

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE



**EVALUACIÓN DE PELÍCULAS DE ACOLCHADO FOTODEGRADABLES EN EL
CULTIVO DE PEPINO (*Cucumis sativus* L.)**

**INFLUENCIA DEL ACOLCHADO Y CUBIERTA FLOTANTE/TÚNEL, EN LA
PRECOCIDAD Y EL RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE MELÓN (*Cucumis
melo* L.)**

Por:

JESÚS OMAR GALVÁN ROCHA

TESIS

**Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:
INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Junio del 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE INGENIERÍA

EVALUACIÓN DE PELÍCULAS DE ACOLCHADO FOTODEGRADABLES EN EL
CULTIVO DE PEPINO (*Cucumis sativus* L.)

INFLUENCIA DEL ACOLCHADO Y CUBIERTA FLOTANTE/TÚNEL, EN LA
PRECOCIDAD Y EL RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE MELÓN (*Cucumis
melo* L.)

Por:

JESÚS OMAR GALVÁN ROCHA

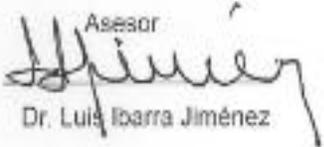
Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:
INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

Aprobada

Presidente del Jurado


M.C. Carlos Rojas Peña

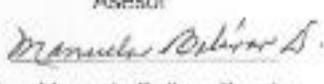
Asesor


Dr. Luis Ibarra Jiménez

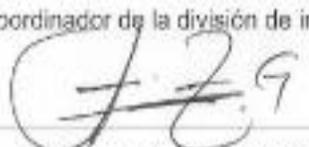
Asesor


M.C. Adrián Méndez Prieto

Asesor


Dra. Manuela Bolívar Duarte

Coordinador de la división de ingeniería


M.C. Luis Rodríguez Gutiérrez

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"



Coordinación de
Ingeniería

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Junio del 2014

Agradecimientos

A “Dios Nuestro Señor” por haberme dado la vida, salud, paciencia, sabiduría y la capacidad para terminar mi carrera.

A mi “Alma Terra Mater” por haberme dado la oportunidad de ser parte de esta maravillosa universidad (UAAAN) y concluir una etapa más en mi vida.

Al Departamento de Riego y Drenaje y a todos los integrantes por compartir sus conocimientos, experiencias, y otorgarme su confianza.

A la Dra. Manuela Bolívar Duarte por sus consejos, por el apoyo y la confianza que me brindo durante toda la carrera.

Al Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA), a cada uno del personal que en el laboran en especial al área de agro plásticos.

Al Dr. Luis Ibarra Jiménez por brindarme su apoyo, la confianza, disponibilidad y paciencia para desarrollar esta investigación, por darme la oportunidad de ser parte de su equipo de investigación.

Al M.C. Adrián Méndez Prieto por permitirme formar parte de su proyecto. La paciencia, su disposición y por el apoyo brindado durante la realización del presente proyecto.

Al M.C. Carlos Rojas Peña por su apoyo y el tiempo brindado durante la culminación del proyecto.

Al Ing. Gorgonio López Tolentino por su apoyo durante la realización del experimento y por brindarme su amistad.

Al Ing. Rodrigo Cedillo García por su colaboración en la elaboración de las películas plásticas fotodegradables, en la planta piloto 1 del CIQA.

Al Ing. Felipe Hernández castillo y a los M.C. Eduardo Treviño López y Federico Cerda Ramírez por su colaboración en los trabajos de campo.

Al Proyecto: Mejora e innovación de los procesos de material reciclado en FLEXTRONICS Aguascalientes, apoyado por el CONACYT en la modalidad INNOVATEC. Gracias por las facilidades y apoyo económico asignado para la realización del presente trabajo de investigación.

Dedicatoria

A mis padres:

Por todo el amor y cariño que me han y seguirán brindado, por la confianza que depositaron en mí, los consejos y su apoyo incondicional, por el sacrificio que realizaron para poder seguir adelante.

A mi madre Ma. del Carmen Rocha Vargas que es el ser más maravilloso de todo el mundo, gracias por el apoyo moral, tu cariño y comprensión que desde pequeño me has brindado, por guiar mi camino y estar junto a mí en los momentos más difíciles.

A mi padre Hilarión Galván Aguilar porque desde pequeño ha sido para mí un hombre grande, maravilloso y siempre admirare tu esfuerzo y sacrificio por sacarnos adelante.

A mis hermanas:

Azareli Patzili Galván Rocha, María de los Ángeles Galván Rocha y a la pequeña Antonela Michel Galván Rocha. Por brindarme su cariño, apoyo y comprensión incondicional.

A mis tías y tíos:

En especial a mi Tía Concha y mi tío Raúl que siempre me han apoyado, por creer en mí, por sus consejos y a todos mis familiares que me apoyaron en todo el transcurso de mi carrera.

A mis abuelos:

Por sus bendiciones, los regaños y coscorriones que me dieron.

A mis compañeros de generación por su apoyo y amistad

A mis amigos:

Mosqueda, Alberto (burro), Inés (la doña), Cristóbal, Mesi, Nacho, Humberto, Alexander, Arias, Bamby, Chaparro, Gato, Lobo, Lucio, Migue, checo, Paco, chava (la polla), ponk, chivito, pájaro, toto, don lama, chencho, el chato, colillas, gracias por brindarme su apoyo, confianza y amistad.

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|--|-----------|
| Agradecimientos..... | i |
| Dedicatoria | ii |
| Indice de contenido | iii |
| Indice de cuadros | vi |
| Indice de figuras | vii |
| RESUMEN | IX |
| I.- INTRODUCCIÓN | 1 |
| Objetivos | 2 |
| Hipótesis..... | 2 |
| II.- REVISIÓN DE LITERATURA | 3 |
| Generalidades del cultivo de pepino | 3 |
| Origen e Historia | 3 |
| Clasificación taxonómica | 3 |
| Características botánicas. | 4 |
| Raíz | 4 |
| Tallo..... | 4 |
| Hoja | 4 |
| Flor | 4 |
| Fruto | 5 |
| Semilla..... | 5 |
| Requerimientos de Clima | 5 |
| Temperatura | 5 |
| Humedad | 5 |
| Luminosidad | 5 |
| Requerimientos de suelo y fertilización..... | 6 |
| Plagas y Enfermedades | 7 |
| Generalidades del cultivo de melón | 8 |
| Origen e Historia | 8 |
| Clasificación taxonómica..... | 8 |
| Características botánicas. | 9 |
| Raíz | 9 |
| Tallo..... | 9 |
| Hojas | 9 |
| Flor | 9 |

| | |
|---|-----------|
| Fruto | 10 |
| Semilla | 10 |
| Requerimientos de Clima | 10 |
| Temperatura | 10 |
| Requerimientos de suelo..... | 11 |
| Plagas y Enfermedades | 11 |
| Clorofila | 12 |
| Tecnología de Producción..... | 13 |
| Acolchado plástico | 13 |
| Beneficios en el uso de Acolchados Plásticos..... | 13 |
| Influencia en la humedad..... | 14 |
| Influencia de la temperatura | 14 |
| Influencia en la nutrición de las plantas. | 14 |
| Control de plagas y enfermedades | 14 |
| Influencia de la precocidad y rendimiento..... | 14 |
| Cubiertas flotantes | 15 |
| Microtúneles..... | 15 |
| Acolchados plásticos fotodegradables | 16 |
| Fotodegradación | 17 |
| | |
| III.- MATERIALES Y MÉTODOS | 19 |
| Localización y características del sitio experimental. | 19 |
| Establecimiento del Experimento | 20 |
| Preparación del Terreno en el cultivo de pepino. | 20 |
| Riego | 20 |
| Colocación de los acolchados plásticos | 20 |
| Siembra | 21 |
| Material genético | 21 |
| Fertilización..... | 21 |
| Deshierbes..... | 21 |
| Preparación del Terreno en el cultivo de melón. | 21 |
| Riego | 22 |
| Colocación del acolchado plástico..... | 22 |
| Siembra | 22 |
| Material genético | 22 |
| Fertilización..... | 22 |
| Consideraciones Estadísticas | 23 |
| Parámetros de observación en pepino..... | 24 |
| Variables de crecimiento y desarrollo..... | 24 |
| Área foliar | 24 |

| | |
|---|-----------|
| Peso fresco de la planta | 24 |
| Longitud de planta | 25 |
| Medición de clorofila | 25 |
| Degradación de la película | 25 |
| Evaluación de Rendimiento | 25 |
| Temperatura de Suelo | 26 |
| Parámetros de observación en el cultivo de melón | 26 |
| Peso seco de la planta | 26 |
| Medición de clorofila | 26 |
| Rendimiento precoz..... | 26 |
| Evaluación de Rendimiento | 27 |
| Temperatura de Suelo | 27 |
| | |
| IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 28 |
| Variables en el cultivo de pepino..... | 28 |
| Variables de crecimiento | 28 |
| Peso fresco de la planta | 28 |
| Longitud de la guía primaria | 29 |
| Diámetro de tallo | 30 |
| Área foliar | 31 |
| Contenido de clorofila..... | 33 |
| Temperatura de suelo | 34 |
| Degradación del plástico | 37 |
| Rendimiento precoz, comercial, rezaga, y total..... | 38 |
| Variables en el cultivo de melón..... | 41 |
| Variables de crecimiento | 41 |
| Peso seco de planta | 41 |
| Contenido de clorofila..... | 41 |
| Temperatura de suelo | 42 |
| Rendimiento precoz, comercial, rezaga y total..... | 43 |
| | |
| V.-CONCLUSIONES | 45 |
| | |
| VI.- BIBLIOGRAFÍA CITADA | 47 |

INDICE DE CUADROS

| | |
|---|----|
| Cuadro 1. Plagas y enfermedades en el cultivo de pepino..... | 7 |
| Cuadro 2. Plagas y enfermedades en el cultivo de melón..... | 11 |
| Cuadro 3. Plano de distribución de los tratamientos en el cultivo de pepino..... | 23 |
| Cuadro 4. Tratamientos y descripción en el cultivo de pepino..... | 23 |
| Cuadro 5. Plano de distribución de los tratamientos en el cultivo de melón | 24 |
| Cuadro 6. Tratamientos y descripción en el cultivo de melón..... | 24 |
| Cuadro 7. Comparación de medias para el peso fresco de la planta (g/planta) en el cultivo de pepino, a los 25, 35, 45 y 55 días después de la siembra (dds), ciclo primavera-verano 2013, Saltillo, Coahuila..... | 29 |
| Cuadro 8. Comparación de medias para la longitud de guía primaria (cm) en el cultivo de pepino, a los 25, 35, 45 y 55 días después de la siembra (dds), ciclo primavera-verano 2013, Saltillo, Coahuila..... | 30 |
| Cuadro 9. Comparación de medias para el diámetro del tallo (mm) en el cultivo de pepino, a los 25, 35, 45 y 55 días después de la siembra (dds) ciclo primavera- verano 2013, Saltillo, Coahuila..... | 31 |
| Cuadro 10. Comparación de medias para el área foliar (cm ² /planta) en el cultivo de pepino, a los 25, 35, 45 y 55 días después de la siembra (dds), ciclo primavera- verano 2013, Saltillo, Coahuila..... | 33 |
| Cuadro 11. Comparación de medias para la clorofila en unidades SPAD en el cultivo de pepino, a los 25, 35, 45 y 55 días después de la siembra (dds), ciclo primavera- verano 2013, Saltillo, Coahuila..... | 34 |
| Cuadro 12. Comparación de medias para el promedio de temperaturas máximas del suelo a los 15, 30, 45 y 60 días después de la siembra (dds) en el cultivo de pepino, ciclo primavera-verano 2013, Saltillo, Coahuila..... | 35 |
| Cuadro 13. Comparación de medias para el promedio de temperaturas mínimas del suelo a los 15, 30, 45 y 60 días después de la siembra (dds) en el cultivo de pepino, ciclo primavera-verano 2013, Saltillo, Coahuila..... | 36 |
| Cuadro 14. Comparación de medias para el promedio de temperaturas medias del suelo a los 15, 30, 45 y 60 días después de la siembra (dds) en el cultivo de pepino, ciclo primavera-verano 2013, Saltillo, Coahuila..... | 37 |
| Cuadro 15. Comparación de medias en la degradación de películas (%) en el cultivo de pepino, a los 25, 35, 45, 55 y 85 días después de la siembra (dds), ciclo primavera-verano 2013, Saltillo, Coahuila..... | 38 |
| Cuadro 16. Comparación de medias para el rendimiento precoz, comercial, rezaga, y total en (ton/ha) en el cultivo de pepino, ciclo primavera-verano 2013, Saltillo, Coahuila..... | 40 |

| | |
|--|----|
| Cuadro 17. Comparación de medias para el peso seco de la planta (g) en el cultivo de melón, a los 34 días después de la siembra (dds), ciclo primavera-verano 2013, Zaragoza, Coahuila | 41 |
| Cuadro 18. Comparación de medias para la medición de la clorofila en unidades SPAD a los 34 días después de siembra (dds) en el cultivo de melón, ciclo primavera-verano 2013, Zaragoza, Coahuila. | 42 |
| Cuadro 19. Promedio de temperaturas máximas, mínimas y medias durante los 30 días después de la siembra (dds) en el cultivo de melón, ciclo primavera-verano 2013, Zaragoza, Coahuila. | 43 |
| Cuadro 20. Comparación de medias para el rendimiento precoz, comercial, rezaga y total (ton/ha) en el cultivo de melón, ciclo primavera-verano 2013, Zaragoza, Coahuila | 44 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Cubierta Flotante..... | 15 |
| Figura 2. Microtúnel..... | 16 |
| Figura 3. Fotodegradación de las películas plásticas..... | 25 |
| Figura 4. Películas de acolchado fotodegradables..... | 27 |

RESUMEN

El primer ensayo del presente trabajo se realizó en el Campo Experimental Las Encinas del Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA), en el ciclo Verano de 2013 en el cultivo de pepino, con el objetivo de evaluar la degradación de nuevas películas fotodegradables sobre el crecimiento, temperatura del suelo y rendimiento del cultivo de pepino, y el segundo ensayo en el cultivo de melón se llevó a cabo en Santa Fe, municipio de Zaragoza Coahuila con el objetivo de detectar el tratamiento de semiforzado más sobresaliente para el cultivo de melón en cuanto a producción precoz y total.

Los tratamientos utilizados en el cultivo de pepino fueron: 1) testigo (surco sin acolchado), 2) acolchado negro de polietileno de baja densidad (AN), 3) acolchado rojo (69% PE+23% TiO+8%pigmento) (AR8%), 4) acolchado rojo (66% PE+22% TiO+12%pigmento) (AR12%), 5) acolchado azul (69% PE+23% TiO+8%pigmento) (AA8%), 6) acolchado azul (66% PE+22% TiO+12% pigmento) (AA12%), 7) acolchado verde (69% PE+23% TiO+8% pigmento) (AV8%), 8) acolchado verde (66% PE+22% TiO+12% pigmento) (AV12%).

Los tratamientos utilizados en el cultivo de melón fueron: 1) testigo (suelo sin acolchado), 2) acolchado negro de polietileno de baja densidad (AN), 3) AN más cubierta flotante de polipropileno (ACF) y 4) acolchado negro más microtúnel con cubierta de polipropileno (AMT).

El diseño experimental en pepino fue el de bloques al azar con 8 tratamientos y tres repeticiones. Las variables evaluadas presentaron diferencia significativa en: área foliar, peso fresco de planta, longitud de guía primaria, degradación de las películas y rendimiento comercial, rezaga y total. No hubo diferencias significativas en el diámetro de tallo y contenido de clorofila.

El diseño experimental que se utilizó en melón fue también bloques al azar con 4 tratamientos y tres repeticiones. Las variables evaluadas en el melón fueron: peso seco de planta, contenido de clorofila en la hoja, rendimiento comercial, rezaga, precoz y total.

En cuanto a la degradación de las películas en el cultivo de pepino, los tratamientos evaluados mostraron diferencia significativa siendo los tratamientos AR12% y AR8% los que presentaron un mayor y menor porcentaje de degradación con valores de 70% y 35%, respectivamente al final del ciclo vegetativo.

El rendimiento total de pepino los tratamientos más destacados fueron el AV12%, AV8% y AA8% con rendimientos que variaron de 45 a 48 ton/ha en comparación con el testigo que obtuvo un rendimiento de 31.41 ton/ha.

En rendimiento precoz en melón el tratamiento más sobresaliente fue el AN más microtúnel con un rendimiento de 29.32 ton/ha, el testigo registró un rendimiento de 5.74 ton/ha. El rendimiento total de melón para los tratamientos con mayor producción fueron los tratamientos AN y AMT con 72.42 y 72.46 ton/ha respectivamente.

Palabras clave: Acolchados fotodegradables, cubierta flotante y microtúnel.

I.- INTRODUCCIÓN

El plástico es un elemento de los actuales sistemas agrícolas de producción que siempre está en permanente evolución, constituyendo uno de los elementos que contribuye a impulsar el rendimiento de la agricultura del siglo XXI. El uso de plásticos en la agricultura responde a la necesidad de lograr incrementos en calidad y cantidad de la producción agrícola. Su uso favorece una disminución del consumo de agua y consigue un microclima en la zona de crecimiento de las plantas, con lo que se incrementa la productividad (Ibarra *et al.*, 2011).

El problema de la generación de residuos es uno de los mayores inconvenientes del uso de cubiertas plásticas no degradables. Si bien el polietileno de baja densidad utilizado en la agricultura como cubierta de suelo sufre diferentes formas de degradación por oxidación, fotodegradación, termodegradación o biodegradación (degradación por la acción de microorganismos) (Koutny *et al.*, 2006), este proceso, además de ser altamente variable y dependiente de las condiciones climáticas y de suelo, es muy lento y según Feuilloley *et al.* (2003) se puede tardar hasta 300 años para la degradación total del polietileno de 60 micras de espesor sin aditivos.

Otra solución a la problemática generada por el uso indiscriminado de plásticos sintéticos y su persistencia en el ambiente, ha estimulado la investigación para el desarrollo de nuevos materiales y métodos de producción, que permitan generar plásticos que presenten las mismas propiedades pero que tengan un periodo de degradación más corto. Se han desarrollado cuatro tipos de plásticos degradables: los fotodegradables, los biodegradables, los biodegradables sintéticos y los completamente biodegradables naturales (Segura *et al.*, 2007).

En este estudio se evaluaron seis tipos de acolchado fotodegradables comparados con una película de polietileno de baja densidad color negro como referencia. Se evaluó el crecimiento, desarrollo del cultivo, rendimientos de fruto, entre otras variables, así como también los porcentajes de degradación de los plásticos a través del tiempo.

En el caso del melón se evaluarán cuatro tratamientos que fueron; el testigo (suelo desnudo), acolchado negro, acolchado negro más cubierta flotante y el acolchado negro más microtúnel. En este experimento se evaluó el crecimiento del cultivo, el rendimiento de fruto y la precocidad del cultivo.

Objetivos

- Evaluar el comportamiento de películas fotodegradables con respecto al crecimiento del cultivo de pepino.
- Determinar el tratamiento que ofrezca la mayor producción de frutos de melón y pepino fuera de temporada.

Hipótesis

- Las películas fotodegradables para acolchado pueden tener un efecto similar al acolchado convencional (película negra). Con respecto a crecimiento, precocidad del cultivo y rendimiento.
- Los incrementos en el crecimiento, ocasionados por los tratamientos de acolchado solo, combinado con cubierta flotante o microtúnel, tienden a aumentar la producción precoz y total del cultivo.

II.- REVISIÓN DE LITERATURA

Generalidades del cultivo de pepino

Origen e Historia

El pepino pertenece a la familia de las cucurbitáceas cuyo nombre científico es *Cucumis sativus* L. El cultivo es originario de las regiones tropicales del sur de Asia; ha sido cultivado en la India desde hace más de 3000 años. Dentro de las características generales de la especie se tiene que es un cultivo anual, herbáceo, de crecimiento rastrero e indeterminado (Maroto, 2002).

El pepino (*Cucumis sativus* L.) es una hortaliza de alto potencial económico por ser un producto tanto para mercado interno, como con fines de exportación que se cultiva y consume en fresco como industrializado en muchas regiones del mundo. Además, se cuenta con variedades de alto rendimiento y con prácticas de manejo que permiten maximizar su producción (Gálvez, 2004).

Clasificación taxonómica

| | |
|--------------|----------------------------|
| Reino: | Vegetal |
| Tronco: | Cormofitas |
| División: | Antofitas o espermatofitas |
| Subdivisión: | Angiospermas |
| Clase: | Dicotiledóneas |
| Grupo: | Dialipétalas |
| Orden: | Cucurbitales |
| Familia: | Cucurbitáceas |
| Género: | Cucumis |
| Especie: | sativus |

Características botánicas

Raíz

La raíz principal puede llegar hasta 1.10 m de profundidad y medir hasta 65 cm lateralmente, encontrándose la mayor concentración de raíces entre los 25 y 30 cm (Whitaker y Davis, 1962).

Tallo

Su tallo es anguloso por los cuatro lados y está cubierto de pelos (tricomas). Son tallos que pueden alcanzar 3.5 m de longitud en condiciones normales. Los zarcillos ayudan a la planta a sujetarse a las superficies.

Hoja

Las hojas son de forma triangulada – ovalada con lóbulos no bien formados y su longitud es de 7 a 20 cm en ocasiones es mayor. Los peciolo de las hojas son largos y miden de 5 a 15 cm de longitud.

Flor

El pepino es una planta monoica, es decir que tiene flores masculinas y flores femeninas en la misma planta. Las flores femeninas aparecen con frecuencia solitarias, las cuales nacen de las axilas de las hojas; aunque existen líneas de pepino que solo tienen flores femeninas (ginoicas). Las flores femeninas tienen cáliz y corola semejantes a las masculinas y ovario ínfero muy notable. Las flores masculinas nacen en grupos de las axilas de las hojas, tienen el cáliz de 5 sépalos, la corola seccionada en 5 divisiones, tiene forma de campana y contiene en su interior 3 estambres.

La polinización se efectúa por insectos (abejas). La mayoría de las flores tienen fecundación por polinización cruzada. La eficiencia de la polinización está determinada por la temperatura, ya que en una sequía o una temperatura elevada durante la polinización y la formación del fruto adelantaría la maduración de la planta.

La calidad de luz, hace que aumente la producción de flores tanto femeninas como masculinas en el cultivo de pepino.

Fruto

Los frutos son de forma oblonga y de tamaño variable. Miden entre 15 y 35 cm de longitud, según el cultivo. Es un fruto carnosos color blanco en su interior y el exterior de color verde oscuro o claro, ásperos y verrugosos, con pequeñas espinas de color blanco o negro.

Semilla

Las semillas tienen formas planas, están protegidas por una cubierta dura son de color blanco y miden de 8 a 10 mm de longitud con un grosor de 3 a 5 mm.

Requerimientos de clima

Temperatura

La temperatura para el desarrollo del pepino oscila entre los 18° y 30°C, siendo la óptima de 25°C; durante su desarrollo necesita buena intensidad de luz. Si se presentan temperaturas menores de 14°C se detiene su crecimiento, y si estas temperaturas frescas permanecen hasta la floración, las flores femeninas pueden abortar (Guenko, 1983).

Humedad

Es una planta con elevados requerimientos de humedad, debido a su gran superficie foliar, siendo la humedad relativa óptima durante el día del 60-70% y durante la noche del 70-90%. Sin embargo, el exceso de humedad durante el día puede reducir la producción, al disminuir la transpiración y en consecuencia la fotosíntesis. Para humedades superiores al 90% y con atmósfera saturada de vapor de agua, las condensaciones sobre el cultivo o el goteo procedente de la cubierta, pueden originar enfermedades fúngicas. Además un cultivo mojado por la mañana empieza a trabajar más tarde, ya que la primera energía disponible deberá cederla a las hojas para poder evaporar el agua de su superficie (Caldari, 2007).

Luminosidad

El pepino es una planta que crece, florece y fructifica con normalidad incluso en días cortos (con menos de 12 horas de luz), aunque también soporta

elevadas intensidades luminosas y mayor cantidad de radiación solar, mayor es la producción (Caldari, 2007).

Requerimientos de suelo y fertilización

El pepino se adapta a cualquier tipo de suelo, prefiriendo los franco-arenosos con buen contenido de materia orgánica y drenaje. En cuanto al pH, está clasificado como una hortaliza moderadamente tolerante a la acidez, manifestando un rango de pH 6.8 – 5.5. Por lo que se refiere a la salinidad, está considerado como medianamente tolerante, con valores de 3840 a 2560 ppm (6 a 4 mmhos) (Maas, 1984).

El cultivo de pepino demanda cantidades específicas de nutrimentos según su etapa de desarrollo en que se encuentre, el elemento que más extrae la planta es el potasio (K), seguido del nitrógeno (N), calcio (Ca) y fósforo (P). La mayor cantidad de los nutrientes son absorbidos durante la fructificación y maduración (Navarrete, 2005).

Asgrow (1984), menciona que el cultivo de pepino responde favorablemente a elevados niveles (óptimos) de fertilización, notificado que los requerimientos de fertilizantes pueden variar, dependiendo del tipo de suelo y otros factores. Para ello cualquier programa de fertilización debe iniciarse con un análisis de suelo antes de la siembra o plantación y así obtener mejores resultados de rendimiento.

Plagas y enfermedades

En el cultivo de pepino, se sugiere utilizar un adecuado calendario de aplicación de insecticidas para todos los insectos plaga, y, sobre todo, para los chupadores, ya que son los causantes primarios de los virus (Valadez, 1998).

Cuadro 1. Plagas y enfermedades en el cultivo de pepino.

| Plaga | Nombre científico | Control (N.C.)* | Dosis (l/ha) |
|----------------------------------|---|----------------------------------|--------------|
| Diabrotica | Diabrotica spp. | Folido M-50 | 1.0 |
| Pulga saltona | Epitrix cucumeris Harris | Paratión etílico | 1.0 |
| Mosquita blanca | Bemisia tabaci Gennadius | Trigard 75 | 0.5 |
| Chicharrita | Empoasca spp. | Folimat 1000 | 0.5 |
| Pulgón | Aphis gossypii Glover | Phosdrím | 0.3 |
| | Myzuz persicae Sulzer | Metasytox R-50 | 0.5 |
| Gusanos: | | | |
| Barrenador del fruto | Diaphania nitidalis Stoll | | 0.3kg |
| Falso medidor | Trichoplusia ni Hubner | Tamarón 600 | 1.0 |
| Minador de la hoja | Liriomyza sativae Blanchard | Lannate 90% Belmark 100 | 0.3kg |
| Enfermedad | Nombre científico | Control (N.C.)* | Dosis (l/ha) |
| Cenicilla polvorienta | Erysiphe cichoracearum | Manzate-200 | 1.5 |
| Cenicilla vellosa | DC | Maneb | 1.5 |
| | Pseudoperonospora | Zineb | 1.5 |
| Antracnosis | cubensis Berk. Y Curt. Colletotrichum lagenarium (Pass.) Ell. Y Halst. | Dyrene 50 Cvs. Resistentes | 2-3 |
| VIRUS | | | |
| Mosaico del pepino (VMP) | | Cvs. Resistentes | |
| Mosaico de la sandía (VMS) | | | |
| Mancha angular del tabaco (VMAT) | | | |

(Valadez, 1998)

Generalidades del cultivo de melón

Origen e Historia

Para el melón, *Cucumis melo* L., su lugar de origen no está establecido, ya que algunas autoridades en la materia sugieren su procedencia de África, mientras que otras el oeste de Asia. Otra fuente relata que el melón, posiblemente es procedente de la India, el Sudan o los desiertos Iraníes. Era ya conocido al comienzo de la era cristiana y que 300 años más tarde se encontraba muy extendido por Italia.

El melón es una de las hortalizas de mayor importancia en México. La superficie ocupada por este cultivo a nivel nacional es de 38,446 hectáreas anuales (promedio de 1990-1998) con una media nacional de rendimiento de 15.2 toneladas por hectárea, siendo los estados más importantes por su superficie sembrada Sonora, Michoacán, Colima y Durango (Claridades Agropecuarias, 2000).

Clasificación taxonómica

Según USDA (2004) el melón (*Cucumis melo* L.) botánicamente, se puede clasificar de la siguiente manera:

| | |
|--------------------|------------------------------|
| Reino | Plantae |
| Subreino | Tracheobionta |
| Superdivisión | Spermatophyta |
| División | Magnoliopsida (cotiledóneas) |
| Subclase | Dilleniidae |
| Orden | Violales |
| Familia | Cucurbitaceae |
| Género | Cucumis |
| Especie | melo |
| Nombre común: | melón |
| Nombre científico: | <i>Cucumis melo</i> L. |

Características botánicas

Raíz

La raíz principal de la planta llega a medir hasta 1 m de profundidad y según Cartasheva (citado por Valadez, 1998), las raíces secundarias son más largas que la principal, llegando a medir hasta 3.5 m y ramificándose abundantemente. Su región de exploración y absorción se encuentra entre los 40 y 45 cm de profundidad. Guenko menciona que el sistema radicular del melón está más desarrollado que el de pepino y menos que el de la sandía, con lo que coincide Valadez (1993).

Tallo

El melón tiene un tallo trepador herbáceo, con hojas parecidas a las del pepino, alguna vez lobuladas, recubiertas, como el tallo, de pelos espinosos. (Antonio, 1999).

El tallo está compuesto de 3-5 ramificaciones, que parten de las axilas de las hojas, emergiendo la primera a partir de la quinta a la sexta hoja. La longitud de las ramificaciones varía desde 1.0 – 4.0 m, son más cortas que las de la sandía, pero más precoces (FDA, 1995).

Hoja

Las hojas son simples, grandes, alternas, de 5 a 7 lóbulos, su tamaño varía de acuerdo a la variedad, tienen un diámetro de 8 a 15 cm; además de un largo peciolo de 4 a 10 cm con nervaduras prominentes y limbo recortado, son ásperas al tacto y tienen un zarcillo en cada axila de la hoja (Hernández, 1992).

Flor

Las flores pueden ser monosexuales (es decir, tener solamente órganos femeninos o masculinos) o hermafroditas. Las plantas son generalmente monoicas (los órganos masculinos y femeninos separados en la misma planta) y a veces dioicas (órganos masculinos y femeninos en la misma flor).

Según observaciones botánicas realizadas en el melón, las flores masculinas pueden encontrarse tanto solas como en grupos, en las axilas de las

hojas (a veces en grupos de 2-3 flores) en las axilas correspondientes a las ramificaciones de segunda y cuarta clase (FDA, 1995).

Fruto

El fruto del melón es de forma y color muy variada, según las variedades, con pulpa de color anaranjado más o menos intenso, o blanco o verde (Antonio, 1999).

Según Tiscomia (1989) los frutos pueden ser redondos u oblongos, de cascara lisa, rugosa o reticulada, por lo general de color amarillo, anaranjado o verde. La pulpa o punto en su madurez es blanda, perfumada o casi inodora, dulce y acuosa.

Semilla

Ocupan la cavidad central del fruto, inserta sobre el tejido placentario, son fusiformes, aplastadas y de color blanco o amarillento. En un fruto pueden existir entre 200 a 600 semillas. Pueden contener en 1 g entre 22 y 50 semillas, según las variedades (Maroto, 1989).

Las semillas son delgadas, con una longitud promedio de 8 mm y por lo general son de color crema (Valadez, 1998).

Requerimientos de clima

Temperatura

El melón es una hortaliza de clima cálido, por lo cual no tolera heladas. Para que exista una buena germinación de las semillas debe de haber temperaturas mayores de 15°C, siendo el rango óptimo de 24°C a 30°C, la temperatura ideal para el desarrollo debe oscilar en un rango de 18°C a 30°C, con máximas de 32°C y mínimas de 10°C (Valadez, 1998).

Cuando el fruto se encuentra en la etapa de maduración debe de haber una relación de temperaturas durante el día y la noche, es decir, en el día deben de registrarse temperaturas altas (>30°C) y días muy iluminados o largos para favorecer la tasa fotosintética. Y por la noche deben de presentarse temperaturas

frescas (15.5° a 18°C) para que disminuya la respiración de las plantas (Valadez, 1998).

Requerimientos de suelo

El melón no es muy exigente aunque prefiere los terrenos ricos, profundos, mullidos, con buena reserva de agua, sobre todo, es fundamental que el suelo este bien aireado y que en el no estanque el agua (Maroto, 1989).

El melón se desarrolla en cualquier tipo de suelo, pero prefiere los franco-arenosos, cuyo contenido de materia orgánica y drenaje sea bueno. Esta hortaliza está clasificada como ligeramente tolerante a la acidez, ya que se desarrolla en un pH 6.8 - 6.0; cabe mencionar que con pH muy ácido puede presentarse un disturbio fisiológico llamado "amarrillamiento ácido". En lo que respecta a la salinidad, está clasificado como mediana y baja tolerancia presentando valores de 2560 ppm (4 mmho) (Valadez, 1998).

Plagas y enfermedades

Cuadro 2. Plagas y enfermedades en el cultivo de melón.

| Plagas | Nombre Técnico | Nombre Comercial | Dosis en 20 litros de agua | Periodo de carencia (días) |
|---|----------------|------------------|----------------------------|----------------------------|
| Vaquita <i>Diabrotica speciosa</i> | Carbamato | Sevin | 30 g | 3 |
| | Cipertmetrina | Polytrin | 20 ml | 3 |
| | Deltametrina | Decis | 15 ml | 2 |
| | Fenitrothion | Sumithion | 20 ml | 7 |
| Mosca blanca <i>Bemisia sp.</i> | Imidacloprid | Confidor | 10 ml | 7 |
| | Cipermetrina | Polytrin | 20 ml | 3 |
| | Thiamethoxan | Actara | 6 ml | 3 |
| Oruga de la fruta <i>Diaphania sp</i> | Cipermetrina | Polytrin | 20 ml | 3 |
| | Dertametrina | Decis | 15 ml | 2 |
| Pulgón <i>Aphis gossypii</i> | Imidacloprid | Confidor | 10 ml | 7 |
| | Cipermetrina | Polytrin | 20 ml | 3 |
| | Thiamethoxan | Actara | 6 ml | 3 |
| Minador de la hoja <i>Liriomyza huidobrensis</i> | Cipermetrina | Polytrin | 20 ml | 3 |
| | Derttamestrina | Decis | 15 ml | 2 |
| Acaro <i>Tetranychus sp</i> | Fenpropatrina | Danitol | 15 ml | 1 |
| | Abamectina | Vertimec | 15 ml | 3 |

| Enfermedades | Nombre Técnico | Nombre Comercial | Dosis en 20 litros de agua | Periodo de carencia (días) |
|---|--------------------|------------------|----------------------------|----------------------------|
| Oidio (<i>Sphaerotheca</i> y <i>Erysiphe</i>) | Chlorothalonil | Daconil | 40 g | 7 |
| | Tebuconazole | Folicur | 40 g | 15 |
| | Difeconazole | Score | 3 g | 14 |
| | Tiofanato metilico | Topsin | 20 g | 1 |
| | Triadimenol | Bayfidan | 8 g | 15 |
| Mildiu (<i>Pseudoperonospora cubensis</i>) | Chlorothalonil | Daconil | 40 g | 7 |
| | Captan | Captan | 80 cc | 7 |
| | Metalaxil+Mancozeb | Ridomil Gold MZ | 50 g | 7 |
| | Mancozeb | Dithane M-45 | 50 g | 7 |
| Cancro gomoso de tallo <i>Micosphaerella melonis</i> | Tiofanato metilico | Topsin | 40 g | 1 |
| | Chlorothalonil | Daconil | 40 g | 7 |
| Antracnosis (<i>Collectotrichum lagenarium</i>) | Oxícloruro Cu | Cupravit azul | 60 g | 1 |
| | Tebuconazole | Folicur | 50 cc | 15 |

(CENTAPAR, 2000)

Clorofila

La clorofila en la hoja está estrechamente relacionada con la concentración de Nitrogeno y por lo tanto, refleja el estado nutricional con respecto a este importante nutriente. El N₂ es necesario para la síntesis de la clorofila y como parte de esta molécula, está involucrado en el proceso de la fotosíntesis (Salisbury y Ross, 1992; Potash and Phosphate Institute, 1997). Cantidades adecuadas de N₂ en la planta, producen hojas de color verde oscuro debido a que estas tienen alta concentración de clorofila. El pigmento verde de la clorofila absorbe la energía de la luz necesaria para iniciar la fotosíntesis (Rincón y Ligarreto, 2010).

Una forma para determinar el nitrógeno foliar en forma rápida, es mediante el medidor de clorofila Minolta SPAD 502 (Soil Plant Analysis Development) que mide el índice de verdor, el cual está directamente relacionado con el contenido de clorofila en las hojas de la planta. Este equipo portátil permite evaluar indirectamente y en forma no destructiva el contenido de clorofila en la hoja por medio de la luz transmitida a través de la hoja en 650 nm y 940 nm. Su utilización ha dado resultados satisfactorios en cuanto a la evaluación del estado nutricional de N₂ en varios cultivos (Sainz y Echeverría, 1998; Caires *et al.*, 2005).

Novoa y Villagrán (2002) al evaluar el uso de un medidor portátil de clorofila SPAD 502, en el cultivo de maíz, observaron que, los valores del medidor de clorofila están altamente correlacionados con el contenido de N. Indicando que el medidor de clorofila puede ser una herramienta fácil de usar para detectar en el campo niveles críticos de N en hojas de maíz.

Tecnología de producción

Acolchado plástico

Este método se introdujo en la década de 1950 y desde entonces se ha convertido en un importante método de control de malezas para muchos productores, contribuyendo de manera significativa a la viabilidad económica de los cultivos para los agricultores en todo el mundo (Takakura y Fang, 2002).

Los beneficios reportados para los cultivos desarrollados con acolchado en los que se incluyen, adelanto de las cosechas, incremento en los rendimientos, mayor calidad en la producción, incremento de la temperatura del suelo, uso eficiente de agua y fertilizantes y menor competencia de los cultivos con las malezas (Munguía *et al.*, 2000).

Para el acolchado de suelo actualmente se utilizan diferentes tipos de plástico variando en espesor y color, dependiendo de las necesidades del cultivo y la región, ya que cada uno de estos materiales posee diferentes características dando lugar a efectos diferentes sobre los cultivos (Rajapakse *et al.*, 1999). Entre los polímeros aplicados a la agricultura se destaca al polietileno de baja densidad por las características de flexibilidad y bajo precio.

Beneficios en el uso de acolchados plásticos

- Precocidad del cultivo e incremento de la producción comercializable.
- Mejora de calidad de las producciones.
- Mejor aprovechamiento del agua de riego.
- Menor lixiviación de los abonos minerales.
- Previene las infestaciones de malezas.
- Optimiza el agua y fertilizantes (Cortes, 2002)

Influencia en la humedad.

Hanlon y Hochmuth (1989) reportan que los acolchados plásticos en conjunto con el riego por goteo reducen la pérdida de humedad de los suelos y decrecen los requerimientos de los riegos.

Influencia de la temperatura

El efecto de la temperatura del suelo está fuertemente influenciado por el tipo de plástico (ya sea por la composición química y por la coloración del mismo).

Splittoesser y Brown (1991) señalan que generalmente, la temperatura del suelo se incrementa por varios grados bajo películas transparentes durante el día. Este incremento puede variar (2 a 10° C), de acuerdo a la estación, tipo de suelo, cantidad e intensidad lumínica y la humedad del suelo.

Mientras que en la noche la diferencia de temperatura entre el suelo cubierto y el suelo desnudo es menor (2 a 4°C).

Influencia en la nutrición de las plantas

El acolchado influye sobre la temperatura y humedad del suelo, actúa sobre las propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo como son: la actividad de la microflora, adsorción de cationes y textura; promoviendo así la nitrificación y la disponibilidad de nutrientes en el suelo para la planta. Por lo tanto, los suelos cubiertos con plástico retienen mayor nivel de minerales solubles y los nutrimentos aportados en el suelo no son arrastrados a capas profundas (Serrano, 1990).

Control de plagas y enfermedades

El acolchado de suelos con plástico plateado ahuyenta a los insectos vectores de virosis, como la mosquita blanca, debido a la reflexión de la luz, evitando la transmisión de enfermedades virósicas por lo menos cuando el follaje de la planta no cubre totalmente el plástico. El plástico negro y el blanco son efectivos también para el control de virosis pero en menor proporción.

Influencia de la precocidad y rendimiento

Lamont (1993) menciona que el melón presenta mejores rendimientos cuando se utilizan acolchado verde o azul comparado al negro con un aumento

medio del 35% en la producción comercial de la fruta. La producción más baja del melón comercial fue cosechada de las plantas desarrolladas en el acolchado blanco y negro.

Cubiertas flotantes

La aplicación de cubiertas flotantes en hortalizas es una técnica habitual para conseguir precocidad empleado ampliamente en cultivo de melón (González *et al.*, 2000). Estas son láminas de materiales plásticos (polietileno de baja densidad, polipropileno y poliésteres) que se colocan sobre el cultivo después de la siembra o la plantación y se van elevando con su crecimiento.

Las cubiertas flotantes o mantas térmicas crean un microclima favorable para las plantas en una época y zona determinada del crecimiento y con ello, se favorece una calidad más homogénea, mayores calibres y cierta precocidad (1 a 2 semanas de protección). También disminuye la necesidad de tratamientos fitosanitarios.

En general es una técnica de bajo costo y fácil de utilizar que puede ir sobre flotando sobre el cultivo o sujeta con hilos o alambres para formar una especie de microtúnel.



Figura 1. Cubierta Flotante

Microtúneles

Son estructuras semicirculares y sencillas, cubiertas con plásticos que producen el efecto invernadero deseado en los cultivos de porte bajo. Los

pequeños túneles tienen como objetivo principal aumentar la precocidad en la plantación, protege contra frío, viento o heladas, mayor eficiencia de abonos y riego, además protege de plagas y enfermedades.



Figura 2. Microtúnel.

Acolchados plásticos fotodegradables

El sistema más desarrollado es la fabricación de plásticos fotodegradables, iniciado probablemente en Israel a finales de los años setenta (Gilead, 1979) citado por (Maroto, 2008) y consiste en utilizar en el proceso de fabricación del plástico la incorporación de moléculas órgano-metálicas que ajustadas a cada polímero actúan en primera fase como estabilizadores de las propiedades del plástico, pero, al recibir un periodo de irradiación determinado, se activan e inician el proceso de degradación tanto mecánicamente (de manera que la película plástica pierde elasticidad y comienza a fraccionarse), como químicamente (reduciéndose la cadena del polímero poco a poco hasta formar CO₂ y H₂O).

La fotoactivación es más rápida, naturalmente, en climatologías muy iluminadas que en circunstancias con limitación de la luz, por lo que la degradación variará con la zona en la que se utilizan los plásticos. Actualmente se fabrican plásticos fotodegradables para acolchado cuya duración en condiciones normales pueden durar hasta 28 semanas (Perrella *et al.*, 1983) citado por (Maroto, 2008).

Fotodegradación

El mecanismo de fotodegradación va aunado a la degradación térmica, ya que los plásticos al exponerse a la radiación también se genera calentamiento o aumento de temperatura. Esta degradación térmica se realiza de dos formas, en primer lugar se da la escisión en los enlaces causando una reducción del peso molecular del polímero y en segundo lugar la incisión de la cadena generando productos volátiles (Murata *et al.*, 2002).

La longitud de onda más perjudicial de la radiación solar es la ultravioleta UV, el espectro de la radiación solar se da a diferentes rangos y tiene una diversidad de efectos para los diferentes tipos de plástico; por ejemplo, para el polietileno la degradación del mismo se da en una longitud de onda de alrededor de 300 nm, mientras que para el polipropileno está en los 370 nm (Martin *et al.*, 2003). Aunque gran parte de la radiación solar es absorbida por la atmósfera, la UV comprendida entre los 280 y 400 nm llega a la superficie terrestre. La energía que genera esta radiación va de 72 a 100 Kcal, lo cual es suficiente para producir la ruptura de los enlaces covalentes y ocasionar el amarillamiento y fragilidad de los polímeros orgánicos.

Los plásticos llamados fotodegradables reciben este nombre, porque estos enlaces se catalizan por la luz visible, los factores que controlan la tasa de fotodegradación es importante para las aplicaciones tecnológicas de estos materiales; ya sea que hablemos de fotodegradación como de degradación térmica. Los mecanismos fundamentales de degradación de los polímeros están basados en los mismos principios, la única diferencia que existe entre ambos, es que la foto degradación tiene lugar a una velocidad más rápida que la degradación térmica (Tolentino *et al.*, 2013).

Existen dos maneras de obtener polímeros fotodegradables: (1) Introduciendo en el polímero grupos funcionales sensibles a la radiación ultravioleta como los grupos carbonilo, mediante la modificación del polímero o la copolimerización con monómeros portadores del grupo carbonilo (como cetonas

vinílicas) y (2) introduciendo aditivos fotosensibles, catalizadores y peroxidantes que aceleren el proceso de degradación.

La fotodegradación empieza con la producción del macro-radical (P') en las regiones amorfas del sustrato polimérico. Este radical reacciona rápidamente con el oxígeno para dar el radical peróxido (POO'), que extrae un átomo de hidrógeno de la cadena principal del polímero para producir un grupo hidroperóxido (POOH). Este grupo está fuertemente adherido, de manera que se producen los radicales altamente reactivos que permiten continuar el ciclo de degradación de la cadena en el polímero. El ciclo termina cuando se combinan dos radicales. Los plásticos contienen algunas imperfecciones que permiten reaccionar con la energía entregada por los rayos ultravioletas y eso puede llevar a cabo la degradación, lo que indica una tendencia natural a su desintegración (Tolentino *et al.*, 2013).

El factor condicionante para la fotodegradación es la presencia de luz para activar el proceso. Por lo tanto, los materiales enterrados en los rellenos sanitarios, bajo nieve y ocultos a la luz no se fotodegradan. La fotodegradación de los plásticos es útil para productos agrícolas y para una parte de la basura que queda en la superficie (aquella que flota en las aguas). Hay preocupación con respecto a las aplicaciones en agricultura, por los efectos de los productos formados por la fotodegradación del material que quedan en el suelo (López y Lira, 2013).

La fotodegradación en presencia de oxígeno da lugar a la fotodegradación oxidativa, este tipo de degradación que es la principal causa de deterioro de los polímeros en los climas tropicales y tiene como agente fundamental la radiación solar desde 2,800 Å, pues las radiaciones de menor longitud de onda son filtradas por las capas superiores de la atmósfera, aproximadamente el 70% de la radiación solar llega a la Tierra. Esta energía solar está además sujeta a diferentes condiciones como son el lugar del planeta (continente, océano, país, etc.), la época del año (estación del año), el momento del día (noche, mañana, tarde) y el estado climatológico (lluvia, nublados, soleados) (López y Lira, 2013)

III.- MATERIALES Y MÉTODOS

Localización y características del sitio experimental.

El experimento se llevó a cabo en el ciclo de Verano de 2013, el cultivo de pepino se estableció del día 23 de agosto, en el campo Experimental Las Encinas del Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA), las coordenadas son las siguientes: 25°27'37.90" N, 100°58'9.33" O, con una altitud de 1193 msnm. (Google Earth) (Consultado el 19 de septiembre del 2013).

Clima

De acuerdo a la clasificación climática realizada por Köppen, y modificada por (García, 1987) para adaptarlas a la República Mexicana, el clima de Saltillo, Coahuila se define como seco estepario, cuya fórmula climática es BsoK (x') (e).

Dónde:

Bso = Es el más seco de los BS con un coeficiente de P/T menor que 22.9

K= Templado con verano cálido con temperatura media anual entre 12 y 18°C

x' = Régimen de lluvias intermedio entre verano e invierno.

e= Extremoso con oscilación anual de las temperaturas medias mensuales entre 7 y 14°C

La temperatura y precipitación medias anuales son de 18°C y de alrededor de 365 mm, respectivamente. Los meses más lluviosos son de junio a septiembre.

La evaporación promedio mensual es de 178 mm; los valores más altos se alcanzan en los meses de mayo junio con 236 y 234 mm, respectivamente.

El cultivo de melón se estableció el día 17 de julio de 2013 en Santa Fe, municipio de Zaragoza Coahuila, con las siguientes coordenadas: 28°26'52.70" N, 100°54'16.27" O, con una altitud de 368 msnm (Google Earth) (Consultado el 18 de septiembre del 2013).

Clima

Al este, sureste y noreste se registran en el municipio climas de subtipos secos semicálidos; la temperatura media anual es de 22 a 24°C y la precipitación media

anual se encuentra en el rango de los 300 a 400 milímetros. En el centro del municipio y en su parte este y oeste se presentan precipitaciones de 400 a 500 milímetros anuales, con régimen de lluvias en los meses de abril a noviembre.

Establecimiento del experimento

Preparación del terreno en el cultivo de pepino

Se preparó con un paso de arado de discos y después se pasó la rastra para obtener un suelo libre de terrones, y posteriormente se trazaron las camas con una encamadora, las medidas fueron de 1.80 m entre centro y centro de cada cama y una longitud de surcos de 20 m, el ancho de cama fue de 0.60 m.

Riego

El sistema de riego fue por goteo, para su instalación se utilizó tubo de PVC de 1 ½ pulgadas y cintilla de $\frac{5}{8}$ de polietileno para la distribución del agua a través de los surcos. El sistema de abastecimiento se realizó con 6 tinacos de 1100 litros y se hicieron las conexiones adecuadas para adaptar el sistema. Debido a la diferencia de alturas entre los tinacos y el campo experimental la cintilla recibió la presión adecuada para el riego.

Al inicio de cada cintilla se colocó una llave de paso para controlar la humedad según los requerimientos de cada tratamiento. La distancia entre goteros fue de 0.3048 m.

Colocación de los acolchados plásticos

Las películas se sortearon al azar en cada una de las repeticiones, esto para permitir la aleatorización de los acolchados plásticos, el tratamiento en suelo desnudo se dejó en un solo surco abarcando las tres repeticiones ya que en este sistema fue más frecuente el requerimiento de humedad, también se dejaron dos surcos, uno en cada extremo de los tratamientos los cuales se acolcharon con polietileno convencional, esto para el efecto de orilla. Las películas se instalaron de forma manual, distribuyéndolas al azar para cada uno de los tratamientos.

Siembra

Al final de la instalación del acolchado, se procedió a trazar las distancias de las perforaciones en donde fueron colocadas las semillas. Las perforaciones se realizaron con un tubo caliente, al final se realizó la siembra y tapado de semilla a una profundidad de 2 cm colocando dos semillas por orificio para asegurar la emergencia.

Material genético

Se estableció el híbrido Dasher II, que origina plantas vigorosas, su tipo de floración es ginoica y su precocidad es temprana (58 días). El fruto es de forma erecta y ligeramente aplanada con dimensiones 20 x 6 cm, uniforme, corteza verde oscuro. Es resistente al virus del mosaico del pepino (MVC), Cladosporium, Oidio, Mildiu, Antracnosis, Pseudomonas, también es resistente a las altas temperaturas (FDA, 1995).

Fertilización

La fertilización se realizó con la fórmula 240-200-200, la cual fue repartida en 18 aplicaciones durante el desarrollo del cultivo, la primera aplicación fue a la aparición de la segunda hoja verdadera y a partir de ahí se realizaron 2 aplicaciones por semana.

Deshierbes

El control de malezas entre camas se hizo manualmente, a medida que fue saliendo la mala hierba. Los principales deshierbes se dieron en el testigo que fue el que presentó mayor maleza, posteriormente al irse degradando la película se realizaba el deshierbe en la zona rasgada.

Preparación del Terreno en el cultivo de melón.

Esta actividad se hizo en forma mecánica con las siguientes labores: barbecho, rastreo y nivelación. Las camas se hicieron con una acolchadora, la cual colocó simultáneamente la cinta de riego y el acolchado plástico.

Riego

El sistema de riego ya estaba establecido, se realizó un riego pesado de 12 horas, posteriormente los riegos y horas de aplicación se realizaron de acuerdo a la demanda del cultivo según su etapa fenológica, esto se realizó con la ayuda de tensiómetros que se colocaron en el cultivo de melón.

La colocación del sistema de riego fue mecánica, Se utilizó cinta de riego por goteo calibre 6000 (T-Tape), con 30.5 cm de espaciamiento entre emisores y un gasto por emisor de 0.98 LPH. Se colocó una cinta por hilera de plantas por cama.

Colocación del acolchado plástico

El plástico se colocó junto con la cintilla de riego con una acolchadora. El plástico tenía perforaciones a una distancia de 30 cm.

Siembra

Al final de la instalación del acolchado, se realizó la siembra y la semilla se enterró a una profundidad de 2 cm colocando 1 semillas por orificio, en los casos de que no emergió se sembró de nuevo.

Material genético

La casa de semilla es Harris Moran y el híbrido de la semilla de melón fue Expedition F1.

Es un melón grande para las etapas de frío a calor, su tipo es Cantaloupe, el color del melón es acamaronado con red cerrada por fuera, en el interior firme de color naranja, su tamaño es de 2 a 3 Kg, son frutos redondos o ligeramente ovalados.

Fertilización

La fertilización se realizó con la fórmula 120-60-60, la aplicación por semana fue de 3.7 Kg de Triple 18 y 1.5 Kg de urea, la primera aplicación fue a la aparición de la segunda hoja verdadera y a partir de ahí se realizaron 2 aplicaciones por semana.

Consideraciones Estadísticas

Los datos fueron analizados usando el paquete SAS 9.2, PROC GLM (SAS Inst., Cary, North Carolina, EU).

En el cultivo de pepino el diseño experimental utilizado fue el de bloques al azar, con 8 tratamientos y 3 repeticiones por tratamiento. Cada repetición estuvo formado por surcos de 6 m y un pasillo de 1 m entre cada tratamiento (Cuadro 3).

Cuadro 3 Plano de distribución de los tratamientos en el cultivo de pepino



Cuadro 4. Tratamientos y descripción en el cultivo de pepino.

| Tratamientos | Descripción | Simbología |
|---------------|---|------------|
| Tratamiento 1 | Testigo 1 (Surco sin acolchado) | TEST |
| Tratamiento 2 | Acolchado negro de polietileno convencional de baja densidad) | AN |
| Tratamiento 3 | Acolchado rojo (69% PE+23% TiO+8%pigmento) | AR8% |
| Tratamiento 4 | Acolchado rojo (66% PE+22% TiO+12% pigmento) | AR12% |
| Tratamiento 5 | Acolchado azul (69% PE+23% TiO+8% pigmento) | AA8% |
| Tratamiento 6 | Acolchado azul (66% PE+22% TiO+12% pigmento) | AA12% |
| Tratamiento 7 | Acolchado verde (69% PE+23% TiO+8% pigmento) | AV8% |
| Tratamiento 8 | Acolchado verde (66% PE+22% TiO+12%pigmento) | AV12% |

En el cultivo de melón el diseño experimental utilizado fue el de bloques al azar, con cuatro tratamientos y 3 repeticiones. Cada repetición estuvo formada por surcos de 6 m y un pasillo de 1 m entre cada tratamiento (Cuadro 5).

Cuadro 5. Plano de distribución de los tratamientos en el cultivo de melón

| | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|
| A | R1 | A | R2 | A | R3 |
| AC | R1 | AC | R2 | AC | R3 |
| AM | R1 | AM | R2 | AM | R3 |
| T | R1 | T | R2 | T | R3 |

Cuadro 6. Tratamientos y descripción en el cultivo de melón.

| Tratamientos | Descripción | Simbología |
|---------------|---------------------------------------|------------|
| Tratamiento 1 | Testigo 1 (Surco sin acolchado) | T |
| Tratamiento 2 | Acolchado negro | A |
| Tratamiento 3 | Acolchado negro más microtúnel | AM |
| Tratamiento 4 | Acolchado negro más cubierta flotante | AC |

Parámetros de observación en pepino

Variables de crecimiento y desarrollo

Área foliar

Se realizó la medición a los 25, 35, 45 y 55 días después de la siembra, se tomó una planta por repetición seleccionada al azar y se midió cada una de las hojas para sacar el total de área foliar de toda la planta, esta actividad se desarrolló con la ayuda del equipo (LI-3100, LI-COR, Inc Lincoln, Nebraska E.U).

Peso fresco de la planta

Se realizó la medición a los 25, 35, 45 y 55 días después de la siembra, tomando al azar una planta para cada repetición y se obtuvo la media para estimar el dato para cada tratamiento. Las plantas fueron separadas en hojas y tallos, posteriormente se pesaron con una báscula digital y la suma de las dos masas sirvió para obtener el peso fresco de la planta.

Longitud de planta

Se realizó la medición a los 25, 35, 45 y 55 días después de la siembra seleccionando dos plantas al azar por repetición, la medición se obtuvo midiendo desde la base del tallo hasta la inserción de la última hoja, con la ayuda de una cinta del sistema métrico nacional.

Medición de clorofila

Se realizó la medición a los 25, 35, 45 y 55 días después de la siembra, seleccionando diez plantas al azar por cada repetición, se tomó el contenido de clorofila por planta y se obtuvo la media entre las diez plantas para cada tratamiento. Esta medición se realizó usando un equipo SPAD 502 de Minolta.

Degradación de la película

Este dato se tomó a los 25, 35, 45, 55 y 85 días después de la siembra. Se midió visualmente con una escala de cero a cien, el cero indica que no hay degradación, es decir, las camas están completamente cubiertas y el cien indica degradación completa.



Figura 3. Fotodegradación de las películas plásticas.

Evaluación de rendimiento

Se realizó en cada cosecha, cuando los frutos estuvieron en estado maduro y presentaron las características del material genético utilizado, para la cuantificación se realizaran dos cosechas por semana, se obtuvo la media por repetición para obtener el rendimiento por hectárea. Para esta variable se obtuvo el rendimiento precoz que se obtuvo en las primeras dos semanas después de la

primera cosecha, el rendimiento comercial que fueron los frutos con características bien presentables y de tamaño aceptable, el rendimiento rezaga o no comercial son frutos pequeños y deformes o con algún desperfecto y al final se calculó el rendimiento total.

Temperatura de suelo

Este dato se determinó entre la segunda y tercera planta de cada repetición (para este caso solo se tomaron en dos repeticiones) tomando la temperatura registrada en las camas a una profundidad de 10 cm. Se determinó durante la estación de crecimiento del cultivo mediante termopares de cobre constatan (0.6 mm de diámetro) conectados a un data logger (CR23X; Campbell Scientific, Logan, Utah, USA) conectado a un multiplexor (AM25T; Campbell, Scientific). El data logger se programó para registrar temperaturas cada 10 segundos y almacenarlas en promedio por día y se tomó en cuenta la media diaria.

Parámetros evaluados en el cultivo de melón

Peso seco de la planta

Se realizó a los 34 días después de la siembra, tomando al azar una planta por repetición y se sacó la media para estimar el dato para cada tratamiento. Las plantas se secaron en una estufa de aire caliente a 70°C durante 48 horas, posteriormente se pesaron en una báscula digital para obtener el peso seco de la planta.

Medición de clorofila

Se realizó a los 34 días después de la siembra, seleccionando diez plantas al azar por repetición, se tomó el contenido de clorofila por planta y se sacó la media entre las diez plantas por repetición. Esta medición se hizo usando un equipo SPAD 502 de Minolta.

Rendimiento precoz

La producción acumulada durante la primera semana de cosecha se clasificó como rendimiento precoz. La cosecha se realizó manualmente cuando los frutos presentaron una coloración amarilla.

Evaluación de rendimiento

Se realizó en cada cosecha, cuando los frutos se encontraron en estado maduro y presentaron las características adecuadas, para la cuantificación se realizaron las cosechas cada tercer día, se obtuvo la media para cada repetición y para cada tratamiento para obtener el rendimiento por hectárea. Para esta variable se obtuvo el rendimiento comercial que son frutos con características bien presentables y de tamaño aceptable, el rendimiento rezaga o no comercial son frutos pequeños y deformes o con algún desperfecto y al final se calculó el rendimiento total.

Temperatura de suelo

Este dato se determinó entre la segunda y tercera planta de cada repetición (para este caso solo se tomó en una repetición por tratamiento) tomando la temperatura registrada en las camas a una profundidad de 10 cm. Se determinó durante la estación de crecimiento del cultivo mediante termopares de cobre constatan (0.6 mm de diámetro) conectados a un data logger (CR23X; Campbell Scientific, Logan, Utah, USA) conectado a un multiplexor (AM25T; Campbell, Scientific). El data logger se programó para registrar temperaturas cada 10 segundos y almacenarlas en promedio por día y se toma en cuenta la media diaria.



Figura 4. Películas de acolchado fotodegradables.

IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variables en el cultivo de pepino

Variables de crecimiento

Peso fresco de la planta

En el cuadro 7 se muestran las medias del peso fresco de la planta en cuatro muestreos efectuados en el cultivo de pepino. A los 25 y 35 dds, el tratamiento AV12% registró estadísticamente el mayor valor de peso fresco de planta en los dos primeros muestreos con 51.85 y 74.66 g/planta, sin embargo este tratamiento fue estadísticamente similar a los tratamientos AV8% y AR12%, estos tratamientos a la vez fueron estadísticamente similares al resto de los tratamientos estudiados, el peso fresco de la planta siguió la misma tendencia en ambas fechas de muestreo. En el tercer y cuarto muestreo no hubo diferencia estadística entre los tratamientos en el peso fresco, pero es de destacarse que cuantitativamente los mayores valores de peso fresco de la planta en todos los muestreos se obtuvieron en suelo acolchado con respecto al testigo. En el valor promedio el tratamiento AV8% registró un valor superior de peso fresco de la planta respecto al testigo (115.65 g/planta vs 55.08 g/planta). Los resultados del presente estudio concuerdan por los resultados obtenidos por García (2004), quien muestra que las plantas de pepino crecidas con acolchado, superaron a las que crecieron en suelo desnudo ($p \leq 0.05$) en la acumulación de peso seco de planta en cuatro muestreos efectuados.

Cuadro 7. Comparación de medias para el peso fresco de la planta (g/planta) en el cultivo de pepino, a los 25, 35, 45 y 55 días después de la siembra (dds), ciclo primavera-verano 2013, Saltillo, Coahuila.

| Tratamiento | 25 dds | 35 dds | 45 dds | 55 dds | Promedio |
|-------------|----------|----------|-----------|-----------|----------|
| AN | 23.38 bc | 33.66 bc | 142.81 ab | 174.55 ab | 93.60 ab |
| AR8% | 28.01 bc | 40.33 bc | 163.28 ab | 199.56 ab | 107.79 a |
| AR12% | 34.49 ab | 49.66 ab | 108.82 ab | 133.00 ab | 81.49 ab |
| AA8% | 25.23 bc | 36.33 bc | 138.22 ab | 168.94 ab | 92.19 ab |
| AA12% | 22.68 bc | 32.66 bc | 121.98 ab | 149.09 ab | 81.61 ab |
| AV8% | 37.73 ab | 54.33 ab | 166.75 a | 203.80 a | 115.65 a |
| AV12% | 51.85 a | 74.66 a | 137.39 ab | 167.93 ab | 107.96 a |
| Testigo | 17.82 c | 25.66 c | 79.58 b | 97.26 b | 55.08 b |
| P | 0.0006 | 0.0006 | 0.0719 | 0.0719 | 0.0302 |
| C.V. (%) | 22.06 | 22.06 | 25.07 | 25.07 | 20.98 |

Tratamientos con la misma literal en cada columna son iguales entre sí, Tukey ($p \leq 0.05$)

Longitud de guía primaria

En el cuadro 8 se muestra la comparación de medias para la longitud de guía primaria en el cultivo de pepino. En el primer, segundo y tercer muestreo en general, hubo un comportamiento estadísticamente similar siendo el tratamiento con menor longitud de guía primaria el testigo con valores de 17.24 cm, 24.83 cm y 56.00 cm respectivamente, siendo el AV12% el tratamiento con los valores más altos de 48.38 cm y 69.66 cm en el primer y segundo muestreo, respectivamente. Sin embargo en el tercer muestreo el tratamiento con mayor crecimiento de guía primaria fue el AV8% con un valor de 98.33 cm mostrando diferencia significativa respecto a todos los tratamientos. En el último muestreo que se realizó a los 55 dds el AN registró estadísticamente el mayor valor de longitud de guía primaria con 146.50 cm, sin embargo este tratamiento fue estadísticamente similar a los tratamientos AR12% y AR8% con valores de 138 cm y 137 cm, estos tratamientos a su vez fueron estadísticamente similares al AA8%, pero cabe resaltar que en los cuatro muestreos realizados los acolchados fotodegradables mostraron un mayor desarrollo en la longitud de guía primaria en comparación con el testigo. En promedio el tratamiento AV12% registró un valor superior de longitud de guía primaria respecto al testigo (83.92 cm vs 52.39 cm). Los resultados del presente

estudio concuerdan con los obtenidos por Becerra (2014) quien trabajando el cultivo de pepino, utilizando acolchados fotodegradables encontró un mayor crecimiento de guía primaria en los tratamientos con acolchado fotodegradable en los primeros tres muestreos. Al igual que Ramírez (2011) quien trabajando en los cultivos de melón y sandía, utilizando acolchados fotoselectivos encontró un mayor crecimiento de guía primaria en los tratamientos con acolchado que en suelo desnudo.

Cuadro 8. Comparación de medias para la longitud de guía primaria (cm) en el cultivo de pepino, a los 25, 35, 45 y 55 días después de la siembra (dds), ciclo primavera-verano 2013, Saltillo, Coahuila.

| Tratamiento | 25 dds | 35 dds | 45 dds | 55 dds | Promedio |
|-------------|---------|---------|---------|-----------|----------|
| AN | 29.46 d | 42.43 d | 77.50 d | 146.50 a | 73.97 c |
| AR8% | 32.87 c | 47.33 c | 82.00 c | 137.00 ab | 74.80 c |
| AR12% | 32.86 c | 47.33 c | 82.50 c | 138.00 ab | 75.17 c |
| AA8% | 29.63 d | 42.66 d | 77.50 d | 131.00 bc | 70.20 d |
| AA12% | 26.15 e | 37.66 e | 67.00 e | 122.50 cd | 63.33 e |
| AV8% | 41.90 b | 60.33 b | 98.33 a | 115.50 de | 79.01 b |
| AV12% | 48.38 a | 69.66 a | 91.66 b | 126.00 c | 83.92 a |
| Testigo | 17.24 f | 24.83 f | 56.00 f | 111.50 e | 52.39 f |
| P | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| C.V. (%) | 2.71 | 2.71 | 1.45 | 2.62 | 1.70 |

Tratamientos con la misma literal en cada columna son iguales entre sí, Tukey ($p \leq 0.05$)

Diámetro de tallo

En el cuadro 9 se muestra el diámetro de tallo durante los cuatro muestreos. A los 25 dds los tratamientos más destacados fueron el AV8% y AV12% con valores de 0.67 cm y 0.63 cm, respectivamente. Siendo estos tratamientos estadísticamente similares a los tratamientos AR8%, AR12% y al AA12%. Los demás tratamientos fueron estadísticamente iguales ya que obtuvieron un diámetro de tallo de 0.57 cm, mostrando inferioridad con respecto al AV8% y AV12%. En el segundo muestreo realizado a los 35 dds se observa que el

AV8% tiene un mayor diámetro de tallo, pero es estadísticamente similar al AV12% y al AR12%, entre estos tratamientos se muestra diferencia significativa en comparación a los cinco tratamientos restantes, cabe mencionar que cuantitativamente los tratamientos con menor diámetro de tallo fueron el testigo y el AN. No hubo diferencia estadística entre los tratamientos en el diámetro de tallo a los 45 y 55 dds, pero cuantitativamente los mayores valores se obtuvieron en el tratamiento AV8% con un valor de 0.98 cm y en el AA8% con un valor de 1.02 cm, en el tercer y cuarto muestreo respectivamente. En promedio los tratamientos fueron estadísticamente similares, el AV8% fue el tratamiento con mayor desarrollo de guía primaria, siendo el AN y los acolchados fotodegradables superiores cuantitativamente al testigo.

Cuadro 9. Comparación de medias para el diámetro del tallo (mm) en el cultivo de pepino, a los 25, 35, 45 y 55 días después de la siembra (dds) ciclo primavera-verano 2013, Saltillo, Coahuila.

| Tratamiento | 25 dds | 35 dds | 45 dds | 55 dds | Promedio |
|-------------|--------|--------|--------|--------|----------|
| AN | 0.57 | 0.82 | 0.94 | 0.98 | 0.82 |
| AR8% | 0.59 | 0.86 | 0.91 | 0.83 | 0.79 |
| AR12% | 0.63 | 0.91 | 0.79 | 0.84 | 0.79 |
| AA8% | 0.58 | 0.85 | 0.84 | 1.02 | 0.82 |
| AA12% | 0.60 | 0.83 | 0.85 | 1.01 | 0.83 |
| AV8% | 0.64 | 0.93 | 0.98 | 0.88 | 0.86 |
| AV12% | 0.63 | 0.90 | 0.95 | 0.90 | 0.84 |
| Testigo | 0.57 | 0.82 | 0.81 | 0.91 | 0.78 |
| P | NS | NS | NS | NS | NS |
| C.V. (%) | 3.46 | 3.19 | 10.36 | 11.15 | 5.18 |

Tratamientos con la misma literal en cada columna son iguales entre sí, Tukey ($p \leq 0.05$)

Área foliar

En el cuadro 10 se muestra la comparación de medias para el área foliar en cuatro muestreos que se realizaron en el cultivo de pepino. A los 25 y 35 dds el tratamiento AV12% registró la mayor área foliar con un valor de 1178.5 y 1697.1

cm²/planta respectivamente, sin embargo este tratamiento es estadísticamente similar a los tratamientos AV8%, AR12%, AR% y AA8%, estos tratamientos a su vez fueron estadísticamente similares a los tratamientos establecidos pero cabe resaltar que el testigo cuantitativamente es el tratamiento con menor área foliar. En el tercer muestreo el tratamiento AV8% y AR8% registraron el mismo valor de área foliar con 2395.5 cm²/planta, sin embargo todos los tratamientos de acolchado no mostraron diferencia significativa entre sí, siendo el testigo el tratamiento que mostró diferencia significativa en comparación con los tratamientos AV8% y AR8%. A los 55 dds no se mostraron diferencias significativas entre los tratamientos pero cabe resaltar que el tratamiento con valores cuantitativamente mayores fue el AA8% con un valor de 4930.4 cm²/planta, siendo el testigo el tratamiento con menor área foliar en todos los muestreos. En promedio no se mostró diferencia significativa entre los tratamientos pero cabe resaltar que el tratamiento con mayor área foliar fue el AV12% con un valor de 2018.9 cm²/planta, siendo el testigo el tratamiento con menor área foliar durante todo el ciclo. Los resultados del presente estudio coinciden con los obtenidos por Ibarra *et al.* (2008), quien realizó un trabajo en el cultivo de papa, encontrando que los tratamientos acolchados registraron mayor cantidad de área foliar que el suelo desnudo al considerar el promedio de cuatro muestreos. Al igual que Torres (2002), en el cultivo de frijol obtuvo una mayor área foliar en los tratamientos acolchados de colores, siendo el testigo el tratamiento con menor área foliar. Ibarra y Rodríguez (1991), indican que el acolchado aumenta la temperatura del suelo beneficiando al cultivo, provocando un efecto invernadero, consecutivamente mejorando el crecimiento.

Cuadro 10. Comparación de medias para el área foliar (cm²/planta) en el cultivo de pepino, a los 25, 35, 45 y 55 días después de la siembra (dds), ciclo primavera-verano 2013, Saltillo, Coahuila.

| Tratamiento | 25 dds | 35 dds | 45 dds | 55 dds | Promedio |
|-------------|----------|-----------|-----------|--------|----------|
| AN | 554.0 b | 797.8 b | 2051.7 ab | 2746.9 | 1537.6 |
| AR8% | 620.1 ab | 893.0 ab | 2395.5 a | 2423.7 | 1583.1 |
| AR12% | 794.7 ab | 1144.4 ab | 1598.1 ab | 2440.6 | 1494.5 |
| AA8% | 597.2 ab | 858.5 ab | 1662.5 ab | 4930.4 | 2011.9 |
| AA12% | 566.4 b | 815.6 b | 1751.3 ab | 3282.8 | 1604.0 |
| AV8% | 868.3 ab | 1250.3 ab | 2395.5 a | 3089.0 | 1900.8 |
| AV12% | 1178.5 a | 1697.1 a | 2020.4 ab | 3179.7 | 2018.9 |
| TEST | 402.9 b | 580.2 b | 1172.7 b | 2716.8 | 1218.2 |
| P | 0.0096 | 0.0096 | 0.0111 | NS | NS |
| C.V. (%) | 28.02 | 28.02 | 19.59 | 38.30 | 21.95 |

Tratamientos con la misma literal en cada columna son iguales entre sí, Tukey ($p \leq 0.05$)

Contenido de clorofila

En el contenido de clorofila no se encontraron diferencias significativas en los muestreos realizados a los 25, 35, 45 y 55 dds, en promedio el tratamiento con mayor contenido de clorofila en unidades SPAD fue el AA12% y cuantitativamente el testigo presentó un menor contenido de clorofila en unidades SPAD (Cuadro 11). Estos resultados concuerdan en parte con los obtenidos por Becerra (2014) en cultivo de pepino con el uso de acolchados fotodegradables, que indica que no presentaron diferencias significativas a los 25 y 45 dds, siendo el testigo sin acolchar el que registró el menor contenido de unidades SPAD en comparación con los tratamientos establecidos.

Cuadro 11. Comparación de medias para la clorofila en unidades SPAD en el cultivo de pepino, a los 25, 35, 45 y 55 días después de la siembra (dds), ciclo primavera-verano 2013, Saltillo, Coahuila.

| Tratamiento | 25 dds | 35 dds | 45 dds | 55 dds | Promedio |
|-------------|--------|--------|--------|--------|----------|
| Testigo | 44.07 | 44.10 | 42.60 | 44.93 | 44.06 |
| AN | 45.00 | 45.76 | 44.47 | 44.76 | 45.00 |
| AR8% | 44.90 | 45.86 | 44.53 | 44.40 | 44.90 |
| AR12% | 44.16 | 44.90 | 43.17 | 45.03 | 44.16 |
| AA8% | 44.96 | 45.63 | 43.70 | 45.53 | 44.96 |
| AA12% | 45.40 | 46.60 | 44.47 | 45.16 | 45.40 |
| AV8% | 44.80 | 45.30 | 44.50 | 44.66 | 44.80 |
| AV12% | 44.60 | 46.10 | 44.47 | 43.36 | 44.63 |
| P | NS | NS | NS | NS | NS |
| C.V. (%) | 1.64 | 1.96 | 3.78 | 1.86 | 1.64 |

Tratamientos con la misma literal en cada columna son iguales entre sí, Tukey ($p \leq 0.05$)

Temperatura de suelo

En el cuadro 12 se muestran la comparación de medias en la temperatura máxima del suelo en el cultivo de pepino a los 15, 30, 45 y 60 dds. A los 15 dds la temperatura máxima del suelo fue cuantitativamente superior en los tratamientos con acolchado, respecto al testigo donde se obtuvo el valor más bajo con una temperatura de 27.32°C teniendo diferencia significativa con respecto al AN que registro 4.94°C más. A los 30 dds la temperatura máxima se mantuvo en el AN con una temperatura de 30.81°C, los demás tratamientos junto con el testigo no presentaron diferencias significativas, siendo estadísticamente similares. A los 45 dds sigue con una mayor temperatura el AN con 28.93°C, siguiéndole el AA8% con una temperatura de 25.59°C, siendo este tratamiento estadísticamente similar a los otros acolchados fotodegradables e incluso al testigo, en esta fecha el tratamiento con menor temperatura fue el AR12% con 23.48°C. A los 60 dds no se mostraron diferencia significativa entre los tratamientos establecidos, pero cabe mencionar que durante toda la temporada del cultivo de pepino el AN siempre se

mantuvo por encima de los tratamientos establecidos. Los resultados del presente estudio concuerdan con los resultados obtenidos por Ramírez (1999), quien observó que las temperaturas máximas se registraron en los acolchados de colores y el AN superó en temperatura máxima al testigo en el cultivo de sandía.

Cuadro 12. Comparación de medias para el promedio de temperaturas máximas del suelo a los 15, 30, 45 y 60 días después de la siembra (dds) en el cultivo de pepino, ciclo primavera-verano 2013, Saltillo, Coahuila.

| Tratamiento | 15 dds | 30 dds | 45 dds | 60 dds |
|-------------|----------|---------|----------|--------|
| AN | 32.26 a | 30.81 a | 28.93 a | 27.41 |
| AR8% | 28.05 c | 26.51 b | 24.28 bc | 23.75 |
| AR12% | 28.04 c | 26.25 b | 23.48 c | 24.29 |
| AA8% | 28.54 bc | 27.25 b | 25.59 b | 25.90 |
| AA12% | 27.93 c | 26.60 b | 24.10 bc | 23.37 |
| AV8% | 30.44 ab | 26.69 b | 24.73 bc | 27.22 |
| AV12% | 28.30 bc | 26.20 b | 24.23 bc | 26.17 |
| Testigo | 27.32 c | 26.68 b | 24.90 bc | 24.98 |
| P | 0.0048 | 0.0001 | 0.0006 | NS |
| C.V. (%) | 2.86 | 1.30 | 2.15 | 4.07 |

Tratamientos con la misma literal en cada columna son iguales entre sí, Tukey ($p \leq 0.05$)

En el cuadro 13 se muestran las medias para la temperatura mínima del suelo. No hubo diferencia estadística entre los tratamientos en la temperatura mínima del suelo a los 15 dds, pero es de destacarse que cuantitativamente los mayores valores de temperatura mínima del suelo se obtuvieron en los acolchados en comparación al testigo. A los 30 y 45 dds todos los tratamientos fueron estadísticamente similares en la temperatura mínima a excepción del testigo que fue estadísticamente inferior al resto de los tratamientos estudiados. A los 60 dds el AN junto con el AA8%, AV12%, AR8% y AV8% fueron los tratamientos con mayor temperatura mínima, estos tratamientos a su vez fueron estadísticamente similares al AR12% y AA12%, quedando el testigo en último lugar con una temperatura de 21.25°C. Los resultados del presente estudio concuerdan con los resultados obtenidos por Alvarado y Castillo (1999), reportan que las temperaturas

mínimas se mantienen de 2 a 3°C por arriba con el uso de acolchados plásticos en comparación con el testigo sin acolchar.

Cuadro 13. Comparación de medias para el promedio de temperaturas mínimas del suelo a los 15, 30, 45 y 60 días después de la siembra (dds) en el cultivo de pepino, ciclo primavera-verano 2013, Saltillo, Coahuila.

| Tratamiento | 15 dds | 30 dds | 45 dds | 60 dds |
|-------------|---------|---------|---------|----------|
| AN | 22.00 a | 25.15 a | 24.84 a | 25.99 a |
| AR8% | 21.65 a | 24.46 a | 23.67 a | 25.06 a |
| AR12% | 20.84 a | 24.88 a | 23.94 a | 24.09 ab |
| AA8% | 22.76 a | 24.73 a | 23.88 a | 25.59 a |
| AA12% | 21.52 a | 24.21 a | 23.78 a | 23.83 ab |
| AV8% | 21.72 a | 24.92 a | 24.13 a | 24.97 a |
| AV12% | 21.24 a | 24.91 a | 24.09 a | 25.34 a |
| Testigo | 20.44 a | 21.40 b | 20.23 b | 21.25 b |
| P | 0.2583 | 0.1049 | 0.0102 | 0.0115 |
| C.V. (%) | 4.40 | 3.12 | 3.04 | 3.27 |

Tratamientos con la misma literal en cada columna son iguales entre sí, Tukey ($p \leq 0.05$)

En el cuadro 14 se muestran las temperaturas medias del suelo en el cultivo de pepino. A los 15 dds el AN registró una temperatura media de 26.62°C mostrando diferencia significativa en comparación al testigo, pero este tratamiento a su vez es estadísticamente similar al resto de los tratamientos a excepción del AA8%. A los 30 dds el AN siguió la misma tendencia siendo el tratamiento con mayor temperatura media, así mismo el AA8% es estadísticamente similar al AN. Los tratamientos restantes fueron similares estadísticamente, no mostrando diferencias significativas entre sí. A los 45 dds el AN presentó la mayor temperatura con 23.79°C teniendo diferencia significativa con respecto al resto de los tratamientos establecidos. Pero cabe mencionar que el testigo fue el tratamiento con menor temperatura media con 20.77°C. A los 60 dds el acolchado AN obtuvo diferencia significativa en comparación de AR8% (22.98°C vs 20.46°C) pero este tratamiento registró un comportamiento estadísticamente similar a los tratamientos establecidos incluyendo al testigo. Los resultados de este estudio concuerdan con los de Castillo (1998) quien observó que las temperaturas medias del suelo bajo diferentes acolchados de polietileno de baja y alta densidad,

transparente y de colores (blanco, gris humo, negro, aluminizado, verde, azul, coextruido blanco-negro y café-negro) se mostraron superiores al testigo sin acolchar en el cultivo de brócoli.

Cuadro 14. Comparación de medias para el promedio de temperaturas medias del suelo a los 15, 30, 45 y 60 días después de la siembra (dds) en el cultivo de pepino, ciclo primavera-verano 2013, Saltillo, Coahuila.

| Tratamiento | 15 dds | 30 dds | 45 dds | 60 dds |
|-------------|----------|----------|----------|----------|
| AN | 26.62 a | 24.12 a | 23.79 a | 22.98 a |
| AR8% | 23.96 bc | 21.96 b | 21.17 cd | 20.46 b |
| AR12% | 23.44 c | 21.66 b | 21.14 cd | 21.93 ab |
| AA8% | 24.68 b | 22.75 ab | 22.03 b | 22.31 ab |
| AA12% | 23.13 c | 21.86 b | 21.11 cd | 22.98 ab |
| AV8% | 23.50 bc | 21.80 b | 21.60 bc | 21.60 ab |
| AV12% | 23.33 c | 21.67 b | 21.04 cd | 21.83 ab |
| TEST | 22.92 c | 20.84 b | 20.77 d | 20.75 ab |
| P | 0.0001 | 0.0116 | 0.0001 | 0.0507 |
| C.V. (%) | 1.22 | 1.53 | 1.53 | 2.57 |

Tratamientos con la misma literal en cada columna son iguales entre sí, Tukey ($p \leq 0.05$)

Degradación del plástico

La degradación presente en las diversas películas evaluadas, fue determinada visualmente y comparativamente con las películas al momento de ser colocados los acolchados. En el cuadro 15 se muestra el porcentaje de degradación de las películas plásticas durante las cuatro fechas de muestreo y al final del ciclo del cultivo. En el primer muestreo los tratamientos AR12%, AV12% y AA12% mostraron un mayor estado de degradación con los siguientes porcentajes 36%, 31.33% y 27.67%, respectivamente, el AV8% fue el tratamiento que tuvo un menor porcentaje de degradación. A los 35 dds los tratamientos AR12%, AV12% y AA12% al igual que en el primer muestreo mostraron un mayor porcentaje de degradación, siendo el AR12% el tratamiento con mayor porcentaje de degradación con 51.67%. Y el AV8% con tan solo 8.33% de degradación. El tercer muestreo se realizó a los 45 dds el tratamiento AR12% presentó mayor degradación con un porcentaje de 73%, siendo estadísticamente similar a los

tratamientos AV12%, AR8% y AA12%. A los 55 dds los acolchados fotodegradables fueron estadísticamente similares. Cuantitativamente el tratamiento con la mayor y menor degradación fueron el AR12% y AV8% (75.33% vs 28.33%). El último muestreo se realizó a los 85 dds, se observa diferencia significativa en los tratamientos AR12% y AR8% con respecto al AV8% (78.33%, 73.33% vs 35%, respectivamente). El AV8% fue el tratamiento que durante todo el ciclo mostró la menor degradación al contrario el AR12% fue el tratamiento que mostró los mayores valores de degradación. El AN no presentó degradación alguna en el transcurso del ciclo del pepino.

Cuadro 15. Comparación de medias en la degradación de películas (%) en el cultivo de pepino, a los 25, 35, 45, 55 y 85 días después de la siembra (dds), ciclo primavera-verano 2013, Saltillo, Coahuila.

| Tratamiento | 25 dds | 35 dds | 45 dds | 55 dds | 85 dds |
|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| AN | 0.0 c |
| AR8% | 24.33 ab | 35.00 ab | 48.33 a | 58.33 a | 73.33 a |
| AR12% | 36.00 a | 51.67 a | 73.00 a | 75.33 a | 78.33 a |
| AA8% | 22.00 ab | 31.67 ab | 41.67 ab | 50.00 a | 58.33 ab |
| AA12% | 27.67 a | 40.00 a | 48.33 a | 60.00 a | 68.33 ab |
| AV8% | 5.67 bc | 8.33 bc | 15.00 b | 28.33 ab | 35.00 b |
| AV12% | 31.33 a | 45.00 a | 51.67 a | 56.67 a | 68.33 ab |
| P | 0.0004 | 0.0004 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| C.V. (%) | 22.84 | 23.04 | 18.08 | 18.23 | 12.77 |

Tratamientos con la misma literal en cada columna son iguales entre sí, Tukey ($p \leq 0.05$)

Rendimiento precoz, comercial, rezaga y total.

En el cuadro 16 se muestra el rendimiento precoz, comercial, rezaga, y total del cultivo de pepino. Los resultados obtenidos en el rendimiento precoz reportado para las primeras dos semanas de cosecha fue por el tratamiento AV8% con mayor producción con 31.14 ton/ha, mostrando diferencia significativa en comparación del testigo que obtuvo un rendimiento de 18.82 ton/ha, siendo el testigo estadísticamente similar a los demás tratamientos

En rendimiento comercial, se mostraron los valores más altos en los tratamientos AV12% y AV8% con valores de 42.49 y 42.19 ton/ha, siendo estos tratamientos estadísticamente similares a los demás acolchados fotodegradables junto con el AN y estos a su vez fueron estadísticamente similares al testigo. Cabe mencionar que cuantitativamente el testigo fue el tratamiento con menor rendimiento comercial con un valor de 25.74 ton/ha.

El tratamiento con mayor producción rezaga fue el AA8% con un valor de 8.25 ton/ha siendo uno de los tratamientos con mayor producción total, el AA12% y el AN fueron los tratamientos cuantitativamente con menor rezaga con valores de 4.54 y 4.14 ton/ha, siendo estadísticamente similares los demás tratamientos a excepción del AA8%.

En rendimiento total los tratamientos acolchados fueron cuantitativamente mayores al testigo, sin embargo, los tratamientos AV12%, AV8% y AA8% mostraron un rendimiento total superior con valores de 48.15, 47.79 y 45.02 ton/ha, respectivamente. Pero es de destacarse que la mayoría de los acolchados fotodegradables obtuvieron un mayor rendimiento que el AN a excepción del AA12% que registró 2.56 ton/ha menos. El testigo fue el tratamiento que cuantitativamente mostró un menor rendimiento precoz, comercial y total a excepción del rendimiento rezaga. En el rendimiento total el testigo registró un valor de 31.41 ton/ha, teniendo una diferencia de producción menor de 16.74 ton/ha comparándolo con el AV12%. Nuestros resultados de rendimiento coinciden con los de Rodríguez (2008) que reporta un mayor rendimiento con el uso de acolchado en el cultivo de melón.

Tales aumentos en los rendimientos pueden deberse a que las plantas con acolchado proporcionan condiciones más favorables a los cultivos por mayor retención de humedad y la baja evaporación, García (1996), mayor temperatura de suelo y además un mejor aprovechamiento de los nutrimentos ya que su pérdida por lixiviación se minimiza.

Cuadro 16. Comparación de medias para el rendimiento precoz, comercial, rezaga, y total en (ton/ha) en el cultivo de pepino, ciclo primavera-verano 2013, Saltillo, Coahuila.

| Tratamiento | Rendimiento (ton/ha) | | | |
|-------------|------------------------|-----------|---------|----------|
| | Precoz | Comercial | Rezaga | Total |
| AN | 24.66 ab | 36.46 ab | 4.54 b | 41.01 ab |
| AR8% | 25.51 ab | 36.94 ab | 6.04 ab | 42.98 ab |
| AR12% | 23.93 ab | 38.03 ab | 5.32 ab | 43.35 ab |
| AA8% | 24.47 ab | 36.77 ab | 8.25 a | 45.02 a |
| AA12% | 22.13 ab | 34.31 ab | 4.14 b | 38.45 ab |
| AV8% | 31.14 a | 42.19 a | 5.60 ab | 47.79 a |
| AV12% | 28.34 ab | 42.49 a | 5.66 ab | 48.15 a |
| TEST | 18.82 b | 25.74 b | 5.66 ab | 31.41 b |
| P | 0.0074 | 0.0805 | 0.0064 | 0.0084 |
| C.V. (%) | 16.71 | 12.94 | 18.24 | 11.06 |

Tratamientos con la misma literal en cada columna son iguales entre sí, Tukey ($p \leq 0.05$)

Variables en el cultivo de melón

Variables de crecimiento

Peso seco de planta

En el cuadro 17 se muestra la comparación de medias para el peso seco de planta realizado a los 34 dds. Los tratamientos que registraron cuantitativamente un mayor peso seco de planta fueron el ACF y el testigo con un peso de 13.12 g y 13.06 g respectivamente, estos tratamientos a su vez fueron estadísticamente similares al AMT, siendo este tratamiento similar al ACF. El acolchado plástico en combinación con microtúnel o cubierta ha mostrado que puede incrementar el crecimiento, rendimiento total y la precocidad de varias especies hortícolas (Wells y Loy, 1985) citado por Ibarra *et al.*(1999) porque mejora la distribución de la humedad en el suelo, incrementa la temperatura de aire y suelo y provee protección contra heladas (1 a 3 °C) (Parker y Bird, 1979;Wells y Loy, 1985), citado por Ibarra *et al.*(1991) creando un microclima favorable para el crecimiento de algunas especies.

Cuadro 17. Comparación de medias para el peso seco de la planta (g) en el cultivo de melón, a los 34 días después de la siembra (dds), ciclo primavera-verano 2013, Zaragoza, Coahuila.

| Tratamiento | PSP (g) (34 dds) |
|-------------|---------------------|
| AN | 13.12 a |
| ACF | 11.63 b |
| AMT | 12.57 ab |
| TEST | 13.06 a |
| P | 0.0751 |
| C.V. (%) | 3.97 |

Tratamientos con la misma literal en cada columna son iguales entre sí, Tukey ($p \leq 0.05$)

Contenido de clorofila

En la evaluación de la clorofila en unidades SPAD a los 34 dds, se observó una diferencia significativa entre los tratamientos AMT y testigo en comparación del ACF, siendo el AN estadísticamente similar a los tratamientos mencionados

anteriormente (Cuadro 18). Estos resultados concuerdan en parte con los obtenidos por Ramírez (2011) en cultivo de melón con el uso de acolchados fotoselectivos, que indica que se presentaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$), siendo el testigo sin acolchar el que registró el menor contenido de unidades SPAD en comparación con las plantas crecidas en los tratamientos acolchados.

Cuadro 18. Comparación de medias para la medición de la clorofila en unidades SPAD a los 34 días después de siembra (dds) en el cultivo de melón, ciclo primavera-verano 2013, Zaragoza, Coahuila.

| Tratamiento | Clorofila (34 dds) |
|-------------|-----------------------|
| AN | 28.96 ab |
| ACF | 31.36 a |
| AMT | 28.00 b |
| TEST | 27.43 b |
| P | 0.1120 |
| C.V. (%) | 4.74 |

Tratamientos con la misma literal en cada columna son iguales entre sí, Duncan ($p \leq 0.05$)

Temperatura de suelo

En el cuadro 19 se muestra el promedio de las temperaturas máximas, mínimas y medias del suelo en el cultivo de melón durante los primeros 30 dds. La temperatura máxima del suelo fue superior en los tratamientos AN, ACF y AMT, en comparación con el testigo que obtuvo la temperatura máxima promedio más baja con 30.94°C. Los resultados presentados provienen de una repetición.

El AMT obtuvo cuantitativamente la mayor temperatura mínima, superando con 3.77°C al testigo y 1.17°C mayor que el AN. Los resultados del presente estudio concuerdan por los resultados obtenidos por Ibarra *et al.* (2004), El testigo registró 4.2 °C menos que los tratamientos cubiertos por microtúnel. Las temperaturas de suelo registradas fueron benéficas, ya que los tratamientos con acolchado solo o con acolchado más microtúnel registraron mayor rendimiento que el testigo, sin acolchado ni cubierta.

Cuadro 19. Promedio de temperaturas máximas, mínimas y medias durante los 30 días después de la siembra (dds) en el cultivo de melón, ciclo primavera-verano 2013, Zaragoza, Coahuila.

| Tratamiento | Max | Min | Prom |
|-------------|-------|-------|-------|
| A | 34.32 | 27.30 | 30.52 |
| ACF | 35.67 | 28.29 | 31.46 |
| AMT | 35.12 | 28.47 | 31.52 |
| TEST | 30.94 | 24.70 | 27.57 |

Rendimiento precoz, comercial, rezaga y total.

En el cuadro 20 se muestra el rendimiento precoz, comercial, rezaga y total del cultivo de melón. En los resultados obtenidos correspondientes al rendimiento precoz reportado durante la primera semana de cosecha el AMT mostró diferencia significativa respecto a los demás tratamientos establecidos obteniendo una producción precoz de 29.32 ton/ha, y el testigo que solo tuvo una producción precoz de 5.78 ton/ha siendo cuantitativamente el testigo el tratamiento con menor producción precoz.

En rendimiento comercial los tratamientos de AN, ACF y AMT obtuvieron un rendimiento estadísticamente similar, pero cabe resaltar que cuantitativamente el AN obtuvo la mayor producción comercial con 65.73 ton/ha, el testigo registró una producción de 36.74 ton/ha. En el rendimiento rezaga no hubo diferencia significativa entre la producción de los tratamientos, aunque se observó una superioridad de rendimiento en el AMT en comparación con el ACF.

En el rendimiento total en el cultivo de melón los tratamientos AMT, AN y ACF mostraron un rendimiento superior con una producción de 72.46, 72.42 y 62.74 ton/ha, respectivamente, es de destacarse que con los tratamientos establecidos se obtuvo un mayor rendimiento total en comparación con el testigo el cual obtuvo una producción de 44.17 ton/ha. Los resultados del presente estudio concuerdan con los resultados obtenidos por Ibarra *et al.* (1999), indican

que el melón con acolchado plástico negro más microtúnel con un periodo de 32 días logran un mayor rendimiento temprano y total.

Cuadro 20. Comparación de medias para el rendimiento precoz, comercial, rezaga y total (ton/ha) en el cultivo de melón, ciclo primavera-verano 2013, Zaragoza, Coahuila.

| Tratamiento | Rendimiento (ton/ha) | | | |
|-------------|----------------------|-----------|--------|----------|
| | Precoz | Comercial | Rezaga | Total |
| AN | 11.081 b | 65.73 a | 6.681 | 72.42 a |
| ACF | 12.369 b | 62.74 a | 0.000 | 62.74 ab |
| AMT | 29.321 a | 62.22 a | 10.234 | 72.46 a |
| TEST | 5.748 b | 36.74 b | 7.433 | 44.17 b |
| P | 0.063 | 0.1847 | NS | 0.2437 |
| C.V. (%) | 46.84 | 21.61 | 90.38 | 21.14 |

Tratamientos con la misma literal en cada columna son iguales entre sí, Duncan ($p \leq 0.05$)

V.- CONCLUSIONES

- ❖ Las películas plásticas normales y fotodegradables logran un incremento de temperatura en el suelo y a su vez un mayor crecimiento del cultivo y aumento en la producción con respecto al testigo.
- ❖ En el cultivo de pepino los acolchados presentaron una mayor producción total con respecto al testigo. Siendo el tratamiento AV12% el más sobresaliente en rendimiento total.
- ❖ La película fotodegradable que presentó una mayor degradación en el ciclo de pepino fue la AR12% pero no fue la mejor película fotodegradable con respecto a la producción total.
- ❖ El uso del acolchado negro y el acolchado negro más microtúnel, presentaron una mayor producción total con respecto al testigo.
- ❖ El uso de acolchado negro más microtúnel favorece el crecimiento del cultivo de melón obteniendo un mayor rendimiento precoz.

VI.- BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Alvarado, P. y Castillo, H. 1999. Acolchado de suelo, mediante filmes de Polietileno. Revista el Agroeconómico de la Fundación Chile. 50: 47-52.
- Antonio Turchi, 1999. Guía de Práctica de Horticultura. Ed. Ceac. S.A. España, Barcelona.
- Becerra, R.J.A 2014. Evaluación del crecimiento vegetativo y rendimiento del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo acolchado con películas fotodegradables. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.
- Caldari, J.P. 2007. Manejo de la Luz en Invernaderos. Los beneficios de luz de calidad en el cultivo de hortalizas. I Simposio Internacional de Invernaderos – 2007 - México.
- CENTA, 2003. Cultivo del Pepino. Guía Técnica No 17.
- Centro Tecnológico Agropecuario en Paraguay, 2000. Características y Técnica de Producción de (LUNA YGUAZU). Una nueva variedad de melón para exportación.
- Claridades Agropecuarias, 2000. El melón y cebada.
- Cortes, M.J.M. 2002. Efecto del acolchado plástico de diferentes colores en la fotosíntesis y rendimiento en el cultivo de papa. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.
- Feuilloley, P., César, G., Benguigui, L y Grohens, Y. 2003. Biodégradation des films de paillage en polyéthylène: Conjecture ou réalité?. Colloque international: Produits biodegradable et environnement. Rouen, Francia.

- Fundación de Desarrollo Agropecuario (FDA), ING. 1995. Cultivo de melón. Boletín técnico No 7, Segunda Edición. Santo Domingo, República Dominicana.
- García, A.N.R. 2004. Efecto del acolchado plástico de diferentes colores en el crecimiento vegetativo y rendimiento en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L) en tres ciclos. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.
- García, C.A. 1996. Evaluación de película fotoselectivas para acolchado de suelos en el cultivo de pepino. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- García, E. 1987. Modificaciones al sistema de Clasificación Climática de Köepen. Cuarta edición. México, D.F.
- Guenko, G. 1983. Fundamentos de la horticultura Cubana. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba.
- Hernández, B. M. 1992. Análisis de las variables técnicas y de mercadeo a considerar en la exportación de melón de la comarca lagunera. Tesis Ingeniero Agrónomo. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.
- Hanlon, E.A and G.J. Hochmuth. 1989. Fertilizer recommendations for vegetables Gromn on Polyethylene mulch Proc. Nat. Arg. Plastics Cong. 21:165-171 Kansas State University, Manhattan.
- Ibarra, J. L. y A. Rodríguez P. 1991. Acolchado de suelos con películas plásticas. Primera edición. Editorial LIMUSA, S.A de C.V. México, D.F. 132 pp.
- Ibarra-Jiménez, L., Lira-Saldivar, R.H., Valdez, L.A., Lozano del Río, J. 2011. Colored plastic mulches affect soil temperature and tuber production of potato Acta Agriculturae Scandinavica Section B – Soil and Plant Science, 61: 365-371.

- Ibarra, J.L., Fernández, B.J.M., Rodríguez, H.S.A., Reyes, L.A., Díaz, P.J.C., Hernández, M. J.L. & Farías, L.J. Influencia del acolchado y microtúnel en el microclima y rendimiento de pimiento morrón y melón. 1999. Rec. Fitotec. Mex. Vol. 1-15.2000.
- Koutny, M., Sancelme, M., Dabin, C., Pichon, N., Delort, A., Lemaire, J. 2006. Acquired biodegradability of polyethylenes containing pro-oxidant additives. *Polymer Degradation and Stability* 91:1495-1503.
- Lamont, Jr., W.J. 1993. Plastic mulches of production of vegetable crops. *HortTech* 3:35-39.
- López, T.G., Lira. S.R.H. 2013. *Agroplasticultura sustentable*, Editorial Académica Española, 1° Edición.
- Maroto, B. J. V. 1989. *Horticultura herbácea especial*. Ediciones Mundi Prensa. 3a. Edición, revisada y ampliada. Impresa en España.
- Maroto, J. V. 2008. *Elementos de Horticultura General*. Tercera Edición. Ed. Mundi-Prensa. Barcelona, España.
- Maroto, J. V. 2002. *Elementos de Horticultura General*. Segunda Edición. Ed. Mundi-Prensa. Barcelona, España.
- Martin, J.W., Chin, J.W., Nguyen, T. 2003. Reciprocity law experiments in polymeric photo degradation: a critical review. *Progress in Organic Coatings*, 47: 292-311.
- Mass, C.V. 1984. Crop Tolerance. En *California Agriculture*. Vol. 38 (10): 20 – 21.
- Morales, V.C.F. 2008. Producción de tres variedades de melón (*Cucumis melo* L) con fertilización Orgánica, con composta con yeso y composta simple bajo condiciones de invernadero. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.

- Munguía, L.J., Quezada, M.R., M. De la Rosa, I.M., Cedeño, R.B. 2000. Effect of plastic mulch on growth of melon *Cucumis melo* L., "Laguna" hybrid, PHYTON. International Journal of Experimental Botany, 69: 37-44.
- Murata, K., Hirano, Y., Sakata, Y., Uddin, M.A. 2002. Basic study on a continuous flow reactor for thermal degradation of polymers. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 65: 71-90.
- Navarrete, G. R. 2005. Curvas de absorción de nutrientes en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L) bajo condiciones de campo.
- Novoa R, Villagran A. 2002. Evaluación de un instrumento medidor de clorofila en la determinación de niveles de nitrógeno foliar en maíz. Agricultura Técnica 62(1):165-171.
- Rajapakse, N.C., Young R.E., Mahon, M.J. 1999. Plant height control by photoselective filters: Current Status and future prospects, Hotechnology, 9: 618-624.
- Ramírez, R.J. 2011. Acolchados Fotoselectivos en el Crecimiento y Rendimiento de Melón (*Cucumis melo* L.) y Sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.) Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonia Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Rincón, C.A, Ligarrete, G.A. 2012. Relación entre nitrógeno foliar y el contenido de clorofila, en maíz asociado con pastos en el Piedemonte Llanero colombiano. Ciencia y Tecnología Agropecuaria. pp.122-128.
- Rodríguez, H.R. 2008. Acolchado plástico, temperatura del suelo, fotosíntesis y crecimiento en el cultivo de melón. (*Cucumis melo* L.). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.
- Sainz R.H., Echeverría H.E. 1998. Relación entre las lecturas del medidor de clorofila (Minolta SPAD 502) en distintos estadios del ciclo del cultivo de

- maíz y rendimiento del grano. *Revista de la Facultad de Agronomía* 103(1):37-44.
- Salisbury F.B, Ross CW. 1992. *Fisiología vegetal*. Editorial Iberoamericana. México DF.pp.319-338.
- Segura, D., Noguez, R., Espin, G. 2007. Contaminación Ambiental y Bacterias productoras de plástico biodegradables; *Biotecnología*, 14: 362-371.
- Serrano C.Z, 1990. *Técnicas de Invernadero*. PAO. Suministros gráficos, S. A. Sevilla España.
- Splittoesser, W. and J. E. Brown, 1991. Current Changes in Plasticulture For Crop Production. *Proc. Natl. Agric. Plastics. Congress.* 23. 241-251. Alabama University. Mobile, Alabama.
- Takakura, T., Fang, W. 2002. *Climate Under Cover—Digital Dynamic Simulation in Plant Bio-Engineering*, Second edition (Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic). Available online at:<http://ecaaser3.ecaa.ntu.edu.tw/weifang/cuc>.
- Trejo, S.L. 1999. El acolchado y las cubiertas flotantes en el desarrollo y rendimiento del pepino (*Cucumis sativus* L.). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Tiscomia, R. J. 1989. *Hortalizas de Fruto*. Ed. Albatros. Buenos Aires, República Argentina.
- Valadez, J.A. 1994. *Producción de Hortalizas*. Editorial Limusa S. A. De C. V. Cuarta Reimpresión, Méx.
- Valadez, J.A. 1998. *Producción de Hortalizas*. Editorial Limusa S. A. De C. V. Octava Reimpresión, Méx.
- Wells O. S.; Loy, J. B. 1985. Intensive vegetable production with row covers. *HortScience* 20(5): 822-825.

W. Zribi, J.M. Faci y R. Aragües. 2011, Vol. 107 (2), 148-162. Efectos del acolchado sobre la humedad, temperatura, estructura y salinidad de suelos agrícolas.

Zapata N. M., Cabrera P., Bañan S., Roth P. 1989. El melón. Ediciones Mundi-Prensa. Primera edición. Madrid España.

Páginas de internet.

<http://www.centa.gob.sv/docs/guias/hortalizas/Guia%20Pepino%202003.pdf>

<http://www.gowansemillas.com.mx/productosd.php?producto=116&idioma=3&categoria=29>