

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Influencia de Acolchados Foto Selectivos en el Cultivo de Pepino Pickle (*Cucumis sativus* L.)

Por:

**SALVADOR REYEZ CARRILLO**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Saltillo, Coahuila, México

Febrero de 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Influencia de Acolchados Foto Selectivos en el Cultivo de Pepino Pickle (*Cucumis sativus* L.)

Por:

**SALVADOR REYEZ CARRILLO**

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Aprobada

Dr. Luis Alonso Valdez Aguilar  
Asesor Principal

Dr. Luis Ibarra Jiménez  
Coasesor

Dr. Carlos Javier Lozano Cavazos  
Coasesor

Dr. Leobardo Bañuelos Herrera  
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Febrero de 2014

## **AGRADECIMIENTOS**

A **DIOS** que me ha permitido recorrer este camino y poder llegar hasta este lugar, por haberme puesto a las personas indicadas en este camino, por darme las experiencias más lindas en la vida y sobre todo, por haberme regalado esta chispa de vida la cual la he encontrado con muy gratos momentos y una sorpresa a cada instante, porque un suspiro, una sonrisa, una mirada y hasta una lagrima son las cosas más lindas que dios me ha regalado en esta breve estancia.

A mi **FAMILIA** que siempre fue un gran apoyo en los momentos difíciles a lo largo de este camino el cual no me fue fácil recorrer.

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** por permitirme formarme como profesionista. Por darme alimento y hogar, por dame una nueva familia grades amigos y por darme estos conocimientos que me alimentaran por el resto de la vida.

Al **Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA)**, por abrirme sus puertas y brindarme la oportunidad de realizar mi investigación de tesis y por todo el apoyo que recibí de esta institución

Al **Dr. Luis Ibarra Jiménez** por haberme permitido participar en este proyecto de investigación, por la confianza depositada en mí, por el apoyo que siempre recibí de su parte, por sus consejos, paciencia y comprensión para la realización de este trabajo de tesis.

AL **Dr. Luís Alonso Valdez Aguilar** por brindarme su ayuda en este proyecto, por haber me dedicado parte de su valioso tiempo, así como por sus consejos y aportaciones para poder iniciar y concluir este trabajo de tesis.

Al **Dr. Carlos Javier Lozano Cavazos** por aceptar formar parte de este proyecto y por su apoyo, dedicar parte de su tiempo y sus consejos para que se llevara a cabo este trabajo.

A **TODOS LOS PROFESORES** que formaron parte de mi preparación, porque de muchas maneras agregaron un granito de arena en mi carrera.

## DEDICATORIAS

*Son muchas las personas especiales a las que me gustaría agradecer su amistad, apoyo, ánimo y compañía en las diferentes etapas de mi vida. Algunas están aquí conmigo y muchas otras quizás ya solamente en mis recuerdos y en el corazón. Sin importar en donde estén o si alguna vez llegan a leer estas dedicatorias quiero darles las gracias por formar parte de mi vida durante mi estancia en la tierra por todas las cosas y enseñanzas que me han brindado y por todas sus bendiciones.*

A mis padres (**Juan Reyes Barragán y Mercedes Carrillo Carrera**) que siempre han sido lo mejor de mi vida y la dicha más grande es ser sus hijo, gracias porque siempre me han apoyado en mis planes y decisiones aunque algunas nos hayan distanciado físicamente.

**A mis hermanas**, Lucia, Antonia y Alejandra, por siempre darme el mejor de los ánimos y apoyo en la vida, las amo.

**A mis hermanos**, Roque, Cirilo, Pánfilo y Hugo, gracias por estar siempre conmigo en las buenas y en las malas y apoyarme siempre, los quiero.

**A todas mis amigas y amigos**, sin excluir alguno (a), pero en especial a Nidia Neydi Pérez Vázquez, Sofía Hernández Cruz, María Luisa Cid López, Lic. Carolina Salaz Ávila, Lic. María Ligia Memeces Cervantes Érica Alba Martínez, Lucia Fuentes Guardiola, Daniela Adán Adán, Marlen Vega Dorantes, Yocellin Vázquez Ibarra, Verónica Guadalupe Morales García, Eneida Adilene Pérez Velasco, María flora Ramos Sánchez, Cleotilde Hernandez Matias, Dra. Rosalinda Mendoza Villarreal, Rubicel Marroquín Pérez, Horacio Gonzales López, Ángel Cruz Altunar, Gustavo Cortez Hernández, Omar E. Ortiz Cervantes, Enrique Quintero Jiménez, Juan Carlos días Leiva, Rubén Hernández Ramírez, Dr. Luis Ibarra Jiménez, Dr. Luís Alonso Valdez Aguilar, Dr. Alberto Sandoval Rangel, Dr. Valentín Robledo Torres, Dr. Leobardo Bañuelos Herrera, Dr. Víctor Reyes Salaz, Dr. Marcelino Cabrera de la Fuente, Prof. José Rojas, gracias por todos los momentos que compartimos juntos, por todo el apoyo y en especial por sus amistad.

Al más especial de todos, a ti **Señor** que hiciste este sueño realidad, por todo el amor con el que me rodeas y por poner ángeles en mi camino y porque siempre me llevas en tus brazos.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	I
<b>DEDICATORIAS</b> .....	II
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO</b> .....	III
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	IV
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	V
<b>RESUMEN</b> .....	VI
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
Objetivo.....	2
Hipótesis.....	2
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	3
Generalidades del cultivo.....	3
Producción de pepino en México.....	3
Morfología.....	5
Sistema radicular.....	5
Hoja.....	5
Flor.....	5
Fruto.....	6
Semillas.....	6
Requerimientos Ambientales.....	6
Altitud.....	6
Temperatura.....	6
Humedad relativa.....	7
Requerimientos lumínicos.....	7
Requerimientos edáficos.....	8
Requerimientos hídricos.....	9
pH del suelo.....	9
Marcos de plantación.....	9

Cosecha .....	10
Importancia nutricional.....	11
Elementos minerales esenciales y sus funciones en la planta .....	12
Generalidades de los Acolchados.....	15
El consumo de plásticos en el mundo .....	15
Ventajas del uso de acolchado .....	16
Temperatura del suelo.....	16
Humedad del suelo.....	17
Fertilidad del suelo .....	19
Desarrollo radical.....	19
Salinidad del suelo .....	19
pH del Suelo .....	20
Estructura del suelo.....	20
Actividad microbiana .....	20
Plagas y Enfermedades .....	21
Reflexión de luz.....	21
Precocidad.....	21
Control de malezas.....	22
Consideraciones para el uso de acolchados .....	22
Duración de los plásticos.....	23
Colores de acolchado.....	23
Radiación Fotosintéticamente Activa (PAR) .....	27
Fotosíntesis .....	28
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>30</b>
Descripción del sitio experimental.....	30
Características climáticas .....	30
Suelo .....	30
Material genético.....	30
Establecimiento del experimento .....	31
Siembra e instalación de cubiertas para acolchado.....	31
Tratamientos evaluados y diseño experimental .....	31

Preparación del área experimental .....	32
Riego y fertilización.....	32
Tutorado .....	33
Control sanitario.....	33
Labores culturales.....	33
Deshierbes.....	33
Variables evaluadas.....	34
Crecimiento.....	34
Área foliar .....	34
Materia seca .....	34
Temperatura del suelo.....	34
Cosecha.....	35
Análisis mineral.....	35
Fotosíntesis, conductancia estomática y transpiración .....	35
Análisis estadístico .....	36
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>37</b>
Altura de planta.....	37
Área foliar.....	38
Peso seco de hoja.....	39
Peso seco del tallo .....	40
Peso seco de planta.....	41
Temperaturas máximas, mínimas y medias de la zona radicular .....	42
Rendimiento precoz .....	43
Rendimiento total .....	44
Análisis de Nutrimentos en Hoja .....	45
Fotosíntesis conductancia estomática y transpiración .....	46
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>48</b>
<b>VI. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>49</b>
<b>VII. APÉNDICE .....</b>	<b>58</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Participación de los principales países productores de pepino en el mundo. ....	4
<b>Cuadro 2.</b> Marcos de plantación.....	9
<b>Cuadro 3.</b> Contenido nutricional de la parte comestible del pepino en 100 g. ....	11
<b>Cuadro 4.</b> Incremento del uso de los plásticos en la agricultura.....	16
<b>Cuadro 5.</b> Propiedades de los colores de acolchado plástico.....	22
<b>Cuadro 6.</b> Descripción de los tratamientos con acolchados de diferentes colores en el cultivo de pepino pickle. ....	32
<b>Cuadro 7.</b> Temperaturas máximas, mínimas y medias de la zona radicular en el cultivo de pepino pickle con acolchado de diferentes colores, ciclo primavera verano. CIQA 2012. ....	42
<b>Cuadro 8.</b> Concentración de micronutrientes en hojas del pepino pickle con acolchado de diferentes colores, ciclo primavera verano. CIQA 2012. ....	45
<b>Cuadro 9.</b> Comparación de medias para fotosíntesis unitaria, conductancia estomática y transpiración en el cultivo de pepino pickle a los 15, 45 y 75 días después de la siembra con acolchado de diferentes colores, ciclo primavera verano. CIQA 2012. ....	47



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Altura de planta en el cultivo de pepino pickle, con diferentes colores de acolchado plástico en condiciones de campo abierto. Ciclo primavera - verano 2012, Saltillo, Coahuila. ....	37
<b>Figura 2.</b> Área foliar en el cultivo de pepino pickle con acolchado de diferentes colores, ciclo primavera verano. CIQA 2012. ....	38
<b>Figura 3.</b> Peso seco de hoja en el cultivo de pepino pickle con acolchado de diferentes colores, ciclo primavera verano. CIQA 2012. ....	39
<b>Figura 4.</b> Peso seco de tallo en en el cultivo de pepino pickle con acolchado de diferentes colores, ciclo primavera verano. CIQA 2012. ....	40
<b>Figura 5.</b> Peso seco de la planta en el cultivo de pepino pickle con acolchado de diferentes colores, ciclo primavera verano. CIQA 2012. ....	41
<b>Figura 6.</b> Rendimiento precoz en en el cultivo de pepino pickle con acolchado de diferentes colores, ciclo primavera verano. CIQA 2012. ....	43
<b>Figura 7.</b> Rendimiento total en el cultivo de pepino pickle con acolchado de diferentes colores, ciclo primavera verano. CIQA 2012. ....	44

## RESUMEN

Históricamente México ha ocupado el primer lugar como proveedor de las importaciones americanas de pepino (más del 80% del total importado). El presente trabajo se estableció con el objetivo de determinar el efecto del acolchado de diferentes colores en la temperatura de la zona radicular, absorción de nutrientes, crecimiento fotosíntesis y rendimiento del cultivo de pepino pickle en condiciones de campo abierto. Se evaluaron cuatro diferentes colores de películas plásticas para acolchado y un testigo sin acolchar, los colores de los plásticos fueron negro, plata/negro, blanco/negro y aluminio/negro. Se utilizó semilla de pepino tipo pickle variedad SMR 58. El diseño utilizado fue bloques al azar con 5 tratamientos y 3 repeticiones. El experimento se estableció en el área experimental del Centro de Investigación en Química Aplicada, en la ciudad de Saltillo, Coahuila, en el ciclo primavera verano 2012. Los resultados muestran que existen diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos para altura de planta, área foliar, peso seco de hoja, peso seco del tallo, peso seco de planta, temperaturas media de la zona radicular, rendimiento precoz y rendimiento total. Los tratamientos de acolchado registraron los mayores valores de temperatura mínima, máxima y media con relación al testigo. El rendimiento precoz por efecto de acolchado se incremento en  $1.39 \text{ kg/m}^2$  (534.6 %) con respecto al testigo. Asimismo el rendimiento total se incremento con relación al testigo en  $2.04 \text{ kg/m}^2$  (83 %). Los tratamientos acolchados no tuvieron una influencia positiva en la concentración de micronutrientes en hoja con relación al testigo. La fotosíntesis unitaria y conductancia estomática solo mostraron diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) en la primera de tres lecturas que se realizaron, sin embargo no hubo un efecto significativo por efecto de acolchado. El contenido de micronutrientes en hoja no se incrementó por el efecto de acolchado

**Palabras clave:** pepino pickle (*Cucumis sativus L.*), Acolchado plástico, Colores

## I. INTRODUCCIÓN

La FAO reporta que en el 2009, México obtuvo un rendimiento de 12,101,000 ton de alimentos producidos a nivel nacional (FAO, 2010).

Según datos reportados por el SIAP en el 2012, México obtuvo una producción de 640,507.89 ton de pepino con un valor de 2,421,431.68 (miles de pesos) siendo Sinaloa el estado con mayor rendimiento (SIAP, 2012).

En la revista *Plasticulture*, Jean Pierre Jouët, secretario General del Comité Internacional de Plásticos para Agricultura (CIPA), señala en un informe que el consumo de plásticos para la agricultura en el mundo ha aumentado desde 1991 un 60%, alcanzando las 2,800.000 ton con un valor en el mercado de 4.5 billones de euros (Jouët, 2001).

Por otra parte, cada vez más la agricultura es vista como una actividad económica, un negocio que independientemente de su escala y complejidad social, sobrepasa la producción primaria y es por lo tanto, un sistema integral que responde a las demandas de los mercados y a los requerimientos de los consumidores, con una visión y estrategias de cadenas agroalimentarias (Jaime *et al.*, 2012).

Es sabido que al cultivar sobre acolchados plásticos obtenemos mejores resultados en la mayoría de las hortalizas, esto se refleja en: mejores rendimientos, precocidad de cosechas, eficiencia en el manejo agronómico y mayor eficiencia en el uso del agua y fertilizantes.

La razón de lo anterior se debe a que los acolchados plásticos influyen en el microclima de la planta mediante una modificación de la capacidad nutricional del suelo y por restringir la evaporación del agua.

De esta manera podemos decir que los acolchados plásticos en la agricultura son una opción muy buena para obtener buenos resultados y aunado a que los colores de los plásticos sirven como un filtro para la radiación que la planta recibirá

ayudándole a la planta a ser más eficiente en la producción y estaremos dando más posibilidades de aspirar a mejores mercados al obtener cosechas de mejor calidad.

### **Objetivo**

Determinar el efecto del acolchado de diferentes colores en la temperatura de la zona radicular, absorción de nutrientes, crecimiento, fotosíntesis y rendimiento del cultivo de pepino pickle en condiciones de campo.

### **Hipótesis**

La temperatura de la zona radicular se modificará y a la vez esta afectará el crecimiento y rendimiento del cultivo.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### Generalidades del cultivo

Los valores de producción para el cultivo tradicional son inexistentes. Solo se tiene registrado la producción de pepino en cultivos comerciales (tanto de temporal como de riego) y para México los valores obtenidos fueron los siguientes: durante el ciclo otoño invierno 2004/2005 la producción fue de 110,999 ton, mientras que para el ciclo primavera verano 2004 la producción alcanzó 135,684 ton (Thoa, 1998).

### Producción de pepino en México

Históricamente México ha ocupado el primer lugar como proveedor de las importaciones americanas de pepino (más del 80% del total importado). En consecuencia, su sistema de comercialización prioritariamente se ha enfocado al mercado anglosajón al cual lo abastece principalmente vía terrestre. El grueso de las exportaciones (85%) se destina al mercado de Estados Unidos de América, lo que implica una alta dependencia de éste. Las exportaciones siempre han tenido un carácter estacional y complementario. Tratándose sólo de las hortalizas que EE.UU. no produce o que es deficitario en ciertas temporadas. Los costos de producción y comercialización son más altos en México que en EE.UU., hecho que con frecuencia se ignora o desconoce (Jaime *et al.*, 2012).

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 (Vasco, 2003; Gálvez, 2004).

**Cuadro 1.** Participación de los principales países productores de pepino en el mundo.

	Producción anual (ton)					
	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1 China	26,559,282	30,053,118	33,054,611	38,049,484	42,241,015	44,250,182
2 Turquía	1,725,000	1,745,000	1,799,610	1,674,580	1,678,770	1,735,010
3 (República Islámica de Irán)	1,715,020	1,720,690	1,938,490	1,806,790	1,459,200	1,603,740
4 Federación de Rusia	1,321,870	1,414,010	1,423,210	1,001,310	1,129,920	1,132,730
5 Estados Unidos de América	1,047,700	960,333	917,007	930,970	915,570	888,180
6 Ucrania	712,500	687,900	890,400	743,600	751,500	883,000
7 España	550,378	485,170	638,871	561,446	670,172	700,000
8 Egipto	583,114	600,000	802,644	671,468	595,732	600,000
9 Indonesia	477,716	552,891	598,890	581,206	540,122	575,995
10 Polonia	463,829	468,467	491,909	511,357	501,571	480,553

Fuente: <http://www.faostat.org> (2011).

## **Morfología**

Nombre científico: *Cucumis sativus* L.

División: Embriophyta, Asiphonograma, Criptógamas vasculares

Subdivisión: vasculares. Angiosperma

Clase: Dicotiledóneas, Simpétalas, tetracíclicas

Orden: Cucurbitales

Familia: Cucurbitacea

Género: *Cucumis*

Especie: *sativus* L.

## **Sistema radicular**

Su sistema radicular es abundante ya que su raíz principal puede llegar hasta 1.10 m de profundidad, sin embargo las raíces secundarias y los pelos absorbentes son bastantes superficiales, que pueden medir hasta 65 cm laterales, la mayor concentración de raíces se encuentra entre 25 – 30 cm. De acuerdo a esto se dice que es una planta con un sistema radicular muy compacto lo cual tiende a aumentar sus requerimientos de humedad en comparación con las demás hortalizas (García, 2004).

## **Hoja**

Posee hojas de largo pecíolo, gran limbo acorazonado, con tres lóbulos más o menos pronunciados (el central más acentuado y generalmente acabado en punta), de color verde oscuro y recubierto de un bello muy fino (Jaime *et al.*, 2012).

## **Flor**

De corto pedúnculo y pétalos amarillos. Las flores aparecen en las axilas de las hojas y pueden ser hermafroditas (plantas con flores de los dos sexos) o unisexuales. Las primeras variedades de pepino eran de tipo monoico, produciendo ambas flores masculinas y femeninas en la misma planta, pero principalmente masculinas. Este tipo de floración monoica pasa generalmente por tres etapas: primero produce flores

masculinas, luego flores masculinas y femeninas (fase más larga) y por último casi todas femeninas (Torres, 2011).

### **Fruto**

Pepónide áspero o liso, dependiendo de la variedad, que vira desde un color verde claro, pasando por un verde oscuro hasta alcanzar un color amarillento cuando está totalmente maduro, aunque su recolección se realiza antes de su madurez fisiológica. La pulpa es acuosa, de color blanquecino, con semillas en su interior repartidas a lo largo del fruto, que se presentan en cantidad variable y son ovales, algo aplastadas y de color blanco amarillento (Jaime *et al.*, 2012).

### **Semillas**

Las semillas son planas, de color blanco, miden 8 a 10 mm de largo con un grosor de 3.5 mm (García, 2004).

### **Requerimientos Ambientales**

#### **Altitud**

El cultivo de pepino se adapta desde 0 hasta 1200 msnm dependiendo del cultivar (López, 2003).

#### **Temperatura**

Es un cultivo de clima templado, que al aire libre no soporta el frío. Cuando la planta está en el periodo de desarrollo, si ocurre una disminución fuerte de temperatura durante algunos días, puede dar lugar a que la planta florezca antes de tiempo Torres, (2011). El pepino se adapta a climas cálidos y templados y se cultiva desde las zonas costeras hasta los 1,200 msnm.

Las temperaturas que durante el día oscilen entre 20°C y 30°C apenas tienen incidencia sobre la producción, aunque a mayor temperatura durante el día, hasta 25°C, mayor es la producción precoz. Por encima de los 30°C se observan



desequilibrios en las plantas que afectan directamente a los procesos de fotosíntesis y respiración, mientras que temperaturas nocturnas iguales o inferiores a 17°C ocasionan malformaciones en hojas y frutos. El umbral mínimo crítico nocturno es de 12°C, Caldari (2007). La planta muere cuando la temperatura desciende a menos de 1°C, comenzando con un marchitamiento general de muy difícil recuperación (Torres, 2011).

### **Humedad relativa**

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).

### **Requerimientos lumínicos**

Las plantas son organismos especializados en la captura y conversión energética de la radiación a través de la fotosíntesis. Son capaces también de regular la morfogénesis (generación de la forma y estructura) por medio de la percepción de las características de la radiación (Benavides, 2000). Por ello las mayores oportunidades de conseguir el control del metabolismo y la morfogénesis se relacionan con la manipulación de las características de la radiación transmitida o reflejada por películas plásticas (Torres, 2011).

La luz RFA o "luz de crecimiento" está formada por longitudes de onda de la radiación solar que puede ser absorbida por la clorofila y otros órganos fotocromáticos de las plantas, posibilitando la fotosíntesis (Torres, 2011).

A pesar de que la luz representa un sustrato fundamental para la realización de la fotosíntesis, una intensidad luminosa que sobrepase el nivel de adaptación de los vegetales, combinada con otros factores causantes de estrés, causa reducción en la actividad fotosintética. Si la energía lumínica absorbida que llega a los centros de reacción, excede la cantidad de energía que puede utilizarse, se pueden generar daños en el aparato fotosintético (Demming-Adams y Adams, 1992; Horton *et al.*, 1994; Lucinski y Jackowski, 2006). El término fotoinhibición (PI) fue definido originalmente por Kok en 1956, como una reducción en la actividad fotosintética que ocurre como consecuencia de un exceso de iluminación (Yordanov y Veleikova, 2000).

El estrés lumínico no resulta de una intensa irradianza por sí mismo, sino más bien de una absorción de luz excesiva en comparación con la utilizada en la fotosíntesis. Si tanto los límites de tolerancia como la capacidad adaptativa son excedidos, el estrés puede ocasionar daños permanentes e incluso la muerte de la planta (Larcher, 1995; Poorter, 2000; Peña *et al.*, 1999; Peña, 2004).

A bajas intensidades, la fotosíntesis de las hojas adaptadas a la sombra es más eficiente que las aclimatadas a la luz, es decir, tienen mayor eficiencia cuántica (Schultz *et al.*, 1996).

### **Requerimientos edáficos**

Los suelos a los que mejor se adapta el cultivo de pepino son los de textura media, arenosa-arcillosa, aunque admite una amplia gama de suelos. En los suelos livianos es muy precoz aunque la producción es muy elevada; en los suelos altamente arcillosos la recolección se retrasa, pero los rendimientos son altos (Serrano, 1979).

El pepino se adapta a cualquier tipo de suelo, prefiriendo los francos arenosos, con buen contenido de materia orgánica y buen drenaje. En cuanto al pH se considera como una hortaliza moderadamente tolerante a la acidez, manifestando un pH de 6.8 - 5.5 y en cuanto a la salinidad esta se considera como medianamente tolerante con los valores de 3840 – 2540 ppm (6 – 4 mmhos) (Mass, 1984).

## Requerimientos hídricos

Al iniciar la floración, el pepino es muy exigente en el agua del suelo y debe mantenerse una humedad constante. El riego en los meses de máxima necesidad debe realizarse cada 2 – 4 días según la textura del suelo, con pequeños volúmenes de agua (Serrano, 1979).

El pepino en su ciclo de vida, necesita de agua en cantidades aproximadas de 500 – 600 mm. A pesar de su consumo relativamente alto prefiere un clima con humedad relativamente baja, se cultiva en zonas áridas y semiáridas, por eso el suministro de agua es importante, especialmente en los periodos de demanda crítica siendo los siguientes (Person, 1983):

- ✓ Después de la siembra hasta la emergencia
- ✓ El momento próximo a la floración
- ✓ Unas 2 semanas después de la floración
- ✓ Durante el amarre de fruto

El pepino es muy exigente en cuanto a la humedad del suelo y aire, debido a que su sistema de raíces y sistema foliar es de un desarrollo débil. Para un desarrollo y fructificación normal, la planta requiere de una humedad del suelo del 70 al 80 % de la capacidad de campo y una humedad del aire de 80 – 90 % (Narro, 1989).

## pH del suelo

Se adapta muy bien a un rango de pH de 5.5 – 6.8 pero soporta hasta los 7.5. Se debe evitar sembrar en suelos ácidos con pH menores a 5.5.

## Marcos de plantación

**Cuadro 2.** Marcos de plantación

	Entre líneas			Entre plantas		
	Mínimo	Óptimo	Máximo	Mínimo	Óptimo	Máximo
pepino español	1 m	1.2 m	1.40 m	35 cm	40 cm	50 cm
pepino francés	1 m	1.1 m	1.20 m	30 cm	35 cm	45 cm

En primavera podemos ir a marcos mínimos, pero si el cultivo se adentra en el periodo de Otoño es conveniente utilizar marcos óptimos o máximos para favorecer la iluminación y fomentar la floración, sobre todo en pepino español que tiene una vegetación más exuberante (Castillo, 2004).

Se recomienda sembrar directamente de dos a tres semillas por mata, a una distancia entre plantas de 30 centímetros, para lo cual se requieren de 2 a 3 libras de semilla por hectárea. La densidad de población final es de 33 mil 333 plantas por hectárea (García, 2000).

### **Cosecha**

La cosecha se realiza manualmente con una frecuencia variable. El fruto para cosechar debe estar en estado óptimo de desarrollo, de acuerdo con las exigencias del mercado, en general el fruto debe estar tierno y el mejor índice de ello es la semilla tierna.

La cosecha de los frutos de pepino se inicia aproximadamente a los 45 días después de la siembra y al momento del corte deben de estar bien desarrollados, sanos, frescos, tiernos, limpios, de consistencia firme y cáscara lisa, con forma y olor característico, sin humedad exterior y libres de descomposición (García, 2000).

El momento de la recolección vendrá dado por el tamaño típico de la variedad. Normalmente se da como válido el de  $2/3$  del tamaño máximo alcanzado en su desarrollo (Castillo, 2004).

Se determina de acuerdo al destino de la producción (consumo fresco o industrial) y al tamaño del fruto. Es aconsejable no dejarlos crecer mucho ya que pueden inhibir el desarrollo de nuevos frutos, también si se deja crecer mucho, es más difícil de comercializar. El tamaño general para la cosecha de pepinos destinados al consumo en fresco está entre 12 y 20 cm de largo y 3.5 y 5 cm de diámetro. La cosecha es escalonada y por lo general se obtienen hasta 8 cortes o cosechas consecutivas. Se realiza manualmente, para el consumo en fresco, cortando el pedúnculo con herramientas bien afiladas y colocándolo en canastillas. Los productos destinados al

consumo industrial se pueden cosechar manualmente o con máquinas destinadas para tal fin. Se aconseja realizar la cosecha en las horas de menor temperatura ambiental (Figuerola, 1998).

El pepino es un alimento de fácil digestión cuando se usa al natural o inclusive se puede usar con la cáscara cuando está tierno. Usado al natural es un alimento refrescante y recomendable para neutralizar la excesiva acidez, ya sea en caso de diabetes, gota, artrismo, etc. Es recomendable consumirlo en cualquier temporada ya que ayuda a la circulación sanguínea y además tiene efectos purificadores de los intestinos. El pepino es muy utilizado en la medicina, por su cualidad emoliente, calmante, refrescante y sobretodo alcalinizaste (Jaime *et al.*, 2012).

### **Importancia nutricional**

En cuanto a su contenido nutricional es una de las hortalizas que contiene las vitaminas A, B, C y minerales, que son indispensables en la alimentación humana.

**Cuadro 3.** Contenido nutricional de la parte comestible del pepino en 100 g.

<b>Mineral (nutriente)</b>	<b>Cantidad</b>
Calcio(Mg)	20.011
Fósforo (Mg)	22
Hierro (Mg)	0.3
Vitamina A(UI)	17
Vitamina BI (Mg)	0.03
Vitamina B2 (Mg)	0.04
Niacína (Mg)	0.09
Calorías (cal)	11
Agua (%)	96.4
Proteínas (g)	0.5
Carbohidratos (g)	2.6
Fibra (g)	0.4
Cenizas (g)	0.4
Vitamina C(Mg)	12.6

Fuente: López (2003).

## **Elementos minerales esenciales y sus funciones en la planta**

Las plantas son los únicos seres vivos capaces de alimentarse de forma autótrofa, es decir son capaces de sintetizar moléculas orgánicas a partir de componentes inorgánicos. Sin embargo, para el metabolismo vegetal, sólo 16 son considerados esenciales como: C, H, O, N, P, S, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mo, B, Cl, Ni. La planta extrae los nutrientes minerales de la solución del suelo y, a través de distintos mecanismos de transporte, los incorpora a las hojas para ser transformados en azúcares y otros compuestos. La corriente de transpiración que atraviesa el xilema es la principal vía de transporte de los nutrientes inorgánicos desde la raíz a las hojas, pero el flujo en el floema es bidireccional permitiendo la recirculación de nutrientes dentro de la planta (Val, 2003).

Para calcular la demanda total de un cultivo (Galvis *et al.*, 1994 y Bugarin *et al.*, 2002) sugirieron hacerlo a través de la meta de rendimiento en materia seca total y el requerimiento interno del nutrimento de interés. De igual manera, los análisis de tejidos o foliares y los análisis de suelos permiten determinar cuán limitante es un elemento en el desarrollo del cultivo (Havlin *et al.*, 1999).

### **Magnesio**

El  $Mg^{++}$  es un elemento esencial y es componente químico de la molécula de clorofila, por lo que es fundamental para la fotosíntesis, forma parte de varias proteínas de las plantas e interviene en el metabolismo de los carbohidratos. La deficiencia de  $Mg^{++}$  afecta el rendimiento de azúcar. Los síntomas de esta deficiencia se presentan en forma de lesiones necróticas de intenso color rojo en la hoja, dándole una apariencia rojiza. En avanzadas etapas de deficiencia de este elemento, las hojas jóvenes se tornan verde claro antes de aparecer pequeñas manchas necróticas, los tallos se hacen delgados y con entrenudos cortos. También puede ocurrir oscurecimiento interno del tallo (Anderson, 1992).

Los altos valores de conductividad eléctrica incrementan síntomas de deficiencias de  $Mg^{++}$ . La deficiencia de un catión crea posibilidades para la alta absorción de otro catión (Sonneveld 1987 citado por Zérega *et al.*, 1997).

Las altas aplicaciones de  $K^+$  y  $Ca^{++}$  inducen deficiencias de  $Mg^{++}$ , porque afecta su concentración proporcional y altas dosis de N inducen absorción de  $Mg^{++}$  (Anderson, 1992).

### **Hierro**

El hierro es un constituyente esencial en la planta e interviene en numerosos procesos metabólicos, forma parte de numerosos procesos enzimáticos con y sin grupos hemo, participando en procesos de oxido-reducción especialmente en mitocondrias y cloroplastos. Dentro de las hemoproteínas se encuentran los citocromos que son los componentes de los sistemas redox en los cloroplastos, en la nitrato reductasa y en las mitocondrias (Clarkson y Hanson, 1980).

Un exceso de hierro dentro de las células vegetales conduce a estrés oxidativo, la principal función del hierro es la activación de enzimas, actuando como grupo prostético, interviene en reacciones fundamentales de óxido-reducción, tanto en hemoproteínas (citocromos, hemoglobina, catalasa, peroxidasa, superóxidodismutasa) como en proteínas no hémicas con enlace Fe-S como ferredoxina y enzimas reductasa, nitrogenasa y sulfato reductasa, cataliza la biosíntesis de la clorofila, puesto que forma parte constituyente de enzimas responsables. En ausencia de Fe la planta sólo tiene pigmentos amarillos como xantofila y caroteno (Walker y Connolly, 2008).

Forma parte de numerosos complejos orgánicos relacionados principalmente con los procesos de óxido reducción de la planta. La absorción del hierro se realiza mediante actividad metabólica, siendo influenciada por la temperatura. También es afectada por la competencia con otros cationes, tales como cobre, zinc y manganeso (Geocities, 2009).

Es esencialmente inmóvil en la planta, debiendo ser enviado de modo continuo a través del xilema a los nuevos tejidos. En sentido descendente se mueve a través del floema en forma de citrato. El contenido de hierro en la planta es del orden de 100 ppm, sobre la materia seca (Geocities, 2009).

### **Manganeso**

Su deficiencia motiva el desarrollo moteado intervenal de las hojas más jóvenes; después se tornan de color amarillo blanquecino desde los bordes hacia el centro. Cuando la deficiencia es bien pronunciada, las hojas más viejas son las más afectadas, terminando por secarse (López, 2003). Uno de los síntomas más significativos de la deficiencia de Mn es la clorosis intervenal asociada con el desarrollo de pequeñas manchas necróticas, también se ha observado que la deficiencia de Mn produce, específicamente una desorganización de las membranas del tilacoide, y mitocondrias. La deficiencia puede ser debida a suelos ácidos con un pH por debajo de 6 y con un alto contenido orgánico (Steward, 2012).

### **Zinc**

El zinc es un elemento esencial en miles de proteínas en plantas, aunque es tóxico en exceso. Desempeña papeles estructurales y/o catalíticas en muchas enzimas tales como Cu-Zn superoxidodismutasa, la alcohol deshidrogenasa, ARN Polimeraza y se asocia con el metabolismo de los carbohidratos (Broadley, 2007). El Zn juega un papel crítico en el sistema de defensa de las células contra especies reactivas de oxígeno (ERO), y por lo tanto representa un excelente agente de protección contra la oxidación de varios componentes vitales de la célula, tales como lípidos de la membrana, clorofila y grupos-SH de proteínas (Cakmak, 2000).

Las deficiencias más típicas son la disminución del crecimiento de las hojas y el acortamiento en la longitud de los entrenudos, especialmente en plantas leñosas. Por otra parte, el Zn es necesario para la actividad de al menos ochenta sistemas enzimáticos, normalmente formando parte de su estructura (Steward, 2012).

### **Cobre**

La carencia origina que el crecimiento de la planta sea más lento, acortándose los entrenudos; las hojas jóvenes permanecen pequeñas y pueden aparecer manchas cloróticas en las más viejas. Las hojas toman un color verde brillante, secándose los bordes y abarquillándose un poco (López, 2003).



## **Generalidades de los Acolchados**

Entre las muchas ventajas del uso de la cubierta plástica se encuentran: cultivos más precoces, al aumentar la temperatura del suelo, el cultivo se desarrolla y produce más rápido, menor evaporación, ya que se reduce la pérdida de humedad del suelo hay mayor uniformidad de humedad y se reduce la frecuencia del riego, existen menos problemas de malezas, menor lixiviación de agua y fertilizante, menos compactación del suelo que permanece suelto y bien aireado, aumentando la actividad microbiana, ayuda a controlar la pudrición del fruto al evitar su contacto con el suelo (Lamont,1991).

### **El consumo de plásticos en el mundo**

"No es fácil presentar datos estadísticos concretos de la plasticultura mundial", manifiesta Jean Pierre Joüet, Secretario General del Comité Internacional de Plásticos en Agricultura, en su artículo sobre este tema en el último número de la revista *Plasticulture* (Joüet, 2001).

Diecisiete países cuentan con un comité nacional de plásticos en agricultura, lo que permite obtener de ellos datos comparables y fidedignos. Para el resto de los países, este estudioso recurre a distintas fuentes asociaciones, organismos nacionales e internacionales o corresponsales aislados, a fin de realizar sus estimaciones sobre la plasticultura mundial.

El consumo de plásticos para la agricultura mundial como factor directo de producción ha aumentado en un 60% desde 1991, alcanzando un nivel de alrededor de 2,847,000 ton. Además hay que agregar el consumo indirecto antes y después de la producción envasado, botellas, maquinaria agrícola, higiene animal, lo que representa unas 3,500,000 más. La agricultura mundial consume, entonces, 6,347,000 ton de plásticos, lo que representa una facturación aproximada de 12 a 13 billones de dólares (13.5 a 14.5 billones de euros) (Joüet, 2001).

**Cuadro 4.** Incremento del uso de los plásticos en la agricultura.

Año	1985	1991	1999
Pequeños túneles	88	122	168
Acolchado	270	370	650
Cubiertas flotantes	22.5	27	40
Invernaderos y túneles	180	350	450
Ensilaje	140	265	540
Hilo polipropileno	100	140	204
Hidroponía	5	10	20
Microrriego	260	325	625
Mallas, bolsas, otros	80	130	150
Total	1.145.000	1.759.000	2.847.000

### **Ventajas del uso de acolchado**

Las aplicaciones de complementos nutricionales y activadores del metabolismo en melón fertirrigado y acolchado, incrementan de manera significativa el rendimiento de fruto calidad bruce y la condición nutricional de la hoja en N y P total (g L-1) (Tapia *et al.*, 2010).

### **Temperatura del suelo**

Las películas utilizadas tiene la capacidad de transmitir al suelo la energía calorífica recibida del sol durante el día produciendo un micro clima de efecto invernadero en la zona radical, limitando durante las noches las fugas de las radiaciones IR (energía calorífica creada por el plástico y las plantas) incrementando la temperatura de la zona radical, ofreciendo un aislamiento entre el suelo y la atmosfera el cual depende del material utilizado, registrando menores fluctuaciones en suelos arcillosos y húmedos respecto a los arenosos y secos. El comportamiento de la temperatura del suelo así como el efecto de la cobertura plástica sobre la misma es variable según latitud y la época del año considerada. Por tanto, la elección del material a utilizar debería quedar sujeta a ensayos a nivel local y estacional (Ramírez, 1996).

La temperatura de la zona radicular influye en los procesos fisiológicos en las raíces como la absorción de agua y nutrientes minerales (Cooper, 1973; Dodd *et al.*, 2000; Tindall *et al.*, 1990).

A una profundidad de 5 cm se incrementa la temperatura aproximadamente 3°C con acolchado negro y de 6°C con acolchado claro. El efecto del incremento de temperatura se refleja en cosecha precoz e incremento en rendimiento total (Martínez, 2006).

Un exceso de temperatura puede llegar a causar efectos negativos. El color del acolchado plástico determina su comportamiento de energía radiante y su influencia sobre el microclima alrededor del cultivo. La respuesta de las plantas está en función de la interacción de la calidad de la luz reflejada por la superficie del acolchado y por la capacidad de cada color para permitir el paso de la radiación solar e incrementar las temperaturas del suelo. Dependiendo de las propiedades del acolchado (reflexión, transmisión y absorción), será el grado de influencia sobre la temperatura del suelo y el microclima del follaje del cultivo (Ramírez, 1996).

### **Humedad del suelo**

La impermeabilidad del polietileno impide la evaporación del agua del suelo, consiguiendo que el líquido permanezca disponible para las plantas cultivadas. La plantación mantiene una alimentación regular y constante (Mendoza, 2004).

Al igual que con la temperatura, los efectos del acolchado sobre la humedad del suelo se logran solamente si este es lo suficientemente amplio en torno a la planta. Este efecto positivo no se determina solo por la mayor cantidad de agua, sino además por su distribución sobre el perfil del suelo. Usando acolchado de polietileno, se logran efectos importantes en la economía de agua, ya que impide la evaporación de la superficie del suelo cubierto con el plástico, quedando esta agua a disposición del cultivo, el que se beneficia con una alimentación constante y regular (Berardocco, 2002).

La cantidad de agua bajo el plástico es generalmente superior a la del suelo desnudo, salvo en el momento inmediatamente posterior a una lluvia. Con el uso de cualquier tipo de plástico la mayor pérdida de agua es por percolación, tanto en el caso de agua de irrigación como después de una lluvia abundante, ya que con el acolchado

se impide la evaporación casi totalmente. Cualquier pérdida de agua, fuera de la mencionada, se debe a las perforaciones practicadas en el plástico para hacer posible la siembra o el trasplante (Cervantes, 2005).

Existen autores que han cuantificado el ahorro de agua logrado con el uso de acolchados de polietileno, tal es el caso de Renquist *et al.* (1982) quienes señalan que al cultivar con acolchado de polietileno en verano, se requiere de un tercio del agua en comparación a la que se necesita cuando es cultivada sin acolchado y concluyen que el acolchado mejora la eficiencia del uso del agua; esto como resultado de la mejor conservación de la humedad del suelo, e indirectamente, por las mayores temperaturas de suelo registradas al usar acolchado.

En este caso el plástico retiene la humedad del suelo evitando pérdidas por evaporación, conservándola por más tiempo y evitando su compactación. El grado de evaporación estará en función de la superficie cubierta por el plástico, el número y tamaño de las perforaciones donde se colocan las plantas, la colocación de las películas y las características físicas del suelo (García, 2004).

El contenido de humedad del suelo varía en función del color del acolchado, se ha observado que el acolchado plata registra los más altos valores de contenido de humedad en el suelo en otoño y el potencial hídrico en primavera. El estado hídrico del suelo también puede variar en función del fabricante de películas de acolchado y la materia prima utilizada, por lo tanto en acolchados del mismo color se pueden obtener diferentes valores de contenido de humedad y estado hídrico del suelo (Díaz - Pérez, 2010).

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 (Pérez, 2012).

## **Fertilidad del suelo**

Debido a que el agua de la lluvia escurre por el acolchado y entre las camas. El fertilizante se coloca en las camas, por lo tanto, el fertilizante no se lixivia y es aprovechado por el cultivo (Martínez, 2006).

Al aumentar la temperatura se activa la flora microbiana acelerando el proceso de nitrificación. Estos  $\text{NO}_3$  y  $\text{NO}_2$  se conservan por más tiempo en las capas superficiales y medias del perfil, a disposición del cultivo gracias a la reducción de los caudales de riego impidiendo la lixiviación del nitrógeno (Berardocco, 2002).

## **Desarrollo radical**

La temperatura es un factor que se modifica con el uso de acolchados plásticos, la cual influye sobre el crecimiento de las plantas y su producción, este es uno de los principales beneficios que se obtienen al usar acolchado plástico, puesto que se da un incremento de la temperatura al nivel de la zona radical (Berardocco, 2002).

El uso del acolchado favorece una estructura adecuada del suelo para un óptimo desarrollo de las raíces. Como consecuencia, las plantas desarrollaran un sistema radical más abundante y horizontal debido a las condiciones de humedad. Provocando un incremento en el número de raicillas las cuales estimulan una mejor succión de agua, sales minerales y demás fertilizantes, ocasionando con esto un incremento en los rendimientos (Tpagro, 2002).

## **Salinidad del suelo**

El movimiento del agua debajo del acolchado es dirigido hacia arriba del bordo o surco, entre la película y el suelo, ocasionando la acumulación de sales sobre el bordo. La conductividad eléctrica en la superficie del suelo es más alta en un suelo cubierto con plástico, en comparación con un suelo desnudo (Toshio, 1991).

## **pH del Suelo**

El pH es más bajo en los suelos acolchados, el N, P, K, Ca y Mg son absorbidos de 1.4–1.5 veces más que en un suelo desnudo (Toshio, 1991).

## **Estructura del suelo**

Otra de las principales ventajas es la supresión de labores (aporques y deshierbes), el acolchado con plástico presenta una estructura ideal para el desarrollo de las raíces; estas se hacen más numerosas y más largas en sentido horizontal, ya que el sistema radicular de las plantas, al encontrar humedad suficiente a poca profundidad y un suelo bien mullido, se desarrolla mas lateralmente que si tuviera que buscarla a grandes profundidades, en cuyo caso su crecimiento sería longitudinal, pero en sentido vertical (Ibarra y Rodríguez, 1991).

El suelo con cubierta plástica presenta una estructura ideal para el desarrollo de las raíces, éstas se hacen más numerosas, se desarrollan lateralmente sin necesidad de profundizar en búsqueda de agua, aprovechando más eficientemente los nutrientes retenidos en superficie. Con el aumento de raicillas aseguramos a la planta una mayor succión de agua, sales minerales y demás fertilizantes, que conducen a un mayor rendimiento (Berardocco, 2002).

## **Actividad microbiana**

La actividad microbiana, principalmente durante el proceso de transformación de las sustancias orgánicas, favorece la producción de anhídrido carbónico bajo la cubierta plástica, observándose un incremento de hasta cuatro veces con respecto al producido en terrenos descubiertos, asimismo durante este proceso hay liberación de nutrimentos al hacerse más disponibles para las plantas, las formas asimilables de los elementos nutritivos (Guariento, 1983).

La actividad micro biótica, sobre todo en el proceso de transformación, favorece la producción de anhidro carbónico bajo el polietileno; se ha reportado que bajo este

último es cuatro veces mayor que en terrenos descubiertos (Ibarra y Rodríguez, 1991).

### **Plagas y Enfermedades**

En un trabajo realizado con acolchado con diferentes colores se observó que el menor número de áfidos, trips y mosquita blanca fueron capturados en el acolchado de color aluminio. El color azul atrajo el número más grande de áfidos y trips y el acolchado de color rojo atrajo a la mosquita blanca. Por lo que en conclusión el acolchado de color aluminio tiene influencia repelente contra los áfidos, trips y mosquita blanca (Cizinszky *et al.*, 1990) citado por García (1996).

### **Reflexión de luz**

Algunos tipos de acolchados como los de colores claros en las caras superiores (blancos y platas) tienen la propiedad de reflejar la luz solar por el reverso de las hojas proporcionando una mayor cantidad a las plantas, estimulando incrementos en la fotosíntesis, dando como consecuencia un incremento en la calidad de los frutos así como la ventaja de obtener cosechas tempranas (Tpagro, 2002).

### **Precocidad**

Con el uso de acolchado negro se puede adelantar la cosecha entre 2 y 14 días y en el caso de acolchado claro puede ser de hasta 21 días de precocidad en la cosecha (Martínez, 2006).

Al efectuar un estudio de campo en pepino Pickle (*Cucumis sativus* L.) cv. Regal F1, se encontró que los tratamientos acolchados generaron precocidad a inicio de emergencia y floración, además hubo incremento en altura de plantas y número de hojas en forma significativa con relación al testigo (Narro, 1989).

## Control de malezas

El crecimiento y desarrollo de la vegetación espontánea que se origina debajo de los acolchados, dependerá del color de los mismos, es decir de su permeabilidad a la luz solar. Se puede evitar totalmente el crecimiento de malezas utilizando un plástico de color negro, o plástico coextruido bicolor en que una de sus caras sea de color negro. Aquellos plástico de colores permitirán el desarrollo proporcional de malezas bajo el plástico; a mayor paso de luz mayor cantidad de malezas (Ramírez, 1996).

En el caso del acolchado negro provee un buen control de malezas. El acolchado claro requiere del uso de herbicidas o fumigación debido a que deja pasar la luz visible, necesarios para la fotosíntesis de las malezas. Su principal uso es para elevar la temperatura de suelo. Es común utilizar acolchado de color negro por la parte inferior para el control de malezas y reflectivo en la parte superior para optimizar la fotosíntesis en las plantas (Martínez, 2006).

## Consideraciones para el uso de acolchados

**Cuadro 5.** Propiedades de los colores de acolchado plástico.

Características	Trasparente	Negro	Gris/humo	Verde/marrón	Blanco/Negro
Transmisión	80%	Nula	35%	65%	Nula
Crecimiento de malas hierbas	Elevado	Ninguna	Poca	Menor que la transparente	Ninguna
Absorción de calor	Baja	Elevada	Regular	Baja	Regular
Duración del plástico	Corta	Larga	Regular	Mayor que la transparente	Bastante larga
Defensas bajas temperaturas	Buena	Regular	Mediana	Regular	Mala
Rendimiento de cosechas	Menor que el negro	Alto	Algo mejor que el negro	Similar al transparente	Algo mejor que el negro
Precocidad de cosecha	Elevada	Mediana	Regular	Elevada	Elevada

Fuente: Papaseit *et al.* (1997).



Para elegir un color del plástico de polietileno es fundamental considerar la época del año en que se usará, ya que su efecto sobre las plantas será positivo o negativo según las condiciones ambientales. Es así como (Eltez y Tüzel, 1994) en tomate, encontraron que el mayor rendimiento total se obtuvo con polietileno negro en primavera y blanco en otoño, siendo superiores al testigo en 25% y 37,5% respectivamente.

### **Duración de los plásticos**

Hay dos tipos generales de procesos de degradación de polímeros, que aproximadamente corresponden a los dos tipos de polimerización. La reacción por etapas y la reacción en cadena.

La degradación al azar, es análoga a la polimerización por etapas. En este caso, la rotura o escisión se produce en puntos al azar a lo largo de la cadena, dejando fragmentos que son usualmente grandes comparados con una unidad de monómero.

La despolimerización en cadena implica la liberación sucesiva de unidades de monómero a partir de un extremo de la cadena en una reacción de despropagación o que es esencialmente la inversa de la polimerización en cadena (Billmeyer, 1975).

Varios son los factores que influyen en la duración de los plásticos. Entre los que podemos mencionar se encuentran los siguientes: la calidad del polímero, factores climáticos (viento, temperatura, precipitación, latitud de la zona de cultivo y estación del año). En primavera-verano los rayos ultravioleta degradan más fácilmente los plásticos que en otras estaciones. La incorporación de diversos aditivos en las películas plásticas como son: contra rayos ultravioleta, sistemas estabilizantes, antioxidantes, manejo adecuado, aspectos que también hacen posible una mayor y/o menor duración de los plásticos (Serrano, 1990).

### **Colores de acolchado**

Para el acolchado de suelo actualmente se utilizan diferentes tipos de plástico, en cuanto al color, este varía dependiendo de las necesidades del cultivo y la región,

cada uno de ellos posee determinadas características que dan lugar a efectos diferentes sobre los cultivos, por ello es preciso que el agricultor antes de utilizarlos conozca los efectos de cada uno para tomar las decisiones más correctas de acuerdo al cultivo que va a establecer y las condiciones climáticas de la época y región en que se encuentra (Gómez, 1994). Los productores enfrentan serios problemas cuando el tipo y color del plástico empleado no es el correcto o cuando se emplea en una época donde los efectos climatológicos no actúan favorablemente en combinación con el color del acolchado empleado, ya que se ven fuertemente modificados por los diferentes colores, provocando efectos impredecibles pudiendo ser favorables o desfavorables para el cultivo cuando no se tiene el conocimiento necesario (Robledo, 1988).

### **Negro**

El acolchado plástico negro no transmite la radiación visible comprendida entre 0.3 y 0.8 micras de longitud de onda, por lo que no se realiza la fotosíntesis, con lo consecuente ausencia de malezas (Luis, 1994).

El plástico negro absorbe gran parte de la radiación solar, misma que se irradia hacia el suelo y la atmósfera. La radiación absorbida por el plástico negro incrementa la temperatura del suelo, si bien la temperatura tiene una gran influencia en la activación de todos los procesos que se lleva a cabo en la planta, la cantidad de radiación solar incidente y la calidad de la misma también son importantes (Robledo, 1988).

Absorbe la mayor parte de la radiación ultravioleta, las longitudes de onda visible e infrarrojos de la radiación solar y reirradia en forma de calor la energía absorbida. El acolchado negro no permite el crecimiento de malezas (Luis, 1994).

Asegura un perfecto control de malezas, a menor costo que los otros materiales verdes, blanco/negro, plata/negro. Presenta la menor reflexión (9%) acercándose a las características propias de un cuerpo negro, que absorbe un 91% de la radiación que incide sobre él, es el que más se calienta pudiendo causar quemaduras en

aquellas estructuras de la planta en contacto con el plástico en cultivos bajos y en sus primeros estadios pues más adelante el propio follaje del cultivo intercepta la radiación (Berardocco, 2002).

### **Plata/negro**

Estas películas tienen gran reflexión foto lumínica hacia el follaje de las plantas, incrementando el proceso de fotosíntesis y alejando los insectos cuando la cara plata va hacia afuera. La transmisión de la luz al suelo es mínima, por lo tanto, evita el calentamiento excesivo del suelo y el desarrollo de malezas debajo de la película. Cuando la cara negra va hacia arriba absorbe en gran medida la energía calorífica recibida; debido a esto no se recomienda su uso en esta forma en meses muy calientes, por que puede provocar quemaduras en las parte aérea de los cultivos jóvenes (Díaz y Lira, 1988).

El porcentaje de RFA reflejada sobre la superficie de la película de acolchado es negativo en relación con los incrementos de la TZR debajo del acolchado. En el otoño, cuando los suelos son más cálidos, sobre todo al principio de la temporada, el rendimiento comercial y total fueron mayores en el acolchado plata y menores en el acolchado negro, a consecuencia de que en los acolchados negros se registró mayor TZR y en los acolchados plata y blanco se obtuvo menor TZR. Al inicio de la primavera cuando los suelos fueron más frescos a principios de la temporada se registraron pocas diferencias de rendimiento en los tratamientos de acolchado (Díaz - Pérez, 2010).

Asegura un perfecto control de malezas mientras que la reflexión del plata repele los insectos protegiendo la planta, también disminuye la temperatura de suelo, aumenta la radiación fotosintética que llega a la planta (Berardocco, 2002).

### **Blanco/Negro**

El uso de acolchado plástico blanco en el cultivo de tomate, produce un mayor rendimiento total y mayor precocidad que el acolchado de color negro en el otoño, mientras que el acolchado negro produce mayor rendimiento total y menor

precocidad que el blanco en primavera. La ventaja del polietileno blanco en invernadero está dada por el beneficio que trae la reflexión de la luz sobre las plantas (Eltez y Tüzel, 1994).

Este color tiene poco efecto en la temperatura, además, eficientiza la difusión de la luz provocando que las porciones inferiores de las hojas también realicen la fotosíntesis (Berardocco, 2002).

Los plásticos blancos, blanco/negro o plata, producen un ligero aumento de temperatura comparado con suelo desnudo, ya que reflejan la radiación solar por debajo del follaje del cultivo. Estos plásticos son utilizados para establecer cultivos como coliflor o tomates cuando las temperaturas del suelo son altas y cualquier reducción de la temperatura es benéfica (López Gutiérrez, 2003).

### **Aluminio/negro**

El acolchado plástico aluminizado o reflectante, posee una alta transmitancia de onda corta junto con una transmitancia relativamente baja de onda larga, por lo cual esta película plástica de acolchado tiene la capacidad de calentar el suelo, registrando altas temperaturas pero menores en comparación a las registradas bajo el acolchado negro. El acolchado plástico aluminio puede calentar el suelo, inicialmente por transmisión y/o absorción de onda corta, mientras que previene la pérdida de radiación de onda larga, por lo cual puede mantener una temperatura inferior a pesar de las altas temperaturas subyacentes del suelo, posiblemente debido a la baja absorbancia de la radiación de onda corta y onda larga (Ham *et al.*, 1993).

Proporciona un perfecto control de malezas, se calienta menos que los negros, disminuye la temperatura del suelo al reflejar la radiación aumentando la radiación fotosintética que llega a la planta ocasionando precocidad y mejor tamaño de frutos, es una excelente alternativa por sus propiedades (Berardocco, 2010).

## **Radiación Fotosintéticamente Activa (PAR)**

Las plantas son organismos especializados en la captura y conversión energética de la radiación a través de la fotosíntesis. Son capaces también de regular la morfogénesis (generación de la forma y estructura) por medio de la percepción de las características de la radiación (Benavides, 2000). Por ello las mayores oportunidades de conseguir el control del metabolismo y la morfogénesis se relacionan con la manipulación de las características de la radiación transmitida o reflejada por películas plásticas.

La radiación que llega a la tierra abarca una amplia gama del espectro electromagnético y aproximadamente el 40% de ella es la que conocemos como luz o radiación visible. Esta comprende longitudes de onda que van de los 400 a los 700 nm, rango que abarca los colores violeta, azul, verde, amarillo, naranja y rojo y que por ser usado por los vegetales en el proceso de la fotosíntesis, también se le denomina radiación fotosintéticamente activa o PAR (sigla derivada del inglés: photosynthetic active radiation) (Carrasco, 2009).

Cuando más intensa y prolongada sea la iluminación, las plantas disponen de más energía para la fotosíntesis. Sin embargo, los extremos de luminosidad son perjudiciales porque destruyen la clorofila. Algunas plantas tienen dispositivos para proteger su clorofila, como acomodar las hojas para disminuir la incidencia de los rayos solares, engrosar la epidermis y formar películas cerosas (Torres, 2011). De acuerdo con (Anglés, 2001) menciona que a mayor superficie foliar, mayor intercepción de la radiación y mayor fotosíntesis bruta. A mayor intensidad de radiación, mayor fotosíntesis (siempre hasta unos límites que dependen de cada especie y variedad).

La disminución de la disponibilidad lumínica se contrarresta con el incremento de la asignación de biomasa asignada hacia las hojas ó las ramas, para maximizar la captura de luz (Sultan, 2003; Kroon *et al*, 2005). Por otra parte, el aumento del área relativa de la hoja y de la asignación de biomasa aérea a bajas intensidades de luz

incrementa la captura de fotones al maximizar la superficie fotosintéticamente activa (Crawley, 1997).

Es decir, las plantas poseen la capacidad de adaptarse a diferentes condiciones ambientales, ajustando su morfología y fisiología a través de la variación genética y la plasticidad en su forma (Gianoli, 2004).

La variación de forma en las plantas puede estar o no relacionada con la variación genotípica y podría afectar caracteres ecológicos, morfológicos, fisiológicos, anatómicos, cariológicos y bioquímicos. Los cambios en caracteres morfológicos, fisiológicos y reproductivos han sido reportados para muchas especies de plantas (Torres, 2011).

### **Fotosíntesis**

La fotosíntesis (del griego antiguo “fos-fotós”, ‘luz’, y “sýnthesis”, ‘composición’, ‘síntesis’) es la conversión de materia inorgánica en materia orgánica gracias a la energía que aporta la luz. En este proceso la energía luminosa se transforma en energía química estable, siendo el adenosín trifosfato (ATP) la primera molécula en la que queda almacenada esa energía química. Con posterioridad, el ATP se usa para sintetizar moléculas orgánicas de mayor estabilidad. Además, se debe tener en cuenta que la vida en nuestro planeta se mantiene fundamentalmente gracias a la fotosíntesis que realizan las algas, en el medio acuático, y las plantas, en el medio terrestre, que tienen la capacidad de sintetizar materia orgánica “imprescindible para la constitución de los seres vivos” partiendo de la luz y la materia inorgánica (Canul, 2013).

Los valores de fotosíntesis que se alcancen en una planta no tienen porque corresponder directamente con la producción de biomasa. Hay una parte que se destina al mantenimiento de los tejidos fisiológicamente activos (respiración de mantenimiento) y otra que se destina a síntesis de nuevo tejido vegetal crecimiento (respiración de crecimiento) (Anglés, 2001).

Las plantas son organismos especializados en la captura y transducción energética de la radiación a través de la fotosíntesis, siendo capaces de regular la morfogénesis (forma y estructura) por medio de la percepción de las características de la radiación, siendo aprovechada mediante la manipulación de la radiación transmitida o reflejada por la película plástica (Benavides, 2002).

La fotosíntesis responde drásticamente a los cambios de estación. La temperatura es un factor limitante, especialmente cuando desciende demasiado y hace que el agua se congele. Para muchas plantas, la temperatura óptima es de casi 35°C. Por arriba de 40°C, la fotosíntesis generalmente cesa porque las enzimas son inhibidas por el calor. Las plantas capturan sólo cerca del 2% de la luz solar disponible y la mitad de ésta se consume en la mecánica del proceso fotosintético (Torres, 2011).

La tasa fotosintética en las plantas, varía en función del microambiente donde se encuentren, la producción de pimiento morrón es afectada principalmente por los niveles de sombreado, se ha documentado que la tasa fotosintética disminuye a medida que aumentan los porcentajes de sombra y en consecuencia se reduce el rendimiento total y comercial del cultivo, por lo cual para una fotosíntesis óptima en hojas de pimiento morrón se recomienda usar un porcentaje de sombra del 30 a 47% (Díaz - Perez, 2010)

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **Descripción del sitio experimental**

Este trabajo se realizó en el ciclo primavera verano del 2012, bajo condiciones de campo abierto con acolchado plástico en el área experimental del Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA) ubicado al Noreste de la ciudad de Saltillo, Coahuila, México; las coordenadas geográficas de su ubicación son: 25° 27' latitud Norte y 101° 02' longitud Oeste, a una altitud de 1520 msnm.

#### **Características climáticas**

De acuerdo a la clasificación climática realizada por Köepen, modificada por (García, 1984), el clima de Saltillo, es BSh (estepas cálido), es decir clima semidesértico, seco con bajas precipitaciones en el verano. La temperatura media anual oscila entre los 17.5°C y la precipitación media anual es de 300 a 400 mm (Canul, 2013).

#### **Suelo**

El tipo de suelo que presenta el campo experimental es de textura limo-arcillosa, con contenidos de arcilla (42.0%), limo (45.4%) y arena (12.0%). Es ligeramente salino, con una conductividad eléctrica de 9.7 mmhos/cm y medianamente alcalino, presentando un pH de 8.1. Se le considera medianamente rico en materia orgánica (2.38%), con contenidos pobres de nitrógeno total y potasio intercambiable, contenidos medianos de fósforo aprovechable y altos contenidos en carbonos totales. La capacidad de campo es de 28.0% y el punto de marchitez permanente de 15.2%, con una densidad aparente de 1.25 g/cm<sup>3</sup> (Torres, 2011).

#### **Material genético**

Se utilizó semilla de pepino tipo pickle variedad SMR 58 adquirida en la empresa agro delta.



## **Establecimiento del experimento**

La preparación del área experimental se realizó de manera mecánica y con el siguiente orden; se realizó el barbecho, rastreo, trazo de camas, levantar camas, instalación del sistema de riego y acolchado. Las dimensiones de las camas fueron las siguientes: 6 m de largo por 0.60 m de ancho, con un espaciamiento de 1.80 m entre camas y 0.30 m entre plantas.

### **Siembra e instalación de cubiertas para acolchado**

Se realizó la siembra directa en seco con las camas previamente acolchadas. Después de haber puesto el acolchado, las semillas se fueron colocando de 2 a 3 en las cavidades del acolchado, a una profundidad de 2 – 2.5 cm para posteriormente aclarar a una sola planta. Previamente se procedió a la colocación de la cinta de riego y del acolchado en forma manual. Los plásticos se instalaron sobre la superficie del suelo formando una cama de 60 cm de exposición del plástico. Para el sistema de riego se colocaron dos cintas de riego por surco. La perforación al plástico se realizó con un tubo caliente de 2 pulgadas de diámetro. Los tratamientos evaluados fueron: acolchado color negro, plata, aluminio, blanco y el testigo sin acolchar (Cuadro 6).

### **Tratamientos evaluados y diseño experimental**

El diseño experimental utilizado para este trabajo fue el de bloques al azar consistiendo en 5 tratamientos y 3 repeticiones, obteniendo un total de 15 unidades experimentales. Las películas evaluadas se muestran en el cuadro 6.

Cada unidad experimental constituía una cama de 6 metros de longitud, en un total de 327 m<sup>2</sup>. Los plásticos utilizados fueron de 1.20 m de ancho y 30 micras de espesor.

**Cuadro 6.** Descripción de los tratamientos con acolchados de diferentes colores en el cultivo de pepino pickle.

Tratamiento	Descripción	Abreviación
T1	Acolchado Plástico Negro	APN
T2	Acolchado Plástico Plata/Negro	APP/N
T3	Acolchado Plástico Blanco/Negro	APB/N
T4	Acolchado Plástico Aluminio/Negro	APA/N
T5	Testigo sin acolchar	Testigo

### **Preparación del área experimental**

#### **Riego y fertilización**

Para un buen desarrollo del cultivo se necesita de un sistema de riego el cual nos permita suministrar la cantidad adecuada de agua para el desarrollo de las plantas sin agregar más de la necesaria y además que tenga un grado de precisión que nos permita tener un riego uniforme en el área radicular creando un bulbo de humedad adecuado para la planta.

La frecuencia de los riegos es muy importante ya que parte del buen desarrollo de la planta depende de la disponibilidad del riego y su disponibilidad para que la planta extraiga agua y nutrientes del suelo. La regularidad de los riegos dependieron de la velocidad de abatimiento hídrico en el suelo ya que la humedad se monitoreaba con tensiómetros los cuales nos indicaban el momento en que el abatimiento del agua en el suelo se podría convertir en problema para la planta y su buen desarrollo, el volumen que se aplicaba en cada riego era de 1100 litros el cual contenía 350 ml de ácido nítrico para bajar el pH, posteriormente se incorporaban los fertilizantes los cuales fueron calculados previamente y disueltos antes de agregarlos al contenedor mediante el cual se aplicaban los riegos.

En los casos de las deficiencias de nutrientes que se presentaron en el cultivo se aplicó nitrato de calcio de manera foliar para corregir la deficiencia de calcio además otras aplicaciones de micronutrientes de manera preventiva para evitar la aparición de deficiencias.

## **Tutorado**

Es una práctica importante para mantener la planta levantada, ya que los tallos del pepino se parten con mucha facilidad. Las plantas de pepino necesitan tener un soporte donde trepar, por ello se emplearon tutores que facilitaron las labores de cultivo y aumentaron la ventilación. Para esta actividad se utilizaron postes de madera, los cuales fueron enterrados para fijarlos y posteriormente se colocaron hilos de rafia verticalmente con un espaciamiento aproximado de 10 cm entre hilos los cuales se sujetaron de los 2 alambres que se colocaron uno en la parte baja y otro en la parte superior de los postes para la conducción vertical del cultivo.

## **Control sanitario**

Las aplicaciones de productos se realizaron en forma preventiva y de control con el fin de combatir las plagas y enfermedades que atacaron al cultivo, además de la aplicación de fertilizante foliar para mejorar el crecimiento de la planta. La diabrotica (*diabrotica albata* Le Conte) fue la plaga principal que se presentó. Para el control de diabrotica durante las primeras etapas de crecimiento se utilizó Confidor y se hicieron dos aplicaciones, posteriormente se aplicó de manera alternada Dicarzol 50 PS, Aceite de Nim + Biocrack y jabón orgánico, Platino 375 ce.

## **Labores culturales**

### **Deshierbes**

La actividad de deshierbe se realizó de manera manual, principalmente en los pasillos y sobre las camas en los tratamientos testigos.

## **Variables evaluadas**

### **Crecimiento**

Se realizaron tres muestreos para la evaluación del crecimiento de la planta y la influencia del color del acolchado sobre su desarrollo y rendimiento. Se realizaron muestreos a los 15 dds (12 de junio), 30 dds (6 de julio) y 45 dds (21 de julio) se muestrearon las tres repeticiones de cada tratamiento, habiendo tomado una planta representativa del tratamiento. De cada una de las muestras era tomada la altura y posteriormente retiradas hacia el laboratorio donde se les hicieron las pruebas destructivas las cuales consideraban las siguientes variables:

### **Área foliar**

En el laboratorio se defoliaron las plantas para su posterior evaluación. Para la determinación del área foliar se usó un equipo LI-3100, LI-COR, Inc. (Lincoln, Nebraska, E. U.) en este equipo se pasaban una a una las hojas de las plantas para obtener el área foliar de cada muestra.

### **Materia seca**

Para la evaluación de esta variable, se separaron las partes de la planta, tallos y hojas por separado se colocaron en bolsas de papel las cuales fueron llevadas a la estufa para sus secado a una temperatura de entre 65 – 70 °C aproximadamente por periodos de 72 horas. Una vez secas, las muestras se pesaron y los resultados fueron expresados en gramos.

### **Temperatura del suelo**

Para poder evaluar esta variable se colocaron 10 termopares en las camas de los tratamientos, (2 por tratamiento) los cuales fueron de cobre constantan (.6 mm de diámetro) al centro de las camas a una profundidad de 10 cm en el suelo. Estos

termopares fueron conectados a un data logger (CR850; Campbell Scientific, Logan, Utah, USA) el cual fue conectado a un multiplexor (AM25T; Campbell Scientific). Este fue programado para registrar temperaturas y almacenarlas, en lapsos de 24 horas, este registraba la temperatura máxima, media y mínima. De manera periódica se extraían los datos con una computadora la cual se conectaba al data logger.

### **Cosecha**

En la cosecha se tomó en cuenta que el tamaño del fruto que no alcanzara 15 cm de longitud y el color de la piel fuera verde y rayada de color amarillo o claro con un peso aproximado de 115 gramos por fruto, el fruto para cosechar estuvo en estado óptimo de desarrollo, de acuerdo con las exigencias del mercado, en general el fruto se cosechó tierno y el mejor índice de ello es la semilla tierna. Se realizaron 14 cortes a lo largo del cultivo y en cada corte se hacía el conteo de los frutos y se hacía el pesado del total de frutos por tratamiento y por repetición. De esta manera se determinó el rendimiento por corte y con esto el rendimiento final.

### **Análisis mineral**

La determinación del contenido de minerales de interés se realizó con una muestra tomada del último muestreo de las plantas, dicho muestreo se realizó el día 21 de julio. A partir de una muestra molida a un tamaño de partícula menor a 2 mm la cual se tomó de una mezcla de hojas secas de toda la planta. De esta muestra se evaluaron los siguientes minerales: Magnesio, cobre, fierro, manganeso y zinc con el proceso de digestión de los tejidos con ácido nítrico, por espectrofotometría de emisión atómica, modelo IRIS ADVANGE, marca THERMO JARREL ASH.

### **Fotosíntesis, conductancia estomática y transpiración**

Para realizar la evaluación de las variables como fotosíntesis, transpiración, conductancia estomática, humedad relativa, concentración de CO<sub>2</sub> y temperatura de la hoja, se utilizó un equipo portátil de fotosíntesis LI-6250, (LICOR, Nebraska)

realizando 3 muestreos los cuales se hicieron a los 15, 30 y 45 días después de la siembra.

Dichas tomas se efectuaron en días soleados y en las horas de mayor radiación solar (11am – 2 pm) y tomando la tercera hoja en la planta de manera descendiente para poder obtener una lectura ordenada.

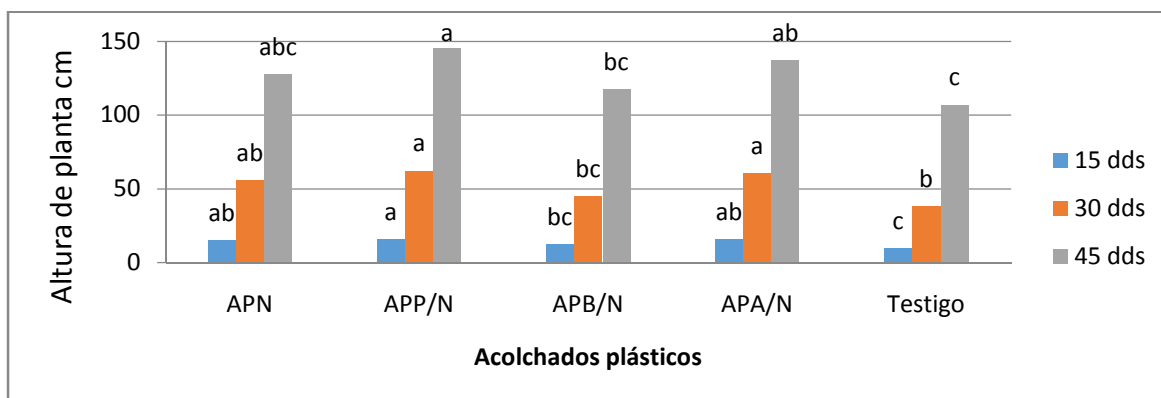
### **Análisis estadístico**

Los datos fueron analizados usando el método general lineal univariado en el software SAS Versión 9.2. Las medias de los datos obtenidos se analizaron usando la prueba Duncan ( $P < 0.05$ ).

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Altura de planta

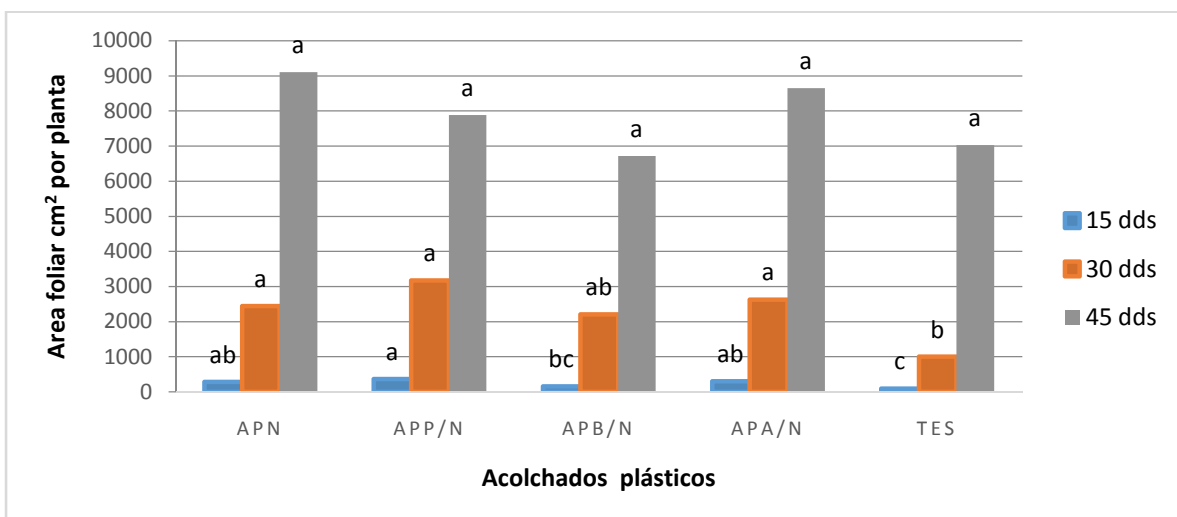
En altura de planta se muestran diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos evaluados a los 15 dds, en este caso los tratamientos APN APP/N y APA/N tuvieron un comportamiento superior al testigo, el APB/N tuvo un comportamiento estadísticamente similar al testigo. En la segunda evaluación a los 30 dds los tratamientos APN, APP/N y APA/N muestran una diferencia significativamente superior respecto al testigo, este tuvo un crecimiento estadísticamente similar al APB/N. En la tercera evaluación, a los 45 dds los tratamientos APP/N y APA/N se muestran superiores al testigo el cual fue similar al APB/N (Fig. 1). Nuestros resultados no concuerdan con los reportados por Cervantes (2005) quien no encontró diferencia significativa en altura de planta entre diversos colores de acolchado plástico en el cultivo de papa. Tampoco concuerdan con los resultados de Mendoza (2004) quien reporta resultados diferentes a los del presente estudio al indicar que los acolchados plásticos no afectaron la altura de planta en el cultivo de tomate. Vega (2012) encontró que el acolchado plástico negro registró la mayor altura de planta en el cultivo de pimiento morrón en condiciones de casa sombra, nuestro estudio fue llevado en condiciones de campo abierto.



**Figura 1.** Altura de planta en el cultivo de pepino pickle, con diferentes colores de acolchado plástico en condiciones de campo abierto. Ciclo primavera - verano 2012, Saltillo, Coahuila.

## Área foliar

El área foliar muestra diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos evaluados a los 15 dds, los tratamientos APN, APP/N y APA/N son estadísticamente similares, pero superiores al testigo el cual a su vez fue similar al APB/N. En la segunda evaluación, a los 30 dds todos los acolchados plásticos tuvieron un comportamiento estadísticamente superior al testigo, excepto el APB/N que tuvo un comportamiento similar. En la tercera evaluación realizada a los 45 dds todos los tratamientos estudiados incluyendo el testigo se comportaron de manera similar en área foliar (Fig. 2). Estos resultados concuerdan en parte con los reportados por Cervantes (2005) en papa que indica que obtuvo diferencias significativas por efecto de acolchado con respecto al testigo en área foliar. Estos resultados coinciden también en parte con los resultados reportados por Rodríguez (2008) que encontró diferencias en área foliar entre los acolchados plásticos negro, blanco y aluminio que fueron superados por el acolchado plástico rojo, todos los acolchados a su vez fueron superiores al testigo. Resultados similares obtuvo Ramírez (2011) quien encontró incremento del área foliar en los acolchados plásticos blanco y plateado en relación con el testigo

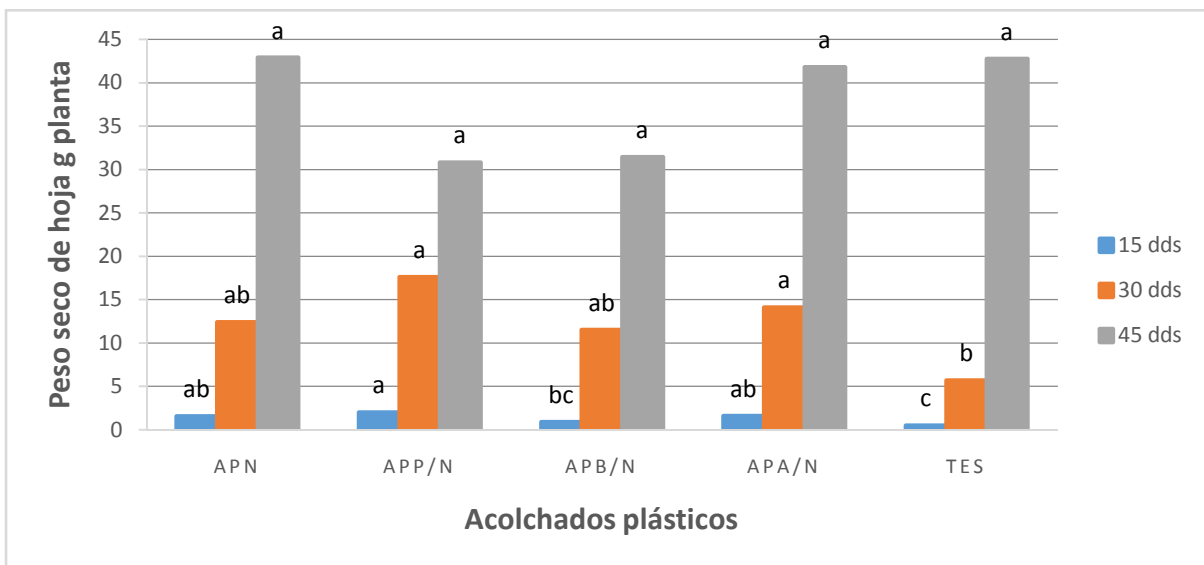


**Figura 2.** Área foliar en el cultivo de pepino pickle con acolchado de diferentes colores, ciclo primavera verano. CIQA 2012.



### Peso seco de hoja

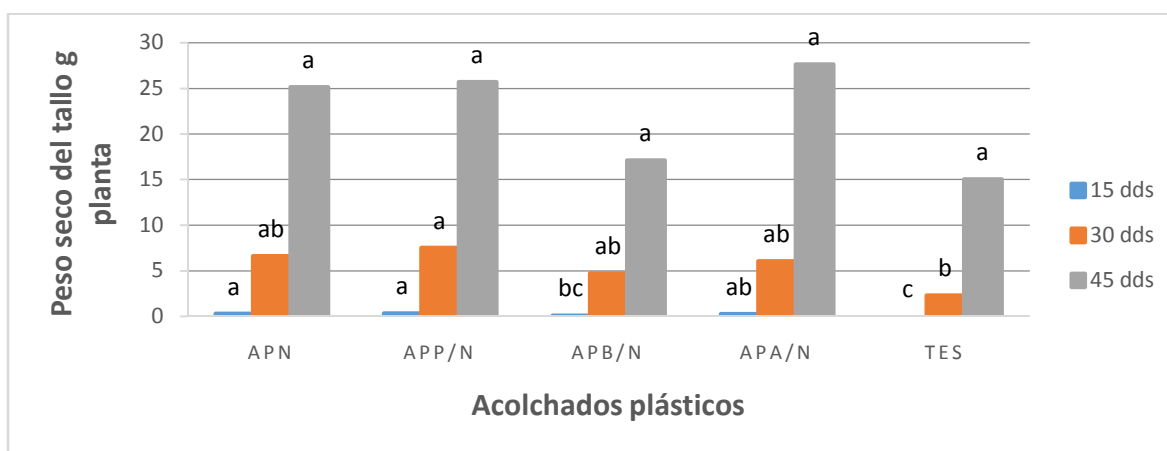
El peso seco de hoja muestra diferencias significativas entre los tratamientos evaluados a los 15 dds, en este caso los tratamientos APN, APP/N y APA/N tuvieron un comportamiento estadísticamente superior al testigo, el cual a su vez fue similar al APB/N. A los 30 dds los tratamientos acolchados se comportaron de manera estadísticamente similar pero solo los tratamientos APP/N y APA/N superaron en peso seco al testigo. En la tercera evaluación a los 45 dds todos los tratamientos evaluados se comportaron de manera similar (Fig. 3). Los datos de este estudio no concuerdan con los reportados por Rodríguez (2008) quien no encontró diferencia significativa entre los tratamientos acolchados plásticos y solo difirieron del testigo, que obtuvo el menor peso de hoja en el cultivo de melón. Mendoza (2004) reporta que no encontró diferencia significativa en cuanto a peso seco de hoja entre los tratamientos acolchados evaluados. Torres (2011) menciona que el acolchado negro y el rojo son los que presentaron diferencia significativa superior en peso seco de hoja en comparación con los colores de acolchado plástico aluminio y blanco.



**Figura 3.** Peso seco de hoja en el cultivo de pepino pickle con acolchado de diferentes colores, ciclo primavera verano. CIQA 2012.

## Peso seco del tallo

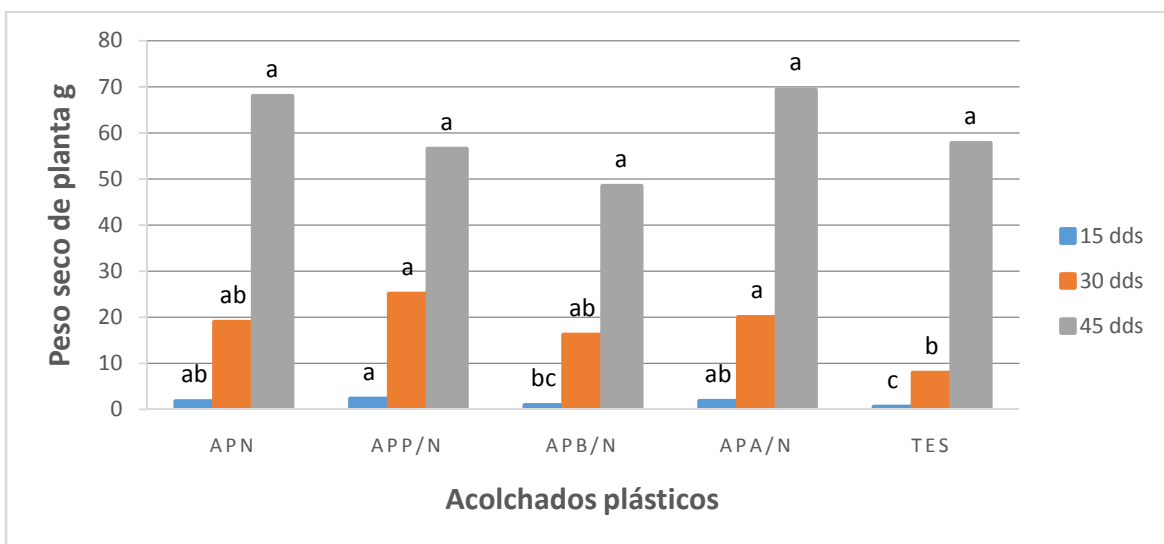
En la variable peso seco del tallo se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en la evaluación a los 15 días después de la siembra, los tratamientos APN, APP/N y APA/N se comportaron de manera superior al testigo, mientras que el APB/N fue similar al testigo. En la segunda evaluación realizada a los 30 dds, los tratamientos APN, APP/N, APB/N y APA/N tuvieron un comportamiento estadísticamente similar, sin embargo solo el tratamiento APP/N fue significativamente superior al testigo. En la tercera evaluación realizada a los 45 dds no se encontraron diferencias significativas en peso seco de tallo entre los tratamientos evaluados (Fig. 4). Estos datos son similares a los reportados por Torres (2011) que reporta diferencias significativas en peso seco del tallo en la evaluación de acolchados plásticos de diferentes colores en el cultivo de pepino. Otros resultados reportados por Rodríguez (2008) muestran que el acolchado plástico negro superó significativamente en peso seco de tallo a otros colores de acolchado y al testigo en el cultivo de melón. Torres (2009) reporta que los colores de acolchados aluminio/negro, plata/negro y negro obtuvieron mayores valores de peso seco de tallo en comparación con otros colores de acolchado plástico incluyendo al testigo en el cultivo de frijol.



**Figura 4.** Peso seco de tallo en el cultivo de pepino pickle con acolchado de diferentes colores, ciclo primavera verano. CIQA 2012.

## Peso seco de planta

En peso seco de planta se muestra diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos en la primera evaluación a los 15 dds, los tratamientos APN, APP/N y APA/N son estadísticamente similares pero superiores al testigo que tuvo un comportamiento similar al APB/N. A los 30 dds se encontraron diferencias significativas, los tratamientos de acolchado plástico se comportaron de manera similar, solo los tratamientos APP/N y APA/N fueron significativamente superiores al testigo. A los 45 dds no se encontraron diferencias significativas en peso seco de planta entre los tratamientos estudiados (Fig. 5). Torres (2009) reporta que el mejor tratamiento de los acolchados plásticos en producción de masa seca por planta fue el aluminio/negro, obteniendo diferencia significativa con respecto al resto de los tratamientos acolchados en el cultivo de frijol. Tapia (2004) menciona que no encontró diferencia significativa en masa seca de planta entre los acolchados plásticos de colores en el cultivo de melón. Datos presentados por García (2004) muestran que los tratamientos acolchados muestran diferencia significativa con respecto al testigo en masa seca de planta en el cultivo de pepino, Olguín (2004) reporta resultados similares en favor de los tratamientos acolchados.



**Figura 5.** Peso seco de la planta en el cultivo de pepino pickle con acolchado de diferentes colores, ciclo primavera verano. CIQA 2012.

## Temperaturas máximas, mínimas y medias de la zona radicular

Las temperaturas máximas, mínimas y medias se promediaron durante un periodo de 75 dds. La temperatura máxima entre tratamientos fue diferente ( $p < 0.05$ ), los tratamientos acolchados tuvieron un comportamiento similar, solo el tratamiento APA/N tuvo un comportamiento similar al testigo.

En temperatura mínima se encontraron diferencias significativas, los tratamientos acolchados tuvieron una temperatura superior al testigo, sin embargo. El APN mostró el mayor valor en temperatura mínima.

En la temperatura media los tratamientos de acolchado plástico tuvieron un comportamiento superior ( $p < 0.05$ ) al testigo.

Estos resultados coinciden con los reportados por Rodríguez (2008) en el cultivo de melón donde encontró diferencias significativas en favor del acolchado con respecto al testigo, tanto en temperaturas máximas, mínimas y medias durante el ciclo del cultivo; de igual manera Ramírez (2011) reporta diferencias significativas en temperaturas del suelo mínimas, medias y máximas en los cultivos de melón y sandía con acolchado de diferentes colores. No así Torres (2009) quien no encontró diferencias significativas entre colores de acolchado en la temperatura de suelo máxima, media y mínima durante el ciclo vegetativo del cultivo de frijol.

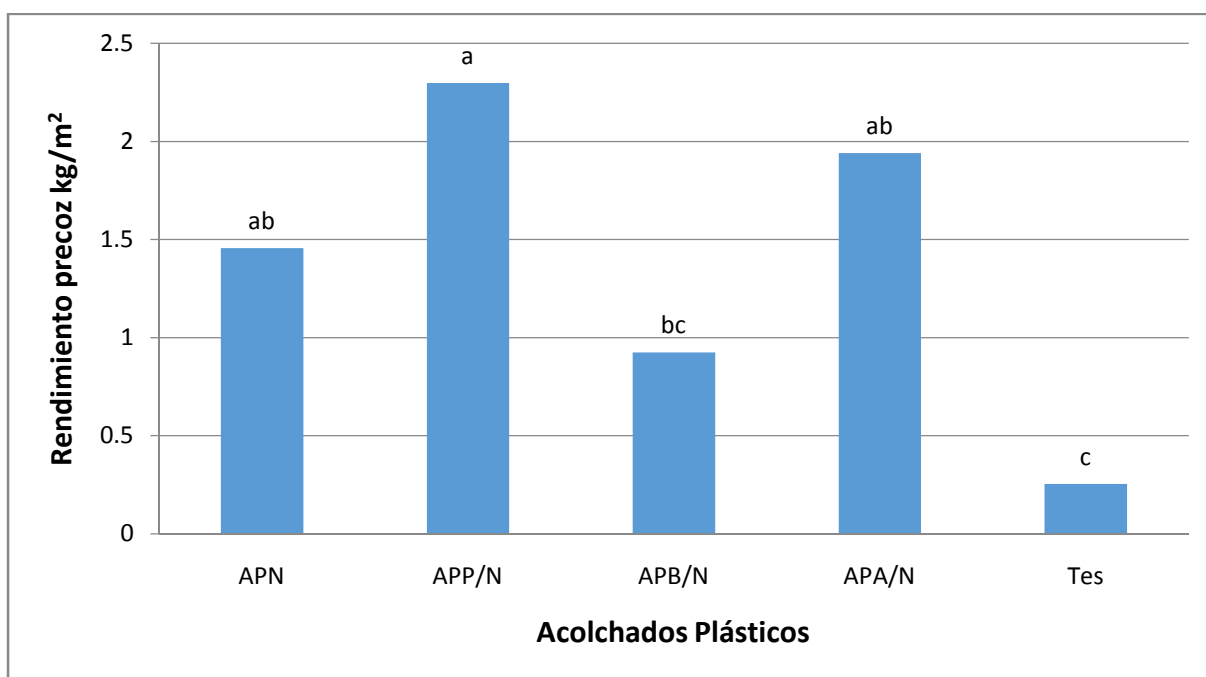
**Cuadro 7.** Temperaturas máximas, mínimas y medias de la zona radicular en el cultivo de pepino pickle con acolchado de diferentes colores, ciclo primavera verano. CIQA 2012.

Acolchado	Temp max	Temp min	Temp med
APN	27.69 a	22.69 a	25.24 a
APP/N	28.15 a	22.00 b	24.84 a
APB/N	27.30 a	22.04 b	24.70 a
APA/N	27.18 ab	22.31 ab	24.79 a
TESTIGO	25.77 b	20.46 c	23.25 b

Los valores que presentan la misma literal en cada columna son iguales entre sí de acuerdo a la prueba de Duncan ( $p < 0.05$ ).

## Rendimiento precoz

En la variable de rendimiento precoz se muestran diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos evaluados, los tratamientos APN, APP/N y APA/N son estadísticamente similares pero superiores al testigo, que a su vez fue similar al tratamiento APB/N. El promedio de los tratamientos acolchados fue de  $1.65 \text{ kg/m}^2$ , el testigo promedió  $0.25 \text{ kg/m}^2$  lo que significa una ganancias en favor de los tratamientos acolchados de  $(\text{kg/m}^2)$  534.6%. Estos datos coinciden con los obtenidos por García (2004) que encontró que el acolchado plástico negro y blanco/negro al igual que el azul y blanco, mostraron diferencia significativa en rendimiento precoz con respecto al testigo. Ángeles (2005) también reporta una producción adelantada en pepino en los tratamientos acolchados con respecto al testigo. Ramírez (2011) también reporta mayor producción precoz por efecto de acolchado en los cultivos de melón y sandía.

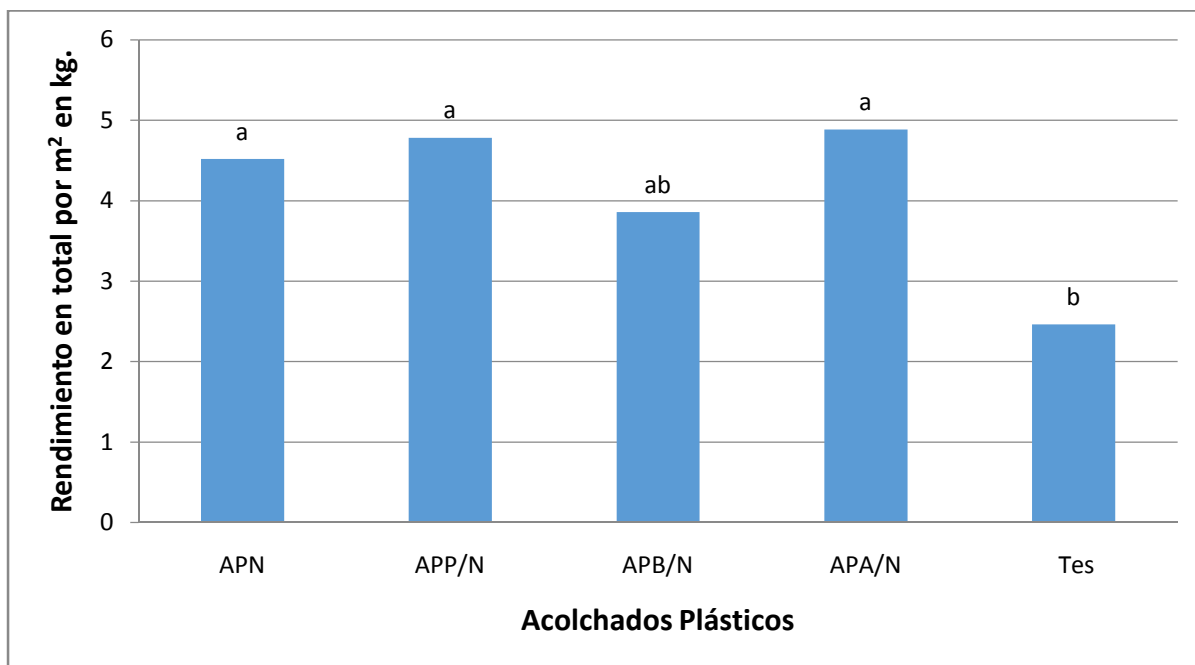


**Figura 6.** Rendimiento precoz en el cultivo de pepino pickle con acolchado de diferentes colores, ciclo primavera verano. CIQA 2012.

## Rendimiento total

En rendimiento total los tratamientos APN, APP/N, y APA/N registraron un rendimiento significativamente superior ( $p < 0.05$ ) al testigo, el cual tuvo un rendimiento estadísticamente similar al APB/N.

En promedio los tratamientos acolchados registraron un rendimiento promedio de  $4.50 \text{ kg/m}^2$ , el testigo registró un rendimiento de  $2.46 \text{ kg/m}^2$ , lo anterior representa una ganancia de 83 % por efecto de acolchado. Cervantes (2005) menciona que los acolchados plásticos muestran diferencias significativas con respecto al testigo en el cultivo de papa. Datos reportados por García (2004) también coinciden con nuestros resultados al reportar mayor rendimiento por efecto de acolchado en el cultivo de pepino corto.



**Figura 7.** Rendimiento total en el cultivo de pepino pickle con acolchado de diferentes colores, ciclo primavera verano. CIQA 2012.

## Análisis de Nutrimentos en Hoja

En la variable de análisis del contenido de micronutrientes de Mg, Fe, y Zn los tratamientos estudiados no mostraron diferencia significativa ( $p < 0.05$ ), contrariamente en Cu y Mn se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos estudiados. Estos resultados no coinciden en parte con los obtenidos por Díaz-Pérez (2010) quien reportó que la acumulación de nutrientes minerales en hojas y frutos de pimiento morrón, no fueron afectados de manera significativa por el color de las películas para acolchado plástico. Canul (2013) tampoco encontró diferencia significativa entre acolchados plásticos y el control en contenido de nutrientes en hoja de pimiento morrón en condiciones de casa sombra.

**Cuadro 8.** Concentración de micronutrientes en hojas del pepino pickle con acolchado de diferentes colores, ciclo primavera verano. CIQA 2012.

Acolchado	Mg $\mu\text{g/ml}$	Cu $\mu\text{g/ml}$	Fe $\mu\text{g/ml}$	Mn $\mu\text{g/ml}$	Zn $\mu\text{g/ml}$
APN	111.833 a	1.538 a	2.102 a	4.575 ab	1.2707 a
APP/N	113.933 a	0.728 ab	1.788 a	3.673 ab	1.0437 a
APB/N	109.297 a	1.078 ab	1.913 a	3.353 b	1.1027 a
APA/N	114.500 a	1.015 b	1.938 a	3.939 ab	1.0443 a
Testigo	120.467 a	1.628 a	1.944 a	4.934 a	1.2973 a

Los valores que presentan la misma literal en cada columna son iguales entre sí de acuerdo a la prueba de Duncan ( $p < 0.05$ ).

## **Fotosíntesis conductancia estomática y transpiración**

En la variable fotosíntesis en la primera evaluación realizada a los 15 dds se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), donde los tratamientos APN, APB/N, APA/N y Testigo fueron similares en fotosíntesis unitaria, el testigo superó en fotosíntesis al APP/N. En la segunda y tercera evaluación a los 45 dds y 75 dds no se encontraron diferencias significativas en fotosíntesis unitaria.

En conductancia estomática a los 15 dds se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, el tratamiento APB/N superó a los tratamientos APA/N y testigo, los cuales a su vez fueron similares en conductancia estomática al APN y APP/N. A los 45 y 75 dds no hubo diferencia entre tratamientos en conductancia estomática.

En la variable de transpiración a los 15 dds, 45 dds y 75 dds no se encontraron diferencias entre los tratamientos estudiados. Nuestros resultados coinciden con los obtenidos por Rodríguez (2008) quien en la variable fotosíntesis, reporta un comportamiento muy similar entre los tratamientos acolchados en el cultivo de melón. Nuestros resultados no coinciden con los obtenidos por Torres (2009) que reporta que a los 30 dds los tratamientos APR y APA/N superaron al testigo en conductancia estomática en el cultivo de frijol. Tampoco concuerda con los resultados de Castillo (2008) quien obtuvo mayores valores de fotosíntesis en los tratamientos acolchados en el cultivo de frijol. Rodríguez (2008) encontró diferencias significativas en conductancia estomática entre los tratamientos acolchados en una etapa joven del cultivo de melón. En cambio Vega (2013) en su trabajo con pimiento morrón no encontró diferencias significativas entre los tratamientos acochados y testigo en fotosíntesis, conductancia estomática y transpiración. Torres (2009) coincide con estos resultados al no encontrar diferencias significativas en transpiración entre los tratamientos acolchados en frijol en la mayoría de los muestreos efectuados.



**Cuadro 9.** Comparación de medias para fotosíntesis unitaria, conductancia estomática y transpiración en el cultivo de pepino pickle a los 15, 45 y 75 días después de la siembra con acolchado de diferentes colores, ciclo primavera verano. CIQA 2012.

Acolchado	Fotosíntesis $\mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$			Conductancia estomática $\text{cm s}^{-1}$			Transpiración $\mu\text{gH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$		
	15 dds	45 dds	75 dds	15 dds	45 dds	75 dds	15 dds	45 dds	75 dds
APN	2.20 ab	3.70 a	6.75 a	15.60 ab	1.53 a	1.80 a	21.70 a	11.47 a	9.30 a
APP/N	1.67 b	3.07 a	4.80 a	15.93 ab	1.57 a	2.30 a	20.97 a	10.93 a	10.20 a
APB/N	2.27 ab	3.17 a	3.55 a	22.07 a	1.57 a	2.15 a	26.40 a	10.83 a	10.35 a
APA/N	2.70 ab	2.93 a	6.70 a	10.07 b	1.70 a	2.40 a	25.80 a	10.50 a	11.50 a
Testigo	4.00 a	2.53 a	2.70 a	13.27 b	1.57 a	2.00 a	26.87 a	10.80 a	10.60 a

Los valores que presentan la misma literal en cada columna son iguales entre sí de acuerdo a la prueba de Duncan ( $p$  0.05).

## V. CONCLUSIONES

En las variables altura de planta, área foliar, peso seco de hoja, peso seco de tallo y peso seco de planta no hubo una clara tendencia de superioridad estadística por efecto del color del acolchado, con relación al testigo, sin embargo los tratamientos de cubierta plástica exhibieron superioridad en magnitud con respecto al suelo desnudo especialmente a los 15 y 30 dds.

La temperatura media de la zona radicular fue superior por efecto de acolchado con relación al testigo.

La ganancia en rendimiento precoz y total por efecto de acolchado con respecto al testigo fue de  $1.65 \text{ kg/m}^2$  (660%) y de  $4.50 \text{ kg/m}^2$  (183 %), respectivamente.

El contenido de micronutrientes en hoja no fue favorecido por efecto del acolchado.

La fotosíntesis y no se incrementó con el uso de acolchado plástico.

## VI. LITERATURA CITADA

- Anderson, D. L. 1992. The sugarcane plant and magnesium. *Sugar Journal* 55 (1):12.
- Ángeles, R. F. 2005. Respuesta fisiológica y temperatura del suelo ocasionados por el acolchado plástico de diferentes colores en cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L). Tesis presentada como requisito parcial para obtener el título de ingeniero agrónomo en producción. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Anglés, M. 2001. Control climático y ciclo de cultivo. Ediciones de Horticultura. Polysack España. 7 pp.
- Benavides, M. A. 2000. Agrolásticos control microambiental, control metabólico y morfogénesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Departamento de Horticultura. Saltillo, Coah.
- Benavides, A. 2002. Control Microambiental, Control Metabólico y Morfogénesis. <http://www.geocities.com/CapeCanaveral/Runway/8787/plastfot.ht> .
- Berardocco, H. G. 2002 Acolchado Plástico. Departamento Técnico Inplex Venados SA. [www.inplexvenados.com](http://www.inplexvenados.com). Universidad Andina Simón Bolívar.
- Berardocco, G. H. 2010. Acolchado plástico. Departamento técnico Inplex Venados S A. [www.inplexvenados.com](http://www.inplexvenados.com)
- Billmeyer, J. R.F W. 1975. Ciencia de los polímeros. Universidad Politécnica de Barcelona Editorial Reverte, S. A.
- Broadley, M.R. 2007. Zinc in plants, *New Phytol*, 173, pp. 677–702.
- Castillo, J. A. Uríbarri A. Sádaba S. Aguado G. Sanz G. J. 2004. Guía de cultivo en invernadero del Pepino de suelo. Navarra Agraria.

- Castillo, G. R., 2008. Respuesta del Crecimiento, Rendimiento, Patógenos, Malezas y Nutrientes del Suelo a Diferentes Periodos de Solarización en el Cultivo de Frijol con Acolchado Plástico (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Canul, T. C. E. 2013. Pimiento (*Capsicum annuum* L.) Cultivado Sobre Películas de Acolchado Plástico de Colores en Condiciones de Casa Sombra: Efectos sobre el Crecimiento, Absorción de Nutrientes y Rendimiento de Frutos. Programa De Posgrado En Agroplasticultura. Centro de Investigación en Química Aplicada.
- 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.
- Carrasco, R. L. 2009. Efecto de la radiación ultravioleta en plantas. Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad de Tarapacá. Arica-Chile. IDESIA. Volumen 27, N° 3, Páginas 59-96.
- Cakmak, I. 2000. Possible roles of zinc in protecting plant cells from damage by reactive oxygen species, *New Phytol*, 146 pp. 185–205.
- Cervantes, L. M. A. 2005. Temperatura de la Zona Radical, Crecimiento y Rendimiento de papa (*Solanum tuberosum* L.) Con Acolchado Plástico de Diversos Colores. Tesis como Requisito Parcial para Obtener el Título de Ingeniero Agrónomo En Producción. División De Agronomía. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”.
- Clarkson, D.T. and Hanson, J.B. 1980. The mineral nutrition of higher plants. *Ann Rev. Plant Physiol.* 31: 239-298.
- Crawley, M. J. 1997. Life history and environment. In: Crawley M.J. (ed). *Plant Ecology*: 73-131. Blackwell, Oxford.

- Cooper A. J. 1973. Root Temperature and Plant Growth: A Review. Commonwealth Agriculture Bureaux, Slough, England.
- Demming-Adams, B. and W. W. Adams. 1992. Photoprotection and others responses of plants to high light stress. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant. Mol. Biol.*43, 599-626.
- Díaz, A. G. y Lira S. R. 1988. Efecto del arropado plástico sobre parámetros Físico-Químicos del suelo y fisiológicos de las plantas. Memorias del curso. " Usos de las películas de plástico como arropado del suelo para la producción agrícola. "Buenavista Saltillo, Coahuila, México.
- Díaz-Pérez, J.C. 2010. Bell pepper (*Capsicum annum* L.) grown on plastic film mulches: effects on crop microenvironment, physiological attributes, and fruit yield. *Hort Science* 45(8), pp.1196–1204.
- Eltez, R. y Tüzel, Y. 1994. Efecto de diferentes materiales utilizados en acolchamiento de suelo sobre el rendimiento y la calidad de los cultivos de tomate bajo invernadero. *Plasticulture* N° 103: 23 -25.
- FAO, 2010. Superficie cosechada y producción de hortalizas. Statistics Division FAO Statistical Yearbook. <http://www.fao.org/economic/ess/ess-publications/ess-yearbook/ess-yearbook2010/yearbook2010-production/es/>
- FAOSTAT. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. <http://apps.fao.org/faostat> consulta de base de datos de producción mundial y comercio internacional de pepino (Consultada en agosto de 2011).
- Figuerola, F. 1998. Manual técnico: Procesamiento de frutas y hortalizas mediante métodos artesanales y de pequeña escala. Segunda edición ampliada. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la

Alimentación (FAO), Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile.

- 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.) requisito parcial para obtener el título de: Ingeniero Agrónomo En Producción División de Agronomía Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- García, E. 1984. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köepen. Primera Edición. México, D. F.
- García, C. A. 1996. Evaluación de películas fotoselectivas para acolchado de suelos en el cultivo de pepino. Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- García P. F. Honda K. Gaona C. J. 2000. Desplegable Informativa No. 20. Campo experimental "Zacatepec". Centro de investigación regional del centro. Secretaria de agricultura, ganadería y desarrollo rural instituto nacional de investigaciones forestales, agrícolas y pecuarias.
- Geocities, 2009. <http://www.oocities.org/ar/agrotecnica1/page21.html>
- Gianoli, E. 2004. Plasticity of traits and correlations in two populations of *Convolvulus arvensis* (*Convolvulaceae*) differing in environmental heterogeneity. Int J. Plant Sci.165:825-832.
- Gómez, R. F. 1994. Efecto de Películas Plásticas Fotoselectivas para Acolchado del suelo en Calabacita (*Cucurbita pepo* L.), Cv. Zucchini-ray. Tesis de Licenciatura. Ingeniero Agrónomo en Horticultura. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Guariento, M. 1983. El acolchado en diversas situaciones agroclimáticas. IX Congreso Internacional de Agricultura con Plásticos. 6-12 de noviembre 1983. Guadalajara, Jalisco, Méx.

- Ham, J.M. Kluitenberg, G. L. Lamont, W. J. 1993. Optical properties of plastic mulches affect the field temperature regime. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 118:188-193.
- Havlin, J., S. Tisdale, W. Nelson and J. Beaton. 1999. Soil fertility and fertilizers an introduction to nutrient management. 6 ed. Editorial Lori Harvey. pp. 86-298.
- Horton, P., A. V. Ruban and R. G. Walters. 1994. Regulation of light harvesting in green plants. *Plant Physiol.* 106: 415-420.
- Ibarra, L.; Rodríguez, A. 1991. Acolchado de Suelos con películas plásticas. Editorial Limusa. pp. 138.
- Jaime, G. M. Lucero F. J. M. Sánchez V. C. 2012. "Innovación tecnológica de sistemas de producción y comercialización de especies aromáticas y cultivos élite en agricultura orgánica protegida con energías alternativas de bajo costo". Inteligencia de mercado de pepino. Proyecto SAGARPA – CONACYT.
- Joüet, J. P. 2001. *Plasticulture 120. Los plásticos en el Mundo*, J.P. 120 (Revista horticultura edición 156 octubre del 2001).
- Lamont, W. J. 1991. Agua y Suelo. Horticultura y Riego por Goteo. Agricultura de las Américas. United States of America. p. 8-16.
- Larcher, W. 1995. *Physiological Plant Ecology*. 3ra Edición. Springer (Ed). Alemania.
- López, C. M. 2003. Cultivo de pepino. Centro nacional investigación agropecuaria y forestal. Guía técnica No.17.
- López-Gutiérrez, M. A. 2003. Alternativas de Protección de Cultivos con Materiales Plásticos. *IDEA 11: 6 - 12*.
- Mass, C. V. 1984. Crop Tolerance. *En agriculture*. Vol. 38 (10) 20 – 21.

- Martínez, C. J. 2006. Acolchado En Hortalizas. Facultad de Agronomía, UANL.
- Mendoza, P. A. 2004. Tesis Presentada como Requisito parcial para Obtener el título de: Ingeniero Agrónomo en Horticultura. Efecto de los Acolchados Foto selectivos, sobre el Desarrollo y Rendimiento del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* mill), cv Flora dade. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Narro, C. A. 1989. Acolchado del suelo, fertilización y programas de riego en el cultivo de pepino pickle (*cucumis sativus* L.). Tesis de licenciatura UAAAN. Buenavista Saltillo Coahuila.
- Olgúin, J. F. 2004. Influencia de la temperatura en la zona radicar y fotosíntesis del cultivo del pepino con películas plásticas de diversos colores. Tesis presentada como requisito parcial para obtener el título de ingeniero agrónomo en producción. División de agronomía. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Peña, E. J., 2004. Ecofisiología de algas énticas asociadas a manglar, En H. M. Cabrera (Ed) Fisiología ecológica en plantas. Mecanismos y respuestas a estrés en los ecosistemas. Pontificia Universidad de Valparaíso, Chile.
- Pérez, C. S. 2012. Efectos en un cultivo de pepino de la nutrición mixta nítrico / amoniacal en condiciones convencionales y en medios muy salinos. Aspectos ambientales, productivos y de calidad alimentaria.
- Person, L. 1983. Manual para la educación agropecuaria. Mex. SEP. Dirección general de educación técnica agropecuaria. Editorial trillas México.
- Ramírez, R. J. A. 2011. Tesis. Requisito parcial para obtener el título de: Ingeniero Agrónomo en Horticultura Acolchados fotoselectivos en el crecimiento y rendimiento de melón (*Cucumis melo* L.) y sandía (*Citrullus lanatus* Thunb). División De Agronomía. Acolchados. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro



- Ramírez, V.J. 1996. El uso de acolchados plásticos en la horticultura. 1ra Ed. UAS. Universidad Autónoma de Sinaloa. Departamento de Comunicación Educación y Divulgación, Facultad Agronomía, Culiacán Rosales, Sinaloa, México. 70p.
- Robledo, P. F. 1988. Aplicación de los plásticos en la agricultura. 28 edición. Edición Mundi Prensa. Madrid, España.
- Rodríguez, H. R. 2008. Acolchado plástico, temperatura del suelo, fotosíntesis y crecimiento en el cultivo de melón (*Cucumis melo* L.). Tesis Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de: Ingeniero Agrónomo En Horticultura. División De Agronomía. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro".
- Secretaría, de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2010. Sistema de Información Agropecuaria de Consulta (SIACON). México..
- Serrano, C. Z. 1979 cultivo de hortalizas en invernadero. Ed. AEDOS. Barcelona. España.
- Serrano, C. Z. 1990. Técnicas de invernadero. PAO, Suministro Gráficos, S. A Seviya, España.
- Schultz, H. R., W. Kiefer and W. Gruppe. 1996. Photosynthetic duration, carboxylation efficiency and stomatal limitation of sun and shade leaves of different ages in field grown grapevine (*Vitis vinifera* L.). *Vitis* 35(4): 169-176.
- Steward-Phillip, G. 2012. Plant Physiology. Apple Academic Press Inc.
- SIAP. 2012. Secretaria de Información Agroalimentariay Pesquera.[http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=350](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=350).

- Sonneveld, C. 1987. Magnesium efficiency in rockwool grown tomatoes as affected by climatic condition and plant nutrition. *Journal of plant Nutrition*. 10 (9-16): 1591-1604.
- Sultan, S. 2003. Phenotypic plasticity in plants: a case study in ecological development. *Evol Dev*. 5:25-33.
- Tapia, D. J. L. 2004. Efecto de acolchados plásticos y extracto de gobernadora en el crecimiento, desarrollo y rendimiento de un cultivar de melón (*Cucumis melo* L.). Tesis presentada como requisito parcial para obtener el título de ingeniero agrónomo en agrobiología. División de agronomía. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Tapia, L. M. Lucero F. J. M. Sánchez V. C. 2010. Complementos Nutricionales Para El Rendimiento y Nutrición Del Cultivo De Melón Con Fertirriego Y Acolchado. Campo Experimental Uruapan. INIFAP. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* Vol.1 Núm.1 1 de enero-31 de marzo, 2010 p. 5-15.
- Tpagro, 2002. Tecnología para el Agro y soluciones Agropecuarias T.P Agro Colombia. <http://www.tpagro.com/espanol/acolchamiento.htm>
- Thoa, D.K. 1998. Cucumber seed multiplication and characterization. AVRDC-ARC Research Report Detalle agrícola SAGARPA [http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ar\\_comagr2c.html](http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ar_comagr2c.html), consulta: 2005.
- Toshio, H. 1991. The effect of mulching and row covers on vegetable production. *Agr. Exp. Stn. Japón*.
- Torres, O.V. 2009. "Fríjol en doble cultivo con acolchados plásticos de colores y su influencia en la temperatura de la zona radical, fotosíntesis, crecimiento y rendimiento de grano". Tesis presentada como requisito parcial para obtener el título de ingeniero agrónomo en producción. División de Agronomía Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

- Torres, O.V. 2011 "Pepino (*Cucumis sativus* L.) Sobre Acolchado Plástico de Colores, en Condiciones de Campo Abierto en Comparación con Casa Sombra". Programa de Posgrado en Agroplasticultura Departamento de Plásticos en la Agricultura. Centro de Investigación en Química Aplicada.
- Val, J. 2003. Absorption transport and use of the nutrients in plants. The calcium, a case study. Congreso Iberoamericano de nutrición vegetal Agro Latino. Barcelona España. (89): 9-16.
- Vasco, M. R. 2003. El cultivo del pepino bajo invernadero. In: Técnicas de Producción en Cultivos Protegidos. F F Camacho (ed). Caja Rural Intermediterránea, Cajamar. Almería, España. pp: 691-722.
- Vega, V. M. A. 2013. Influencia de acolchados fotoselectivos en el crecimiento, absorción de nutrientes y rendimiento del cultivo de pimiento morrón (*Capsicum annum* L). Tesis. Presentada como requisito parcial para obtener el título de: Ingeniero Agrónomo en Horticultura. División De Agronomía. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Walker, E, Connolly E. 2008. Time to pump iron: iron deficiency higher plants. *Plant Biology*. 11: 530-535.
- Yordanov, I. and V. Veleikova. 2000. Photoinhibition of photosystem I. *Bulg. J. Plant Physiol*. 26(1-2), 70-92.
- Zérega, M. L., A. T. Hernández y G. J. Valladares. 1997. Efecto de diferentes fuentes de nitrógeno y dosis de magnesio sobre el suelo y el cultivo de caña de azúcar. *Bioagro* 9(2):43-51.

## VII. APÉNDICE

Cuadro A1. Comparación de medias de la variable altura de la planta en el cultivo de pepino pickle con diferentes colores de acolchado plástico, a los 15, 30 y 45 días después de la siembra (dds). Ciclo primavera-verano 2012, Saltillo, Coahuila.

Acolchado	15 dds	30 dds	45 dds
APN	15.000 ab	55.500 ab	127.67 abc
APP/N	16.000 a	62.167 a	145.33 a
APB/N	12.500 bc	44.667 ab	117.67 bc
APA/N	15.667 ab	60.333 a	137.33 ab
Testigo	9.833 c	38.333 b	107.00 c

Tratamientos con la misma literal no difieren entre sí, Duncan (p 0.05)

Cuadro A2. Comparación de medias de la variable área foliar en cm<sup>2</sup> en el cultivo de pepino pickle con diferentes colores de acolchado plástico, a los 15, 30 y 45 días después de la siembra (dds). Ciclo primavera-verano 2012, Saltillo, Coahuila.

Acolchado	15 dds	30 dds	45 dds
APN/N	278.33 ab	2439.0 a	9110 a
APP/N	365.67 a	3172.7 a	7888 a
APB/N	159.33 bc	2205.3 ab	6721 a
APA/N	297.00 ab	2628.7 a	8654 a
Testigo	91.33 c	998.3 b	7030 a

Tratamientos con la misma literal no difieren entre sí, Duncan (p 0.05)

Cuadro A3. Comparación de medias de la variable peso seco de la hoja en el cultivo de pepino pickle con diferentes colores de acolchado plástico, a los 15, 30 y 45 días después de la siembra (dds). Ciclo primavera-verano 2012, Saltillo, Coahuila.

Acolchado	15 dds	30 dds	45 dds
APN	1.5333 ab	12.367 ab	42.87 a
APP/N	2.0000 a	17.600 a	30.80 a
APB/N	0.8667 bc	11.500 ab	31.40 a
APA/N	1.5667 ab	14.067 a	41.77 a
Testigo	0.4667 c	5.667 b	42.73 a

Tratamientos con la misma literal no difieren entre sí, Duncan (p 0.05)

Cuadro A4. Comparación de medias de la variable peso seco del tallo en el cultivo de pepino pickle con diferentes colores de acolchado plástico, a los 15, 30 y 45 días después de la siembra (dds). Ciclo primavera-verano 2012, Saltillo, Coahuila.

Acolchado	15 dds	30 dds	45 dds
NAP	0.27333 a	6.600 ab	25.133 a
APP/N	0.30000 a	7.500 a	25.700 a
APB/N	0.06667 bc	4.700 ab	17.100 a
APA/N	0.23333 ab	6.033 ab	27.600 a
Testigo	0.00000 c	2.267 b	15.000 a

Tratamientos con la misma literal no difieren entre sí, Duncan (p 0.05)

Cuadro A5. Comparación de medias de la variable peso seco de la planta en el cultivo de pepino pickle con diferentes colores de acolchado plástico, a los 15, 30 y 45 días después de la siembra (dds). Ciclo primavera-verano 2012, Saltillo, Coahuila.

Acolchado	15 dds	30 dds	45 dds
APN	1.7667 ab	18.967 ab	68.00 a
PAP/N	2.3000 a	25.067 a	56.50 a
BAP/N	0.9333 bc	16.200 ab	48.50 a
APA/N	1.8333 ab	20.033 a	69.40 a
Testigo	0.5333 c	7.900 b	57.77 a

Tratamientos con la misma literal no difieren entre sí, Duncan (p 0.05)

Cuadro A6. Comparación de medias de las variables rendimiento precoz y rendimiento total por metro cuadrado en el cultivo de pepino pickle con diferentes colores de acolchado plástico. Ciclo primavera-verano 2012, Saltillo, Coahuila.

Acolchado	Rendimiento precoz	Rendimiento total/m <sup>2</sup>
APN	1.45 ab	4.51 a
APP/N	2.29 a	4.88 a
APB/N	0.92 bc	3.86 ab
APA/N	1.94 ab	4.78 a
Testigo	0.25 c	2.46 b

Tratamientos con la misma literal no difieren entre sí, Duncan (p 0.05)