, dependiendo de las condiciones del clima (McCraw y Motes, 2000); reducción de las malas hierbas; disminución en la pérdida de humedad del suelo; reducción de las malas hierbas y mejoramiento de la calidad del producto ya que evita el contacto directo del fruto

con el suelo húmedo (Cuéllar *et al.*, 1997).

Se hace una comparación económica entre el sistema con acolchado plástico y el suelo desnudo llamado aquí “tradicional”, cuando se usa el acolchado se maneja la fecha de siembra el 1 de febrero y en el tradicional el 17 de febrero. Al usar acolchado se puede sembrar primero debido a que el calor del suelo, ayuda a proteger a la plántula. Al compararse los rendimientos totales, se observa que casi no hay diferencias 38.5 toneladas por hectárea. Sin embargo en el acolchado plástico la cosecha se inicia a partir de la segunda semana de mayo mientras que en el sistema tradicional se inicia 3 semanas después.

Para cuando inicia la cosecha en el sistema tradicional, con acolchado ya se ha cosechado el 75% de la producción, logrando vender esa proporción de la cosecha a los mejores precios de la temporada. En el aspecto económico con acolchados se logran utilidades mayores que en el sistema tradicional en más del 100%, no obstante que el sistema es más costoso. En esta comparación entre sistemas sólo se está considerando la precocidad o adelanto en la cosecha pues si consideramos otras ventajas como el ahorro de agua y la mejor calidad de la fruta, la balanza se inclinaría aún más a favor de los acolchados de ahí que entre el 70% y el 80% de los productores estén ya utilizando acolchados plásticos

En el caso del cambio del sistema tradicional (suelo desnudo) al sistema con acolchados plásticos, destaca como factor fundamental el adelanto de la cosecha de 2 a 3 semanas, lo cual le permite al productor, no obstante su mayor costo, incrementar sus utilidades en más del 100%.

Cuadro 3. Comparación Económica entre los sistemas de Producción con y sin Acolchado en la Producción de Melón en la Comarca Lagunera.

		Cosecha Semanal (ton)								
		Mayo			Junio				Julio	
Sistema	Fecha de Siembra	2 ^A	3 ^A	4 ^A	1 ^A	2 ^A	3 ^A	4 ^A	1 ^A	Rendimiento (Ton)
Acolchado (1)	1 de Febrero	4.00	6.00	20.00	6.00	4.00				40.00
Tradicional (2)	17 de Febrero				15.29	11.12	4.86	3.47	3.61	38.35
Ingresos con acolchado		16.000	22.500	52.000	7.500	3.600				101.600
Ingresos sistema Tradicional					19.112	10.008	6.415	6.246	7.220	49.001
Costos con acolchado										25.000
Costo sistema Tradicional										20.000
Utilidad con acolchado										76.600
Utilidad sistema Tradicional										29.001
Util/costos acol.										3.06
Util/costos sistema Trad.										1.45

Rendimiento del híbrido Crusier bajo el sistema de acolchado estimado mediante encuestas con los productores. Precio correspondiente a la temporada de cosecha del ciclo primavera-verano 2001.

Cultivo de Sandía

Ibarra *et al.* (2001), concluyeron que las plantas de sandía cultivadas bajo plástico negro y cubierta flotante mostraron mayor cantidad de planta en la biomasa, el área foliar

específica, la tasa de crecimiento relativo y la tasa de asimilación neta que las plantas con suelo desnudo. Del mismo modo el momento de la antesis (aparición de las flores perfectas) fue de 45 y 55 días después de la siembra para el acolchado plástico negro y las plantas de control, respectivamente. El número de hojas por planta o en peso seco por planta explica mejor los cambios en el rendimiento de sandía que la tasa de fotosíntesis neta (Ibarra-Jiménez *et al.*, 2005). Del mismo modo la altura de la planta, el número y la longitud en las raíces principales, el peso fresco y el seco de las raíces, así como el número de flores fueron significativamente mayor en las plantas cultivadas en abono, en comparación con el suelo desnudo (Hasan *et al.*, 2005).

Mendoza (2005), determino la producción, la eficiencia en el uso del agua y la precocidad en la cosecha del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* T.) regado con cintilla en tres tipos de establecimiento: siembra directa, trasplante a dos hojas verdaderas y trasplante a inicio de guías, con acolchado plástico negro y sin acolchado (testigo) y dos niveles de fertilización.

Cuadro 4. Tratamientos estudiados en sandía. Gómez Palacio, Dgo., 2002

Tipo de establecimiento	Variantes	Niveles de fertilización (N-P₂O₅-K₂O)
Siembra directa	Acolchado	160-80-00
Siembra directa	Sin acolchar	160-80-00
Siembra directa	Acolchado	240-120-00
Siembra directa	Sin acolchar	240-120-00
Trasplante a 2 hojas verdaderas	Acolchado	160-80-00
Trasplante a 2 hojas verdaderas	Sin acolchar	160-80-00
Trasplante a 2 hojas verdaderas	Acolchado	240-120-00
Trasplante a 2 hojas verdaderas	Sin acolchar	240-120-00
Trasplante a inicio de guías	Acolchado	160-80-00
Trasplante a inicio de guías	Sin acolchar	160-80-00
Trasplante a inicio de guías	Acolchado	240-120-00
Trasplante a inicio de guías	Sin acolchar	240-120-00

Los tres factores evaluados, el tipo de establecimiento, el acolchado y los niveles de fertilización, causaron efectos significativos, así como las interacciones según el tipo de establecimiento por el acolchado, tipo de establecimiento por fertilización y acolchado por fertilización. La triple interacción (tipo de establecimiento por acolchado por fertilización) no produjo diferencias significativas en estas dos variables. En los tres tipos de establecimiento (siembra directa, trasplante a dos hojas verdaderas y trasplante a inicio de guías) el acolchado indujo un adelanto en la cosecha de 14, 7 y 5 días respectivamente, respecto a los tratamientos sin acolchar (Cuadro 5).

Cuadro 5. Días a la cosecha de sandía con riego por cintilla, en tres tipos de siembra, dos niveles de fertilización y dos niveles de acolchado plástico.

Tratamiento	Días a Inicio de Cosecha	Precocidad por acolchado (días)
Siembra directa, con acolchado y 160N-80P	90	14
Siembra directa, sin acolchado y 160N-80P	104	
Siembra directa, con acolchado y 240N-120P	90	14
Siembra directa, sin acolchado y 240N-120P	104	
Trasplante a dos hojas verdaderas, con acolchado y 160N-80P	80	7
Trasplante a dos hojas verdaderas, sin acolchado y 160N-80P	87	
Trasplante a dos hojas verdaderas, con acolchado y 240N-120P	80	7
Trasplante a dos hojas verdaderas, sin acolchado y 240N-120P	87	
Trasplante a inicio de guías, con acolchado y 160N-80P	71	5
Trasplante a inicio de guías, sin acolchado y 160N-80P	76	
Trasplante a inicio de guías, con acolchado y 240N-120P	71	5
Trasplante a inicio de guías, sin acolchado y 240N-120P	76	

En la siembra directa, las diferencias entre los niveles de acolchado fueron mínimas, pero con trasplante a dos hojas verdaderas hubo mayor acumulación de materia seca en los tratamientos acolchados.

Se encontró que los tratamientos con acolchado los dos tipos de trasplante resultaron estadísticamente iguales entre sí y superiores a la siembra directa, con incrementos promedio del 53.3 y el 64.6% para producción de fruta y eficiencia del agua, respectivamente (Figura 2A y 3A).

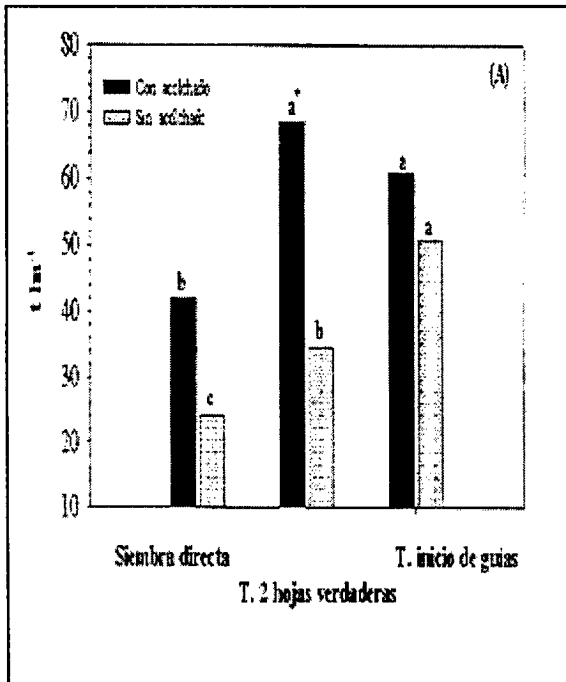


Figura 2. Rendimiento de la fruta en diversas (A) Tipo de establecimiento y acolchado.

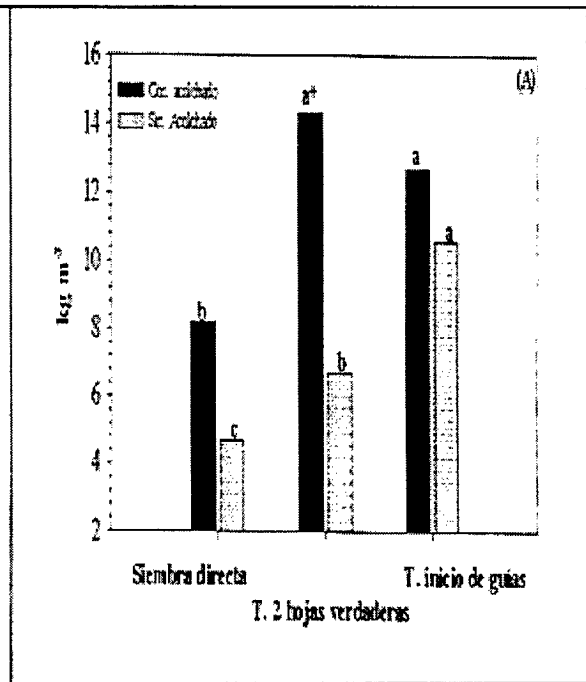


Figura 3. Eficiencia en el uso del agua en funciones: (A) Tipo de establecimiento y acolchado.

Estos resultados se atribuyeron a una mayor disponibilidad de los nutrientes por el incremento de la temperatura del suelo (Figura 4) en los tratamientos con acolchados (Andino y Motsenbocker, 2004), lo cual a la vez indujo una mayor producción de materia seca en la planta (Figura 4).

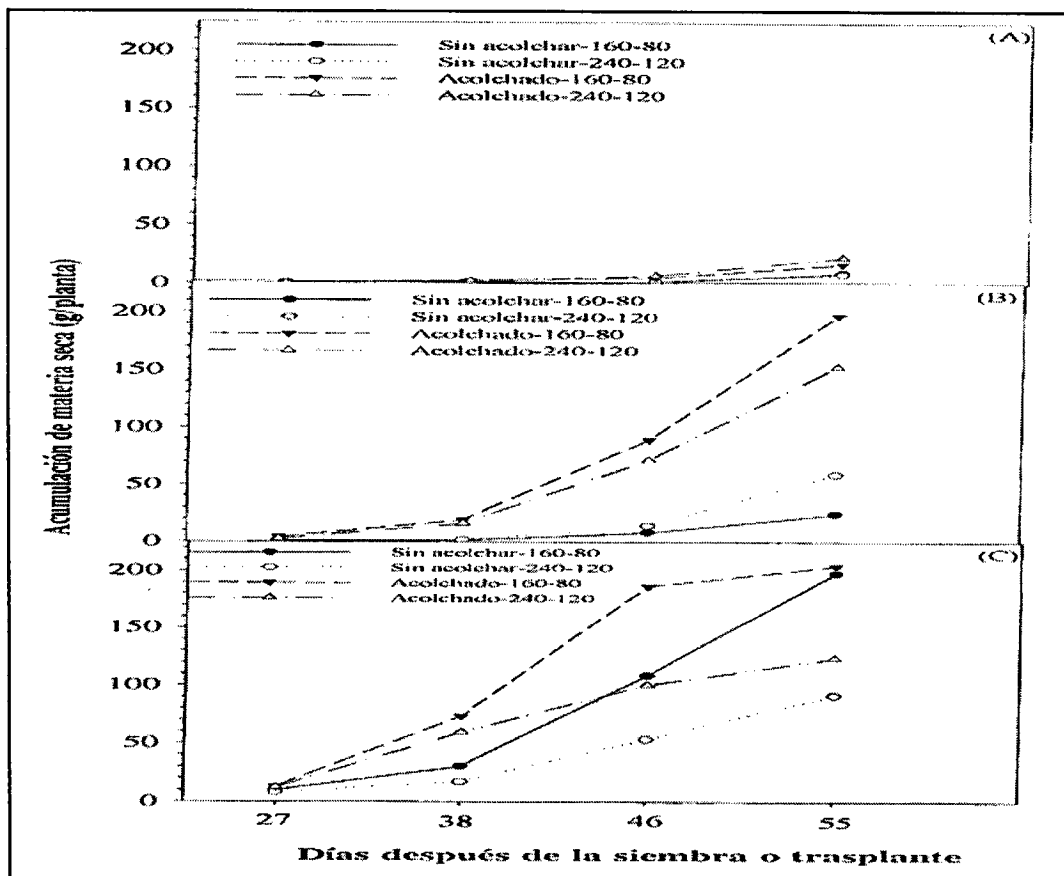


Figura 4. Producción de materia seca de sandía para los tres tipos de establecimiento: (A) Siembra directa, (B) Trasplante a dos hojas verdaderas, y (C) Trasplante a inicio de guías.

Las temperaturas máximas y mínimas diarias registradas a una profundidad de 15 cm en el suelo registraron incrementos considerables en los acolchados; la temperatura máxima se incrementó de 1.26 a 7.59°C (Figura 5). Ello indica que la cobertura plástica incrementó la temperatura del suelo, calentamiento que pudo haber causado aceleración del crecimiento del cultivo, mayor disponibilidad de nutrientes, incremento de la producción, mayor eficiencia en el uso del agua y adelanto del inicio de la cosecha, como lo reportan Clark *et al.*(1996).

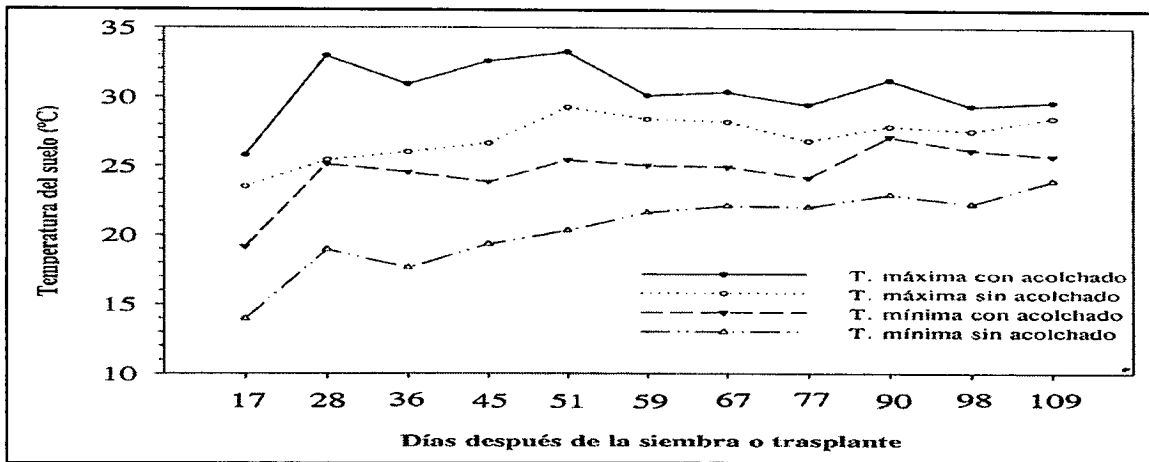


Figura 5. Temperaturas máximas y mínimas diarias promedio registradas a 15cm de profundidad en el suelo, en sandía, Gómez Palacio, Dgo.

El establecimiento de la sandía con acolchado y trasplante a inicio de guías permitió adelantar la cosecha 12 y 19 días con respecto al trasplante a dos hojas verdaderas y siembra directa con acolchado, respectivamente. El acolchado combinado con trasplante a inicio de guías adelantó en 33 días la cosecha, en relación con la siembra directa sin acolchar. Las ganancias en el rendimiento, en la eficiencia en el uso del agua y en la precocidad a la cosecha logrados en sandía, se atribuye a los incrementos de la temperatura del suelo generados por el acolchado plástico y al establecimiento del cultivo mediante trasplante.

Cenobio-Mendoza y colaboradores (2006), realizaron un estudio con sandía (*Citrullus lanatus T.*) enfocado al uso de seis acolchados plástico de colores (verde, azul, naranja, negro, café y sin acolchar) y riego por goteo, modalidad cintilla con el fin de buscar mayor producción y precocidad del fruto, además de mayor eficiencia en el uso del agua. El experimento consistió de dos niveles de aplicación de agua (L1 y L2) y seis colores de acolchado plástico: verde (V), azul (A), naranja (J), negro (N), blanco (B) y café (C) con un tratamiento adicional sin acolchar por nivel (SA). El criterio de riego para la primera etapa fue reponer 20 y 30% de la evaporación diaria tomada de un tanque tipo "A". Esta lámina de riego se aplicó en la primera etapa de este trabajo (de trasplante a inicio de fructificación), la siguiente etapa fue de fructificación a cosecha, cuando el riego se aplicó reponiendo 55 y 60% de la evaporación diaria. Los tratamientos se colocaron de forma aleatoria de acuerdo con un diseño experimental de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas y tres repeticiones (Cuadro 6).

Cuadro 6. Tratamientos establecidos en forma aleatoria en el lote experimental.

Tratamiento	Identificación	% de EV hasta inicio de fructificación [†]	% de EV a partir de fructificación a cosecha	Color del plástico
1	L1V	20	55	Verde
2	L1A	20	55	Azul
3	L1J	20	55	Naranja
4	L1N	20	55	Negro
5	L1B	20	55	Blanco
6	L1C	20	55	Café
7	L1SA	20	55	Sin acolchar
8	L2V	30	60	Verde
9	L2A	30	60	Azul
10	L2J	30	60	Naranja
11	L2N	30	60	Negro
12	L2B	30	60	Blanco
13	L2C	30	60	Café
14	L2SA	30	60	Sin acolchar

EV=nivel de evaporación para la aplicación de los riegos.

El Cuadro 7 muestra el comportamiento de la producción de fruto fresco y la eficiencia de uso del agua en la sandía. La tendencia general indica que el rendimiento y la eficiencia de uso del agua promedio más altos, de 46.1 ton/ha y 12.8 kg/m³, respectivamente, se obtuvieron en los tratamientos acolchados, en comparación con 26.7 ton/ha y 7.4 kg/m³, respectivamente, generados en los tratamientos sin acolchar.

Cuadro 7. Rendimiento de fruta, productividad del agua y láminas de riego aplicadas a la sandía.

Tratamiento [†]	Rendimiento de fruta t ha ⁻¹	Productividad del agua kg m ⁻³	Lámina de agua cm
L1V	40.30	12.35	32.63
L1A	41.20	12.62	32.63
L1J	40.60	12.44	32.63
L1N	41.20	12.62	32.63
L1B	37.40	11.46	32.63
L1C	37.00	11.33	32.63
L1SA	22.60	6.92	39.04
L2V	48.80	12.50	39.04
L2A	56.50	14.47	39.04
L2J	49.20	12.60	39.04
L2N	56.40	14.46	39.04
L2B	51.40	13.16	39.04
L2C	53.20	13.62	39.04
L2SA	30.81	7.89	39.04

LI = 20% de riego, L2 = 30% de riego; color plástico: V = verde, A = azul, J = naranja, N = negro, B = blanco, C = café, SA = sin acolchar

El contenido de humedad propiciado por la aplicación de la lámina más alta (Cuadro 7) a las profundidades referidas fue favorable para una mejor producción de la sandía (Clark *et al.*, 1996).

Con base en los resultados del análisis de varianza (Cuadro 8), se observaron diferencias significativas para el factor láminas de riego.

Cuadro 8. Cuadros medios del análisis de varianza para el rendimiento y la productividad del agua.

F.V.	G.L.	Rendimiento	Productividad del agua
		t ha ⁻¹	kg m ⁻³
Repeticiones	2	91.13	7.14
Nivel de riego	1	1591.00*	17.21
Error (A)	2	29.24	2.28
Tipo de acolchado	6	345.05**	26.62**
Nivel de riego x tipo de acolchado	6	20.27	1.12
Error (B)	24	10.85	0.87
CV		7.6	7.75

*, ** Significativo y altamente significativo a la probabilidad de 0.05 y 0.01, respectivamente.

El análisis de varianza para el rendimiento de la fruta mostró diferencias significativas para el factor tipo de acolchado. Sin embargo, el resultado del análisis de comparación de medias (Cuadro 8) indicó que los colores del acolchado plástico fueron estadísticamente iguales entre sí y diferente a los tratamientos sin acolchado plástico. De acuerdo con el análisis de varianza y la comparación de medias para la productividad media del agua, para el factor tipo de acolchado los colores del acolchado fueron estadísticamente iguales entre sí, con una productividad media de 12.8 kg/m³, pero estadísticamente superiores a la eficiencia del uso del agua media de 7.4 kg/m³ del tratamientos sin acolchar (Cuadro 9). Sin embargo, no se encontró significancia para el factor riego ni para la interacción de los factores referidos.

Cuadro 9. Rendimiento y eficiencia de uso del agua para sandía con riego por goteo y acolchado.

Tipo de acolchado	Rendimiento	Eficiencia del agua
	t ha ⁻¹	kg m ⁻³
Azul	48.84 a [†]	13.5 a
Negro	48.81 a	13.5 a
Café	45.05 a	12.5 a
Naranja	44.88 a	12.5 a
Verde	44.55 a	12.4 a
Blanco	44.40 a	12.3 a
Sin plástico	26.70 b	7.4 b

† Valores con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05).

Los tratamientos sin acolchado plástico presentaron las temperaturas máximas más bajas para los dos niveles de riego ensayados. Los tratamientos con acolchados presentaron, para los dos niveles de riego, las más altas temperaturas máximas. En forma similar, los tratamientos con acolchado referidos presentaron las más altas temperaturas mínimas promedio del suelo durante el desarrollo del experimento. En cambio, los tratamientos sin acolchar tuvieron las más bajas temperaturas mínimas (Figura 6). Como una consecuencia de lo anterior, los tratamientos acolchados alcanzaron los más altos rendimientos de fruta y las más altas eficiencias en el uso del agua.

Es importante agregar que se encontraron intervalos de variación de la temperatura máxima en los tratamientos con acolchados respecto a los tratamientos sin acolchar, desde 4.4 a 11.5°C, para la lámina de 32.6 cm de agua y de 3.6 a 9°C para la lámina de 39.0 cm. Esto concuerda con estudios anteriores en los que se encontró que las películas transparentes y opacas de color oscuro aumentan la temperatura de 2 a 6°C a una profundidad de 5 a 10 cm (Srinivas *et al.*, 1989).

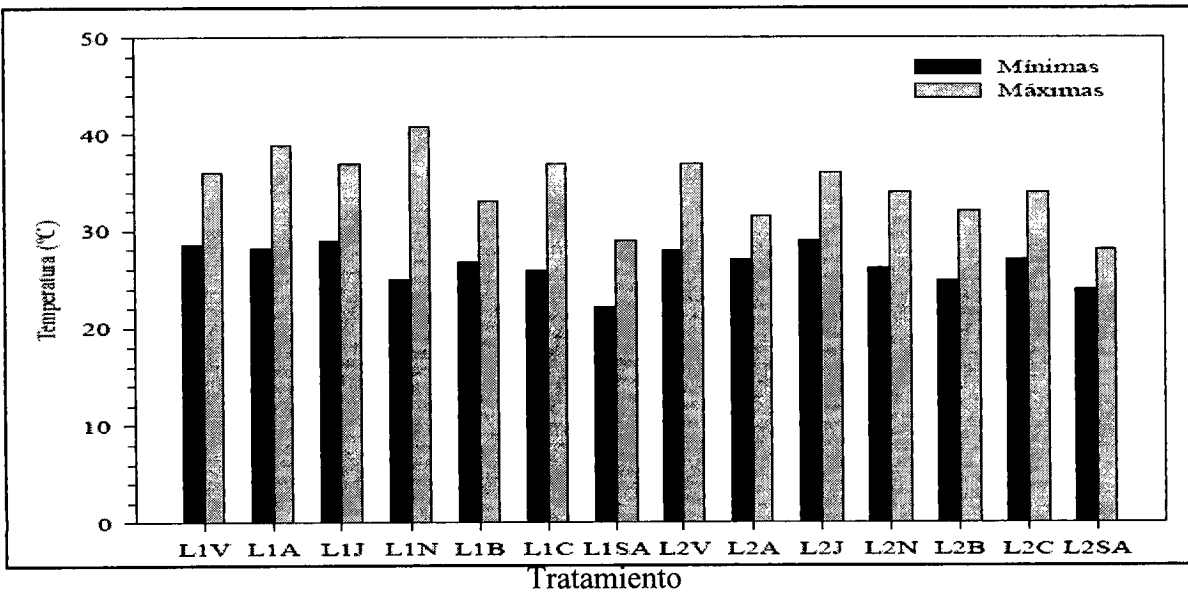


Figura 6. Comportamiento de las temperaturas máximas y mínimas del suelo. L1 = 20% de riego, L2 = 30% de riego; color plástico: V = verde, A = azul, J = naranja, N = negro, B = blanco, C = café, SA = sin acolchar.

Por lo tanto, las temperaturas máximas y mínimas durante el ciclo vegetativo fueron más elevadas en los tratamientos con acolchado plástico respecto al tratamiento sin

acolchar, lo que significó un mayor rendimiento del fruto y una mayor eficiencia productiva del agua. En lo referente a la precocidad de la sandía, los resultados muestran un adelanto de la cosecha de nueve días, en los tratamientos con acolchados negro, café, blanco y naranja, y de 11 días en los acolchados azul y verde, respecto a los tratamientos sin acolchar.

Los incrementos de temperatura en el suelo, influyen en un desarrollo más rápido del cultivo, en el aumento de la producción, en el aprovechamiento más eficiente del agua, así como en el adelanto de la cosecha (9 a 11 días) de los tratamientos con acolchados plásticos respecto a los tratamientos sin acolchar.

Cultivo de Calabacita

Magnani-Graifenberg y colaboradores (2003), realizaron un ensayo con una película color negro, una película de color amarillo y una película de aluminio contra un testigo (sin acolchar). Este trabajo se llevó a cabo, con el fin de comprobar el efectos de las películas de plástico anti-insecto en la infestación de insectos y la producción de calabacita (*Cucurbita pepo L.*) cultivados en campo abierto durante el verano. El acolchado amarillo y plata, materiales de plástico de doble cara, parecieron afectar la temperatura del suelo y disminuir las poblaciones de insectos y plagas, sin que existiera diferencia en el ciclo de cultivo, en comparación con la película de color negro. El mejor resultado frente a los virus transmitidos por áfidos se obtuvo con la película de aluminio recubierto, aunque la película de color amarillo fue capaz de disminuir la población *Aleyrodidae*. Las dos técnicas de cultivo (acolchado y sin acolchar) mostraron diferencias significativas en el crecimiento vegetal.

Cultivo de Pepino

Hallidri (2001), menciona que la altura de las plantas y el número de hojas fueron mayores al usar el acolchado de polietileno negro y el transparente en comparación con el testigo (suelo desnudo), mientras que no se observaron diferencias significativas en el caso de diámetro del tallo en el pepino. Sin embargo, las plantas de pepino cultivadas en abono y con polietileno transparente dio el mayor número de frutos por planta y el mayor

rendimiento. El total de las plantas y de las hojas de peso fresco en las parcelas con acolchado de plástico negro fue mayor cuando se comparan con el suelo desnudo (Palada *et al.*, 1999). Ellos concluyeron que las plantas de mayor crecimiento fueron las plantas tratadas con acolchado, lo que puede estar relacionado con el contenido de humedad del suelo, porque el peso de la planta seca se correlacionó positivamente con la temperatura del suelo y el contenido de la humedad.

Ibarra-Jiménez y de la Rosa (1999), realizaron dos experimentos para comparar la respuesta en las cubiertas de polipropileno y polietileno perforado sobre microtúneles en los cultivos de pimiento y pepino, cuyos resultados se compararon en su respuesta en el rendimiento en acolchado plástico, sin cubierta, y el testigo, sin acolchado ni cubierta. Los tratamientos resultantes fueron distribuidos en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Los tratamientos en el cultivo de pepino cv. Sprint 440, fueron: 1) testigo, método tradicional de cultivo; 2) acolchado con plástico negro, sin microtúnel (A); 3) acolchado más microtúnel con cubierta de polietileno perforado transparente (ACTM); 4) acolchado más microtúnel con cubierta de polietileno perforado blanco (ACBM); 5) acolchado más microtúnel con cubierta de polipropileno Agribón (ACA); 6) acolchado más microtúnel con cubierta de polipropileno Kimberly Farm (ACK). En el cultivo de pimiento cv. Júpiter los tratamientos de estudio fueron: 1) testigo, 2) acolchado plástico negro, sin microtúnel (A); 3) acolchado más microtúnel con cubierta de polietileno perforado blanco (ACBM); 4) acolchado más microtúnel con cubierta de polietileno perforado transparente (ACTM). En pimiento y pepino los tratamientos tuvieron un comportamiento diferente ($P \leq 0.05$) en cuanto al rendimiento temprano y rendimiento total.

En pepino el adelanto a floración fue significativamente diferente entre los tratamientos, sin embargo, el inicio de la cosecha fue significativamente igual en pepino y en pimiento (Cuadro 10). Un adelanto en las etapas de desarrollo no siempre es indicativo del uso de acolchado plástico solo o combinado con microtúnel. Para entender mejor el papel que juegan los acolchados y los microtúneles en sus distintas modalidades deberán considerarse otros indicadores de la precocidad, por ejemplo el rendimiento temprano.

El acolchado plástico en combinación con microtúnel, ha mostrado que puede incrementar el rendimiento total y la precocidad de varias especies hortícolas (Wells y Loy, 1985), porque mejora la distribución de la humedad en el suelo, incrementa la temperatura del aire y el suelo y provee protección contra las heladas (1 a 3°C) (Parker y Bird, 1979; Wells y Loy, 1985). Se ha reportado que las especies cucurbitáceas responden más favorablemente a los microtúneles que las especies solanáceas, sin embargo, esto no siempre ha sido cierto (Ibarra y Flores, 1997).

Cuadro 10. Efecto del acolchado y los diferentes tratamientos de cubierta con microtúneles en días a inicio de floración e inicio de la cosecha en los cultivo de pepino y pimiento.

Cultivo	Tratamiento	Días a inicio de floración	Días a Inicio de cosecha
Pepino	Testigo	39.5 ab ²	55.0
	A	39.8 ab	56.8
	ACMT	39.5 ab	56.8
	ACMB	38.3 b	55.0
	ACA	38.0 ab	55.0
	ACK	40.5 a	55.0
	DMS ($P \leq 0.05$)	2.20	NS
Pimiento	Testigo	ND	67.2
	A	ND	65.0
	ACMB	ND	65.0
	ACN	ND	69.0
	ACC	ND	65.0
	ACV	ND	65.0
	ACM T	ND	69.0
DMS ($P \leq 0.05$)	ND	NS	

² Valores con la misma literal dentro de cada columna son iguales entre sí de acuerdo a la prueba de diferencia mínima significativa $P \leq 0.05$. NS, ND, No significativa a una ($P \leq 0.05$) y no determinado, respectivamente. (ACK) Acolchado más microtúnel con cubierta de polipropileno Kimberly Farm; (ACMT) Acolchado más microtúnel con cubierta de polietileno perforado transparente; (ACA) Acolchado más microtúnel con cubierta de polipropileno Agribón; (ACMB) Acolchado más microtúnel con cubierta de polietileno perforado blanco; A: Acolchado; T: Testigo.

En pepino la mayor ganancia en rendimiento temprano se obtuvo con acolchado más una cubierta de polietileno blanca perforada (ACMB) y el acolchado más una cubierta de polipropileno Kimberly farm (ACK) con una ganancia sobre el testigo de 13.5 ton/ha (135%), el testigo registró un rendimiento temprano de 9.99 ton/ha. Los tratamientos ACMB y ACK en pepino aumentaron el rendimiento total en 10 ton/ha respecto al acolchado plástico sólo que registró un rendimiento de 114 ton/ha. En pimiento todos los

tratamientos superaron al testigo en rendimiento temprano y total. Sin embargo, el acolchado plástico, sin cubierta, fue el que registró el mayor rendimiento temprano y rendimiento total. La temperatura de suelo en túneles cubiertos con películas de polipropileno y polietileno perforado tuvieron un comportamiento similar.

El rendimiento de los dos cultivos difirió en respuesta al uso del acolchado y cubierta; las temperaturas de suelo registradas fueron benéficas en pepino, ya que los tratamientos con acolchado solo o con acolchado más microtúnel registraron mayor rendimiento que el testigo, sin acolchado ni cubierta. Asimismo en pepino el rendimiento total en los tratamientos con acolchado más microtúnel tendió a ser superior al conseguido con acolchado sólo.

ÁREAS DE OPORTUNIDAD

Actualmente se ha investigado y sentado las bases para una mayor comprensión del grado de afectación de cada color de acolchado plástico sobre la temperatura del suelo y el papel de la radiación reflejada sobre el crecimiento y el rendimiento de los cultivos hortícolas. No obstante, en las investigaciones realizadas hasta ahora aun no se elucida completamente o se define la magnitud de los efectos que la radiación y la temperatura ejercen sobre el cultivo y que beneficios pueden aportar sobre el rendimiento por separado. Por lo anterior, la falta de claridad en este aspecto nos abre un área de oportunidad en la investigación de estos sistemas.

La aplicación de los acolchados plásticos bajo nuevos sistemas de producción, como son el uso de mallas y casas sombra, o invernaderos híbridos (mallas laterales y películas plásticas en la techumbre), existe la oportunidad para investigar y determinar la conveniencia de aplicar la técnica de los acolchados plásticos en dichos sistemas, así como los colores en los acolchados y las mallas sombra más aptos para cada región agrícola.

De acuerdo con la información y la investigación disponible acerca de los acolchados plásticos de colores, y considerando que México posee una gran diversidad de climas, es necesario enfatizar un área de oportunidad detectado durante las prácticas de campo; la necesidad de diversificar e incrementar la disponibilidad de un amplio número de colores de acolchado podría solucionar problemas, especialmente los relacionados con el control de la temperatura del suelo, sobre todo donde el acolchado no está siendo usado o se aplica de manera inadecuada.

Dadas las tendencias de consumo actuales, enfocadas en los productos orgánicos y naturales, se vislumbra un área de oportunidad de investigación para determinar si la concentración de nutrientes y/o compuestos relacionados con la salud humana, presentes en los productos hortícolas producidos bajo el sistema de acolchado plástico de suelos, podría verse afectada por la estación de crecimiento (régimen de temperatura) o por el color de la luz reflejada desde la superficie acolchada a las hojas de las plantas cultivadas. De esta

manera se podría contribuir con un mayor beneficio económico a la producción por el valor agregado que estos consumibles presentan.

CONCLUSIONES

La aplicación de los acolchados plásticos en la horticultura ha tenido un gran desarrollo en los últimos 50 años. Entre las ventajas de su utilización se mencionan la anticipación a cosecha, los rendimientos y la mejora en la calidad del fruto producido bajo este sistema; el control parcial de malas hierbas, así mismo un uso más eficiente del agua y los fertilizantes, y la reducción de la erosión y compactación del suelo.

Muchos investigadores han demostrado que el rendimiento y la calidad de las cucurbitáceas se pueden mejorar por los efectos que el acolchado ejerce sobre la temperatura y la humedad del suelo. Otros sugieren que la calidad de la radiación reflejada por ciertos acolchados tiene un efecto directo sobre el crecimiento vegetal o disuade la inmigración de insectos vectores de enfermedades.

Los acolchados plásticos tienen un efecto, positivo o negativo, sobre el crecimiento y el rendimiento del cultivo, dependiendo de las condiciones de calentamiento del suelo en las diferentes estaciones. La mayoría de los reportes sugieren que los acolchados de colores tienen influencia en el crecimiento y el rendimiento de la planta debido a la modificación de medio ambiental de la luz que rodea a la planta.

El uso del color como indicador puede ser insuficiente para predecir cómo responderá la planta cuando se desarrolla en el acolchado plástico de colores. Es de mayor relevancia el manejo adecuado de la información respecto a las propiedades ópticas y térmicas de los acolchados y su impacto en el microclima de la planta, contribuyen a una mejor predicción de la respuesta de los cultivos cuando se desarrollan en acolchado con películas plásticas de colores.

RECOMENDACIONES

Cuando se pretenda o se decida aplicar la técnica de acolchado plástico de suelos en los diferentes cultivos mencionados (melón, sandía, calabacita y pepino), se tendrá que considerar el área geográfica y la estación del año para el establecimiento del cultivo, debido a que el color del acolchado plástico más adecuado para el cultivo está en función de estos factores.

También es necesario recalcar que el uso de los acolchados plásticos, *per se*, solamente proporciona los efectos benéficos deseados sobre el rendimiento del cultivo, si esta práctica es considerada dentro de un plan de manejo agronómico, adecuado. Además, se recomienda realizar pequeñas pruebas en campo antes de introducir un color específico de acolchado a nivel comercial.

Respecto a los colores de la película para acolchado es importante considerar que ningún acolchado cumple al 100% con nuestros requerimientos; por ejemplo, al utilizar una película para acolchado color aluminio para repeler insectos vectores de virosis, este efecto perdura durante las etapas tempranas del cultivo y mientras permanezca el color en la película. Los acolchados negros u opacos, se recomienda aplicar los en zonas con alta incidencia de malezas. Se aconseja el uso de las películas bicapa, debido a que podemos obtener un efecto benéfico mayor de su aplicación en campo, por ejemplo la película blanca-negra, mantiene el suelo fresco, brinda una excelente reflexión de la luz fotosintética por el lado blanco e impide el paso de la luz por el lado negro, evitando el desarrollo de las malezas por debajo del plástico.

Para poder elegir un color para el acolchado es fundamental considerar la época del año en que se usará, ya que su efecto sobre las plantas será positivo o negativo según las condiciones ambientales.

Se deberá evaluar también, si el costo de la aplicación de película especializada para acolchado se compensa con el impacto de los beneficios obtenidos, puesto que estos

materiales son más costosos que la película para acolchado negro estándar.

Al término de esta revisión no fue posible encontrar información sobre el efecto del espesor de la película para acolchado de suelos sobre el crecimiento y el rendimiento de las cucurbitáceas; por lo tanto, se sugiere disminuir el espesor de las películas para reducir el costo de producción y de adquisición de estos materiales, cada día más aplicados en la producción de hortalizas y, además reducir la cantidad de residuos plásticos que genera el uso de esta técnica.

Puede considerarse la posibilidad de reutilización de las películas para acolchado por más de un ciclo de producción, con las debidas reservas y consideraciones. También se podrían reusar en la siembra de un cultivo de ciclo corto después de la estación de producción principal, incrementando de esta manera el margen de utilidad obtenido del cultivo por concepto del doble cultivo.

LITERATURA CITADA

- Adams, R. G., Ashley, R. A., Brennan, M. J. **1990**. Row covers for excluding insect pests from broccoli and summer squash planting. *J. Econom. Entomol.* **83**: 948-954.
- Adetunji, I. A. **1994**. Response of onion to soil solarization and organic mulching in semi-arid tropica. *Scientia Horticulturae* **60**:161-166.
- Agele, S. O., Iremiren, G. O. and S. O. Ojeniyi. **2000**. Effects of tillage and mulching on the growth, development and yield of late-season tomato (*Lycopersicon esculentum L.*) in the humid south of Nigeria. *The Journal of Agricultural Science*, **134**: 55-59.
- Andino, J. R., C. E. Motsenbocker. **2004**. Colored plastic mulches influence cucumber beetle populations, vine growth, and yield of watermelon. *HortScience* **39**:1246-1249.
- Argall, J. F. and K. A. Stewart. **1990**. The effect of year, planting date, mulches and tunnels on the productivity of field cucumbers in southern Quebec. *Canadian Journal of Plant Science*, **70(4)**: 1207-1213.
- Aviña, M. E. **1995**. Fenología, fenometría y rendimiento en calabacita con acolchado plástico, cubiertas flotantes y Ethrel, Tesis Ingeniero Agrónomo. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Barker, A. V. **1990**. Mulches for herbs. *The Herb Spice and Medicinal Plant Digest*, **8(3)**: 1-6.
- Bedford, J. D., Briddon, R. W., Brown, J. K., Rossel, R. C., Markham, P. G. **1994**. Geminivirus transmission and Biological characterization of *Bemisia tabaci* (Genadius) biotypes from different geographic regions. *Ann. Appl. Biol.* **125**: 311-325.
- Benavides, M. A. **1998**. Agroplásticos: control microambiental, control metabólico y morfogénesis. Universidad Autónoma Antonio Narro. Coahuila, México.
- Bhella, H. S. and F. W. Kwolek. **1984**. The effects of trickle irrigation and plastic mulch on zucchini. *Hort Science* **19(3)**:410-411.
- Bhella, H. S. **1988**. Effect of trickle irrigation and black mulch on growth, yield and mineral composition of watermelon. *Hort Science*. **23 (1)**: 123-125.
- Bolaños, H. A. **1998**. Introducción a la Olericultura. EUNED. San José, CR. p380.

- Brown, J. E., Dangler, J. M., Woods, F. M., Tilt, K. M., Henshaw, M. D., Griffey, W. A., West, M. S. **1993**. Delay in mosaic virus onset and aphid vector reduction in summer squash grown on reflective mulches. **HortScience**. **28(9)**: 895-896.
- Castellanos, A. E., Martínez, M. J., Llano, J. M., Halvorson, W. L., Espiricueta, M. I. **2005**. Successional trends in Sonora Desert abandoned agricultural fields in northern México. **J. Arid Environ.** **60**:437-455.
- Clark G. A, D. N. Maynard, S. D. Stanley **1996**. Drip-irrigation management for watermelon in a humid region. *Appl. Eng. Agric.* **12**:335-340
- Cenobio, G. P., Mendoza, S. F., Sánchez, M. J., Insunza, M. A. **2004**. Respuesta de la Sandía (*Citrullus lanatus* T.) a diferentes colores de acolchado plástico y riego por goteo cintilla. **Rev. Chapingo S. Zonas áridas** **3**:89-97.
- Cenobio-Pedro G., Inzunza-Ibarra M. A., Mendoza-Moreno S. F., Sánchez- Cohen I., Román-López Abel. Acolchado plástico de color en sandía con riego por goteo. **Terra Latinoamericana**, Vol. **24**, Núm. 4, octubre-diciembre, **2006**, pp. 515-520 Universidad Autónoma Chapingo. México.
- Chávez, M. **1989**. El acolchado, clave en melón. **Síntesis Hortícola** **3(5)**:33-34.
- Clark, J. R. and J. N. Moore. **1996**. Southern high bush blueberry response to mulch. **HortTechnology**, **1(1)**: 52-54.
- Clough, G. H., Locascio, S. J. and S. M. Olson. **1990**. Yield of successively cropped polyethylene-mulched vegetables as affected by irrigation method and fertilization management. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, **115**: 884-887.
- Conway, K. E., Mccraw, B. D., Motes, J. E., Sherwood, J. L. **1989**. Evaluation of mulches and row covers to delay virus diseases and their effects on yield yellow squash. *App. Agric. Res.* **4**: 201-207.
- Cooper, A. J. **1973**. Root temperature and plant growth-A review. Commonwealth Bureau of Horticulture and Plantation Crops, East Malling, England.
- Costello, M. J. **1994**. Broccoli grown, yield and level of aphid infestation in leguminous living mulches. *Biological Agriculture and Horticulture* **10**:227-222.
- Csizinszky, A. A., Schuster, D. J. and J. B. Kring. **1995**. Color mulches influence yield and insect pest populations in tomatoes. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* **120**:778-784.

- Cuéllar, D. G., Montes, F. R. y E. Olivares. **1997**. “Tipos de Siembra y Acolchado en el Establecimiento, Crecimiento, Producción y Calidad del Melón”. **Ciencias Agropecuarias. FAUANL. 7(2)**23-32.
- Decoteau, D. R., Kasperbauer, M. J., Daniels, D. D. and P. G. Hunt. **1988**. Plastic mulch color effects on reflected light and tomato plant growth. **Scientia Horticulturae, 34**:169-175.
- Decoteau, D. R., Kasperbaure, M. J. and Hunt. **1989**. Mulch surface color affects yield of fresh-market tomatoes. **J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114**:216-219.
- Díaz-Pérez J. C., Batal, K. D. **1999**. Colored Plastic Film Mulches Affect Tomato Growth and Yield Via Changes in Root-Zone Temperature. **Horticultural Abstracts. U.K. Horticultural Abstracts. U.K. 72(8)**: 1067. (Abstract).
- Díaz-Pérez J. C., Phatak, S. C. and J. Silvoy. **2008**. Plastic film mulches as a means to modify root-zone temperature and improve crop performance. **Recent Advances in Agriculture. ISBN: 978-81-308-0222-0. Eds. Stevens, C and Khan, V. Pp.331-346.**
- Emmert, E. M. **1957**. Black polyethylene for mulching vegetables. **Proceedings of American Society for Horticultural Science, v.69**, p.464.
- Farías-Larios J. and M. Orozoc-Santos. **1997**. Effect of polyethylene mulch color on aphid populations, soil temperature, fruit quality and yield of watermelon under tropical conditions. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 25**:369-374.
- Friake, N. N., Bangal, G. B., Kenghe, R. N. and G. M. More. **1990**. Plastic tunnel and mulches for water conservation. **Agricultural Engineering Today, 14(3-4)**: 35-39.
- Gabriel, E., Cañadas, M. y Benito, R. **1994**. Evaluación de la cobertura plástica de suelo en la producción temprana de melón (*Cucumis melo* L.). **Horticultura Argentina 13(33)**:7-12.
- García, A. J. **1996**. Manual de Acolchados. 1^{ra} Parte. **Revista Productores de Hortalizas. Año 5, No. 4**, Abril. México.
- Ghawi, I. y A. M. Battikhi. **1986**. Watermelon (*Citrullus lanatus*) production under mulch and trickle irrigation in the Jordan Valley. **J. Agron. Crop Sci. 156**: 225-236.
- Greenough, D. R., Black, L. L., Bond, W. P. **1990**. Aluminiumsurfaced mulch: An approach to the control of tomato spotted wilt virus in solanaceous crops. **Plant Dis. 74**: 805- 808.
- Gilead, D. **1979**. The use of photodegradable polyethylene films in the cultivation of field crops in Israel, **Plasticulture, 43**, 31.

- Giménez, C., Otto, R. F. and N. Castilla. **2002**. Productivity of leaf and root vegetable crops under direct cover. **Scientia Horticulturae**, **94**: 1-11.
- Gupta, R. and C. L. Acharya. **1993**. Effect of mulch induced soil hydrothermal regime on root growth, water use efficiency, yield and quality of strawberry. **Journal of Indian Society of Soil Science**, **41(1)**: 17-25.
- Hallidri, M. **2001**. Comparison of different mulching materials on growth, yield and quality of cucumber (*Cucumis sativus* L.). **Acta Horticulturae**, **559**: 49-53.
- Ham, J. M., Kluitenberg, G. J. and W. J. Lamont. **1993**. Optical properties of plastic mulches affect the field temperature regime. **J. Amer. Soc. Hort. Science** **228(2)**:188-193.
- Hanada, T. **1991**. The effect of mulching and rowcover on vegetables production. Food & Fertilizer Technology Center. **Extension Bulletin No. 332**. Taiwan, China. 22p.
- Hatt, D. **1985**. Plastiques et biodegradabilité. **Plasticulture**, **67**, 49-51.
- Hempill, D. D., Mansour, N. S. **1986**. Response of muskmelon to three floating covers. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** **111**: 513- 517.
- Hemphill, D. D. and G. H. Clough. **1990**. Tomato, melon and pepper production on degradable and infrared-transmitting mulches in Oregon. **Proc. Natl. Agr. Plastics Congr.** **22**:7-12.
- Hu, W., Duan, S. and Q. Sui. **1995**. High yield technology for groundnut. **International Arachis Newsletter**, **15**: 1-22.
- Hyo-Duk S. **1991**. The use of fertilizers, mulching, and irrigation for vegetables production. II: The temperature zone-Korea. Food & Fertilizer Technology Center. **Extension Bulletin No. 334**. Taiwan, China 24p
- Ibarra, J., L. y A. Rodríguez. **1991**. Acolchado de suelos con Películas Plásticas. 1^{ra} Edición. Ed. Limusa S.A. de C.V. México, D.F.
- Ibarra J., L., Flores, J. **1997**. Acolchado plástico, cubiertas flotantes y desarrollo y rendimiento de sandía y calabacita. **Agrociencia** **31**: 9-14.
- Ibarra-Jiménez L., Muguia-López A. J., Lozano-del Rio and A. Zermeno-González. **2005**. Effect of plastic mulch and row covers on photosynthesis and yield of watermelon. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, **44(1)**: 91-94.
- Illic, P. **1986**. Utilización de Microtúneles y Acolchado Plástico en la Producción de Hortalizas y Verduras. U.C. Cooperativa Extensión. Fresno C.A.

- Izquierdo, J. A. y Menendez, R. A. **1990**. Efecto del Mulching sobre el crecimiento, producción, calidad y conservación del melón cv. "Honey Dew" Investigaciones, **Agronómicas**, **1(1)** 57-61. Las Piedras, Canelones, Uruguay.
- Jensen, H. J., Malter, A. J. **1995**. Protected agriculture. A global review. World Bank Technical Paper. **Number 253**. Washington D.C., USA. 157p.
- Jones, R. A. **1991**. Reflective mulch decreases the spread of two non-persistently aphid transmitted viruses to narrow lupin (*Lupinus angustifolius*). **Annals of Applied Biology**, **118**: 79-85.
- Espinoza, A. y C. Ríos. **2003**. Utilización de tecnologías de producción modernas para obtener ventajas de mercado: Los casos del acolchado plástico y semillas híbridas en melón en la Comarca Lagunera. **Revista Mexicana de Agronegocios**, **enero-junio, año VII, vol. 12**.pp 582-595.
- Karp, K., Noormets, M.T. and M. Starast. 2006. The influence of mulching on nutrition and yield of 'Northblue' blueberry. *Acta Horticulturae*, 715: 301-305.
- Katan, J., Greenberger, A. H. and A. Grinstein. **1976**. Solar heating by polyethylene mulching for the control of diseases caused by soil-borne pathogens. **Phytopathology**, **66**: 683-688.
- Kirnak, H. and M. N. Demirtas. **2006**. Effect of different irrigation regimes and mulches on yield and macronutrient levels of drip-irrigated cucumber under open field conditions. **Journal of Plant Nutrition**, **29**: 1675-1690.
- Lamont, W. J., Sorensen, K. A., Averre, C. W. **1990**. Painting aluminum strips on black plastic mulch reduces mosaic symptoms on summer squash. **Hort Science** **25**: 1305.
- Lamont, Jr., W. J. **1993**. Plastics mulches for production of vegetable crops. **HortTechnology** **3**:35-39.
- Lamont, Jr. W. J. **2005**. Plastics modifying the microclimate for the production of vegetable crops. **HortTechnology** **15(3)**:477-481.
- Linares, L.C. **1992**. Efecto del acolchado de suelos en la Movilización de Nutrientos en el cultivo de Pepino (*Cucumis Sativus. L.*) Bajo Condiciones de Invernadero, Tesis de licenciatura de UAAAN .
- Locascio, S. J., Olson, S. M., Gilreath, J. P., Dickson, J. W., Mitchell, D. J., Noling, J. W., Chase, C. A., Sinclair, T. R., and E. N. Rosskopf. **1999**. Alternative treatments to methyl bromide for strawberry. *Proc. State Hort. Soc.* **112**:297-302.

- Locher, J., Ombodi, A. T., Kassai, and J. Dimeny. **2005**. Influence of colored mulches on soil temperature and yield of sweet pepper. **European Journal of Horticultural Science**, **70**: 135-141.
- López, M., Quezada-Martin R., De Larosa-Ibarra M. and B. Cedeno-Ruvalcaba. **2000**. Effect of plastic mulch on growth of melon (*Cucumis melo L.*) "**Lacuna**" hybrid. **Phyton**, **69**: 37-44.
- Magnani, G., Graifenberg, A., Filippi, F., Marroni, E. **2003**. Effects of the coloured mulches and non-woven material on zucchini crop (*Cucurbita pepo L.*). (Pisa Univ. (Italy). Dipartimento di Biologia delle Piante Agrarie).
- Maroto, B. **1983**. Horticultura herbácea espacial. Ed. Mundi-Prensa, Castello, 37 Madrid, España.
- Mendoza, M., Marco, A., Izunza, I., Roque, M. **2005**. Respuesta de la sandía al acolchado plástico, fertilización, Siembra directa y trasplante. **Revista Mexicana. Octubre-diciembre. vol.28**. número 004. Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. Chapingo, Méx. pp. 351-357.
- McCraw, D., Motes, J. **2000**. "Use of plastic Mulch and Row Covers in Vegetable Production." Oklahoma Cooperative Extension Service. Division of Agricultural Sciences and Natural Resources. Oklahoma State University. Extension Facts. F-6034. Oklahoma, U.S.A.
- Motsenbocker, C. E., R. A. Arancibia. **2004**. In-row spacing influences triploid watermelon yield and crop value. *HortTechnology* 12:437-440.
- Mugalla, C. I., Jolly, C. M. and N. R. Martín. **1996**. Profitability of black plastic mulch for limited resource farmers. **Journal of Production Agriculture**, **9(2)**: 175-176.
- Natwick, E., Durazo III, A., Laemmlen, F. **1988**. Direct row covers for insects and virus diseases protection in desert agriculture. **Plasticulture** **78**: 35-46.
- Natwick, E. T., Laemmlen, F. F. **1993**. Protection from phthophagous insects and virus vectors in honeydew melons using row covers. **Florida Entomologist** **76**: 10-126.
- Ngouaajio, M. and J. Ernest. **2005**. Changes in physical, optical and thermal properties of polythene mulches during double cropping. **HortScience**, **40(1)**: 94-97.
- Niu, J. Y., Y. T. Gan, and G. B. Huang. **2004**. Dynamics of root growth in spring wheat mulched with plastic film. **Crop Science**, **44**: 1682-1688.

- Orozco-Santos, M., O. López, O. Pérez, and F. Delgadillo. **1995**. Effect of transparent mulch, floating row and oil sprays on insect populations, virus disease and yield of cantaloupe. **Biological Agriculture and Horticulture**, **10(4)**: 229-234.
- Padilla, M.S., Troncoso, R. 2006. Efecto de biofertilizantes en cultivo de melón con acolchado plástico. *Revista Fitotecnia Mexicana*, octubre - diciembre, año/vol. 29, número 004. Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. Chapingo, México. p321-329.
- Palada, M. C., Crossman, S. M., Kowalski, J. A. and C. D. Collingwood. **2003**. Yield and irrigation water use of vegetables grown with plastic and straw mulch in the U.S. Virgin Islands. **International Water and Irrigation**, **23(1)**: 21-25.
- Palada, M. C., Davis, A. M., Kowalski, J. A. and S. M. Crossman. **1999**. Evaluation of organic and synthetic mulches for basil production under drip irrigation. *Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants*, **6(4)**: 39-48.
- Parker, B. F., Bird, D. C. **1979**. Solar-thermal energy potentials for modifying crop environment, pp. 243-246. *In: Modification of the Aerial Environment of Plants* Barfield, J. F.; Gerber, B. J. (Eds.) **ASAE Monograph Núm. 2**. Michigan, USA.
- Perrella, C., Amore, D. R. y Petralias, S. **1983**. Pacciamatura con film plastici fotodegradabili. Prove su pomodoro e fagiolo nono. **Colture Protette**, **II**, 25-30.
- Perring, T. M., Royalty, R. N., Farrar, C. A. **1989**. Floating row covers for the exclusion of virus vectors and the effect on diseases incidence and yield of cantaloupe. *J. Econom. Entomol.* **82**: 1709-1715.
- Quezada, **1991**. Evaluación de cuatro variedades de pepino (*Cucumis Sativus L*) bajo técnicas de Plasticultura. XXIV Congreso Nacional de Horticultura de la SOMECH. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.
- Ramírez, V. J. **1991**. El uso de acolchados plásticos en la horticultura. 1ra Ed. UAS. Univ Autónoma Sinaloa. Dept de Comun Educ y Divulg, Facultad Agron, Culiacán Rosales, Sinaloa, México. 70p.
- Salman, H. M. and S. F. Gorski. **1988**. The effect of clear and black polyethylene mulches on the soil environment. **Research Circular No. 288**. Vegetable Crop. The Ohio State University, USA. 9p.
- Schales, F. D. and R. Sheldrake, Jr. **1962**. Mulch effects on soil conditions and muskmelon response. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* **88**:425-430.
- Schales, F. D. and R. Sheldrake, Jr. **1963**. Studies on muskmelon and tomato responses to polyethylene and mulching. *Mich. Agr. Expt. Sta. Bul.* **40**:770-785.

- Schales, L. **1994**. Response of two muskmelon cultivar to six kinds of plastics mulch. **Plasticulture N° 104:25-28**.
- Schalk, J. M. and M. L. Robbins. **1987**. Reflective mulches influence plant survival, production, and insect control in fall tomatoes. **HortScience 22:30-32**.
- Scheerens, J. C. and G. L. Brenneeman. **1994**. Effects of cultural systems on the horticultural performance and fruit quality of strawberries. Research **Circulation Ohio Agriculture, Research and Development Centre, 298: 81-98**.
- Schmidt, J. R. and Worthington, J. W. **1998**. Modifying heat unit accumulation with contrasting colors of polyethylene mulch. **HortScience 33 (2)**, pp. 210–214.
- Soltani, N., Anderson, J. L. and A. R. Hamson. **1995**. Growth analysis of watermelon plants grown with mulches and rowcovers. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* **120: 1001-1009**.
- Splittstoesser, W. E. and J. E. Brown. **1991**. Current changes in plasticulture for crop production. 23th National Agricultural Plastics, Congress. Mobile, Alabama, U.S.A.
- Srinivas, K., Hegde, D. M. and V. Havanagi. **1989**. Plant water relations, canopy temperature, yield and water-use efficiency of watermelon *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum et Nakai under drip and furrow irrigation. *J. Hort. Sci.* **64: 115-124**.
- Takatori, F. H., Lippert, L. F., Whiting, F. L. **1964**. The effect of petroleum mulch and polyethylene films on soil temperature and plant growth. **Proceedings of American Society for Horticultural Science, v.85, p.532-540**.
- Tarara, J. M. **2000**. Microclimate modification with plastic mulch. **HortScience, 35: 169-180**.
- Tindall, J. A., Beverly, R. B. and D. E. Radcliffe. **1990**. Mulch effect on soil properties and tomato growth using micro-irrigation. **Agronomy Journal, 83: 1028-1034**.
- Tukey, R. y Schoff, E. **1963**. Influence of different mulching materials upon the soil environment. Proceedings of the American Society for. **Horticultural Science 82:68-76**.
- Valadez, L.. **1998**. Producción de Hortalizas. Editorial. UTEHA, Noriega Editores. Octava Reimpresión. México.p.57.
- Villa, C., Inzunza, M. M. and E.A. Catalán. **2001**. Zonificación agroecológica de hortalizas involucrando grados de riesgo. **Terra 19: 1-7**.

- Voorhees, W. B., Allmaras, R. R. and C. E. Jhonson. **1981**. Modifying the root environment to reduce crop stress. In: Arkin, G.F. and H. Taylor (ed.). Alleviating temperature stress. pp. 217-266.
- Voth, V. and Bringhurst, R. S. **1990**. Culture and physiological manipulation of California strawberries. **Hort Science, Vol. 25(8):889-892**.
- Waggoner, P. E., Miller, P. M. y, H. C. De Roo. **1960**. Plastic mulching: principles and benefits. Conn. Agricultural Experimental Station Bulletin, 643.
- Webb, S. E. and B. S. Linda. **1992**. Evaluation of spunbonded polyethylene row covers as of method of excluding insects and virus affecting fall-grown squash in Florida. **J. Econom. Entomol. 85(6): 2344-2352**.
- Wein, H. C., Minotti, P. L. and V. P. Grubinger. **1993**. Polythene mulch stimulates early root growth and nutrient uptake of transplanted tomatoes. **Journal of the American Society for Horticultural Science, 118(2):207-211**.
- Wells, O. S., Loy, J. B. **1985**. Intensive vegetable production with row covers. **HortScience 20(5): 822-825**.
- Wien, H. C. and P. L. Minotti. **1988**. Increasing yield of watermelon with plastic mulch and apex removal. **J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113:342-347**.
- William, J. L. **1993**. Plastic Mulches for the Production of Vegetable Crops **HortTechnology. January-March 1993; 3: 35 - 39**.
- Wright, J. C. **1968**. Production of Polyethylene Film. Proc. 8th Natl. Agr. Plastics Conf. p.72-79.
- Zapata, N. M. **1989**. El melón. Editorial Mundiprensa. Madrid, España.

Páginas de internet Consultadas

[prr.hec.gov.pk/Chapters/46S-2.pdf](http://pr.hec.gov.pk/Chapters/46S-2.pdf). Julio del 2010

<http://www.plasticstechnology.com/articles/200111fa1> . Marzo del 2010

zamo-oti-02.zamorano.edu/tesis_infolib/2005/T2088. Febrero del 2010

www.chapingo.mx/.../06e5958bc47d3bb1d07b90f64880385a. Junio del 2010

books.google.com.mx/books?isbn=8484763412... Enero del 2010

<http://www.cidh.org.mx/actualizar/pepino.html>. Febrero del 2010

<http://www.faxsa.com.mx/semhot1/c60pe001.htm>. Abril del 2010

<http://www.olefinas.com> . Noviembre del 2009