

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**DIVISION DE AGRONOMIA**



**El Acolchado y las Cubiertas Flotantes en la Fisiología y Rendimiento  
del Pepino (*Cucumis sativus* L.)**

**Por:**

**OSVALDO VARGAS GONZALEZ**

**TESIS**

**Presentada como requisito parcial para  
Obtener el Título de:**

**Ingeniero Agrónomo en Horticultura**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México  
Junio de 1999**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**DIVISION DE AGRONOMIA**

**El Acolchado y las Cubiertas Flotantes en la Fisiología y Rendimiento  
del Pepino (*Cucumis sativus* L.)**

**Realizado Por:**

**OSVALDO VARGAS GONZALEZ**

**TESIS**

**Que somete a consideración del H. jurado Examinador como requisito  
parcial para obtener el título de:**

**Ingeniero Agrónomo en Horticultura**

**APROBADO**

**Presidente del Jurado Calificador**

---

**M.C. Alberto Sandoval Rangel**

**Sinodal**

**Sinodal**

---

**M.C. Luis Ibarra Jiménez.**

---

**M.C. Juanita Flores Velázquez**

**Coordinador de la División de Agronomía**

---

**M.C. Reynaldo Alonso Velasco**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México  
Junio de 1999**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios...

Al comité de Asesoría

M.C. Alberto Sandoval Rangel

M.C. Luis Ibarra Jiménez

M.C. Juanita Flores V.

A mi Alma Mater

## **DEDICATORIAS**

Familia Vargas González

A mis padres Sr. Lorenzo Vargas R. y Delfina González A., por ese gran apoyo y confianza depositados en mí.

A todos mis hermanos, por haberme dado fuerzas de seguir adelante.

Compañeros de la Generación LXXXVI de Horticultura y Tronco Común

Yanira Ramos, Ana madeleine, Esmaralda Reyas, Aurora Isela, Alberto Pantoja, David Damián, Leonardo Trejo, De la Cruz C. Gumercindo, Tobias Pelcastre, Efraín Pérez, Jaime Hernández, Narciso Sedeño, Ramón Paredes, Cesar Alvarado, Nieves Cano, Gonzalo Francisco, Omar Torres, Apolinar García, Angel Rivera y todos aquellos con los que compartí grandes momentos de mi vida.

Equipo Varonil de Volei Bol

Muy en especial a Omar Hernández Olvera (†) por haber compartido parte de su vida con migo y brindrame su confianza, Omar Dominguez A., J. Antonio Hernández O., J. Antonio Avalos y L. Gerardo Orozco, a todos ellos por su gran amistad y esos innumerables momentos de alegría....

## **INDICE DE CONTENIDO**

	Pág.
DEDICATORIA .....	i
AGRADECIMIENTOS .....	ii
INDICE DE CONTENIDO .....	iii
INDICE DE FIGURAS .....	vi
INDICE DE CUADROS .....	vii
RESUMEN .....	viii
INTRODUCCION .....	1
REVISION DE LITERATURA .....	4
Generalidades del Cultivo .....	4
Origen e Historia .....	4
Descripción Botánica .....	5
Importancia del Cultivo .....	6
Requerimientos del Cultivo .....	7
Temperatura .....	8
Fotoperiodo .....	9
Suelo .....	10
Fertilización .....	10
Agua .....	11
Densidad de Siembra y Población .....	12
Cosecha .....	12
Indices de Cosecha .....	13
Manejo Postcosecha .....	13
Selección .....	13
Empacado .....	14
Almacenamiento .....	14
Factores Hereditarios y Ambientales que Afectan la Fisiología de las plantas .....	15
Fotosíntesis .....	16
Fases de la Fotosíntesis .....	18
Factores que Influyen Sobre la Fotosíntesis .....	18

Concentración de O <sub>2</sub> .....	19
Concentración de CO <sub>2</sub> .....	19
Luz .....	20
Temperatura .....	20
Disponibilidad de Agua .....	22
Edad de la Planta .....	22
Transpiración .....	23
Factores que Afectan la Transpiración .....	24
Apertura Estomática .....	24
El contenido Hídrico de la Planta .....	24
Temperatura .....	24
Humedad Relativa .....	25
La Velocidad del Viento .....	26
Resistencia Estomática .....	26
Métodos de Intercambio de Gases o de Celda de Aislamiento .....	28
Algunos trabajos sobre Fisiología .....	30
El Acolchado .....	33
Generalidades .....	33
Efecto del Acolchado en la Humedad del Suelo .....	34
Efecto del Acolchado en la Temperatura del Suelo .....	35
Efecto del Acolchado en el Control de Malezas .....	36
Efecto del Acolchado en la Calidad de las Cosechas .....	37
Efecto del Acolchado en el Desarrollo de los Cultivos .....	37
Cubiertas Flotantes .....	38
Generalidades .....	38
Efecto de las Cubiertas Flotantes en el Desarrollo de los Cultivos .....	39
Efecto de las Cubiertas Flotantes más Acolchado .....	44
MATERIALES Y METODOS .....	47
Localización del Area de Estudio .....	47
Características del Area Experimental .....	47

Clima .....	47
Suelo .....	48
Agua .....	49
Arreglo de Tratamientos y Diseño Experimental .....	49
Establecimiento del Experimento .....	50
Preparación del Terreno .....	50
Instalación del Sistema de Riego .....	50
Acolchado .....	50
Siembra .....	51
Espalderas .....	51
Riego .....	52
Fertilización .....	52
Otras Labores Culturales .....	52
Variables Evaluadas .....	53
RESULTADOS Y DISCUSION .....	57
Fotosíntesis .....	57
Transpiración .....	59
Conductancia Estomática .....	61
Diámetro de Tallo .....	64
Peso Seco de Planta .....	65
Temperatura del Suelo .....	68
Rendimiento Precoz .....	70
Rendimiento Rezaga .....	71
Rendimiento Comercial .....	73
Rendimiento Total .....	74
CONCLUSIONES .....	77
LITERATURA CITADA .....	78

## INDICE DE FIGURAS

Fig.	Pág.
1. Influencia del acolchado y cubiertas flotantes en la fotosíntesis del pepino. CIQA, 1998 .....	55
2. Influencia del acolchado y cubiertas flotantes en la transpiración del pepino. CIQA, 1998 .....	57
3. Influencia del acolchado y cubiertas flotantes en la conductancia estomática del pepino. CIQA, 1998 .....	59
4. Temperatura del suelo a 10 cm de profundidad a los 18 dds. CIQA, 1998 .....	65
5. Temperatura del suelo a 10 cm de profundidad a los 28 dds. CIQA, 1998 .....	66
6. Rendimiento precoz para el cultivo de pepino. CIQA, 1998. DMS al 0.05, C.V. = 22.7 .....	67
7. Rendimiento rezaga para el cultivo de pepino bajo acolchado y cubiertas flotantes. CIQA, 1998. DMS al 0.05, C.V. = 21.5 .....	69
8. Rendimiento comercial para el cultivo del pepino. CIQA, 1998. DMS al 0.05, C.V. = 13.5 .....	71
9. Influencia del acolchado y cubiertas flotantes en el rendimiento total de pepino. CIQA, 1998. DMS al 0.05, C.V. = 11.5	

## INDICE DE CUADROS



Cuadro		Pág.
1.	Composición nutritiva del pepino .....	7
2.	Requerimientos de temperatura (°C) según las etapas de desarrollo del cultivo de pepino .....	9
3.	Comparación de medias para el diámetro de tallo en el cultivo de pepino. CIQA, 1998 .....	61
4.	Comparación de medias para el peso seco de planta en el cultivo de pepino. CIQA, 1998 .....	63
5.	Análisis de varianza y cuadrados medios de algunos componentes que caracterizan la fisiología de pepino en 6 tratamientos de estudio con acolchado y cubiertas flotantes. CIQA, 1998 .....	83
6.	Análisis de varianza y cuadrados medios de algunos componentes que caracterizan la fisiología de pepino en 6 tratamientos de estudio con acolchado y cubiertas flotantes. CIQA, 1998 .....	83
7.	Análisis de varianza y cuadrados medios del peso seco de planta del de pepino en 6 tratamientos de estudio con acolchado y cubiertas flotantes. CIQA, 1998 .....	84
8.	Análisis de varianza y cuadrados medios del rendimiento del pepino en 6 tratamientos de estudio con acolchado y cubiertas flotantes. CIQA, 1998 .....	84
9.	Comparación de medias para la fotosíntesis y transpiración del pepino. CIQA, 1998 .....	85
10.	Comparación de medias para la conductancia estomática del pepino. CIQA, 1998 .....	86
11.	Comparación de medias para el rendimiento del pepino. CIQA, 1998 .....	87

## RESUMEN

Con el objeto de determinar la influencia del acolchado más la cubierta flotante en el rendimiento y algunos procesos fisiológicos, se realizó un experimento de campo con el cultivo de pepino en el cual se evaluaron 4 tipos de cubiertas ( Agribon 17, Kimberly, Multiperforada blanca y Multiperforada transparente) combinadas ó no con acolchado negro.

Las tasas de fotosíntesis mayores se dieron con el Acolchado Negro más la Cubierta Agribon 17 (ACA) a los 77 días después de la siembra (dds),. Para la transpiración los resultados superiores fueron con el tratamiento Acolchado más Cubierta Multiperforada Blanca (ACMB) en la primera toma realizada a los 77 dds; para la conductancia estomática se aprecia que el tratamiento ACMT fue el mayor, ya que superó al testigo con  $0.09 \text{ cm s}^{-1}$ , sin embargo, en el análisis estadístico realizado para las anteriores variables se obtuvieron diferencias no significativas. Para el diámetro de tallo y peso seco de planta se tienen incrementos con el uso del acolchado y las cubiertas flotantes en comparación con el testigo, sobre todo en las primeras etapas de desarrollo. En lo que respecta al rendimiento, se tienen rendimientos precoces de 21.2 ton/ha que superan al testigo con 11.3 ton/ha y totales de 122.5 ton/ha que superan al testigo con 18 ton/ha.

## INTRODUCCION

Para la economía agrícola del país, el subsector de producción de hortalizas reviste una particular importancia. La contribución de divisas y la generación de empleo rural, la ubica como una de las actividades más relevantes dentro de nuestra agricultura. Entre otras, la actividad productiva del pepino es, sin duda, de las más notables.

Actualmente, México es el segundo exportador mundial de esta hortaliza y el primer proveedor del mercado americano de pepino sobre todo durante el periodo invernal.

Por ello y otras causas, la tarea del hombre es encontrar soluciones donde no se afecte el ecosistema y donde ocupe una menor superficie además de aumentar la producción en cantidad y calidad, de manera que el productor genere más ganancias para él, y ayude a solucionar el problema de escasez de alimento.

Existen antecedentes tanto en México como en otros lugares del mundo de que el uso de las cubiertas flotantes y el acolchado tienen efectos positivos

en muchos de los procesos fisiológicos de las plantas (fotosíntesis, transpiración, conductividad estomática, producción y traslocación de carbohidratos, etc.) ya que éstos tienen influencia sobre el microclima del suelo y aire, los cuales se relacionan directamente con el rendimiento y desarrollo de las mismas.

A través de los plásticos, los agricultores de diversas regiones han podido contrarrestar los efectos de fenómenos como la sequía, la evaporación de la humedad del suelo, las heladas y las enfermedades causadas por virosis que provocan enormes pérdidas en la agricultura. Otra técnica que se está utilizando como solución para los actuales problemas, es el uso de cubiertas flotantes que son películas transparentes y flexibles de polietileno multiperforado, de telas no tejidas de polipropileno o poliéster que se colocan sobre los surcos de cultivo con el propósito de acelerar el crecimiento y rendimiento de los cultivos.

Por lo tanto es necesario generar información específica para diversos cultivos en el uso de esta tecnología que incluye el acolchado con polietileno negro, cubiertas flotantes como la Kimberly, Agribon 17, Cubierta multiperforada transparente y cubierta multiperforada blanca y además el riego por goteo.

En un intento de contribuir en la generación de esta información se planteo el objetivo de determinar el efecto que tienen las cubiertas flotantes y el acolchado en la fisiología y rendimiento del pepino.

Hipótesis.

Las cubiertas flotantes cuando se combinan con el acolchado influyen en el comportamiento fisiológico del cultivo de pepino y además aumentan el rendimiento.

## REVISION DE LITERATURA

### Generalidades del Cultivo

#### Origen e Historia

El pepino (*Cucumis sativus* L.) aunque algunos autores lo sitúan como originario del norte de la India, su origen más probable cabe cifrarlo en el área de Africa tropical. Fue introducido a China en el año 100 A.C. y posteriormente a Francia en el siglo IX. En Inglaterra su cultivo comenzó a generalizarse a partir de 1327, y posteriormente pasaría a los Estados Unidos (Whitaker y Davis, 1962, citado por Valadez 1996).

En nuestro país, es posible encontrar antecedentes en la producción de pepino desde principios de este siglo. Sin embargo, no es sino hasta después de la primera mitad de siglo, cuando la producción del pepino toma realmente un carácter comercial, y su potencial como producto de exportación es evidente (ASERCA, 1998).

## **Descripción botánica**

Pertenece a la familia de las cucurbitaceae y su nombre científico es el de *Cucumis sativus* L.

Es una planta herbácea anual recubierta de pelos crizados, con raíces fasciculadas de desarrollo bastante superficial. Tallos trepadores o rastreros muy ramificados en la base, con cuatro ángulos marcados y zarcillos simples. Sus hojas son largamente pecioladas, fuertemente cordadas en la base, con el ápice acuminado en cuyo limbo se aprecian de 3-5 lóbulos angulados y triangulares de borde dentado.

Posee flores unisexuales de localización axilar y color amarillento; primeramente se forman las flores masculinas y posteriormente las femeninas.

La polinización se efectúa principalmente a través de insectos, aunque es una planta que posee una cierta tendencia a la partenocarpia.

Los frutos son de tamaño y forma variables (oblongos, cilíndricos o globulosos). El color de su corteza puede ser verde, amarillo o blanco, mientras que el mesocarpio es siempre blanco y acuoso. Con relativa frecuencia, y sobre todo en estadios jóvenes, los frutos muestran en su superficie espinas diseminadas. Las semillas son alargadas, ovales, aplastadas y de color

amarillento. Aunque el peso de las semillas es muy variable, como cifra media puede indicarse 30-40 semillas/gramo.

La duración media de la capacidad germinativa de la semilla de pepino puede estimarse en unos cinco años (Maroto, 1983).

### Importancia del Cultivo

El cultivo de pepino se realiza prácticamente en todo el mundo. La producción mundial ha registrado entre 1994 y 1997, un crecimiento cercano al 19% en el periodo. Este comportamiento ha sido gracias a la mayor superficie destinada al cultivo de la hortaliza, cuya variación porcentual entre 1994 y 1997 fue de 15%. Por su parte los rendimientos han presentado un crecimiento más moderado, siendo éste de 3% en el mismo lapso.

Se puede considerar que de acuerdo al valor generado por las exportaciones de hortalizas frescas al mercado de los Estados Unidos, el pepino se encuentra entre las principales; un estudio de principios de la década de los noventa, ubica a esta hortaliza en tercer lugar, apenas detrás del tomate y de la cebolla. En 1994 el pepino tenía el 10% de participación por valor generado de hortalizas frescas mexicanas exportadas a los Estados Unidos.

El pepino se utiliza principalmente como ensalada, al poseer un gran valor refrescante. Determinadas variedades se utilizan en encurtidos. De sus



semillas puede extraerse hasta el 42% de un aceite comestible. La composición nutritiva del pepino se puede observar en el cuadro 1.

Cuadro 1. Composición nutritiva del pepino (Según Tosco, 1962, citado por Maroto, 1983).

Compuesto	Porcentaje y/o cantidad
Agua	94-97%
Hidratos de carbono estable	1-2%
Proteínas	0.8-1.6%
Azúcares	0.7-1.5%
Celulosa	0.5-1.2%
Grasas	0.03-0.2%
Potasio	200 mg/100 g de fruto fresco
Fósforo	33 mg/100 g de fruto fresco
Calcio	16 mg/100 g de fruto fresco
Azufre	12 mg/100 g de fruto fresco
Magnesio	12 mg/100 g de fruto fresco
Vitamina A	250 UI/100 g de fruto fresco
Vitamina B1	30 mcg/100 g de fruto fresco
Vitamina B2	40 mcg/100 g de fruto fresco
Vitamina C	8 mg/100 g de fruto fresco
Colina	vestigios
Inosital	30-55 mg/100 g de fruto fresco
Acido oxálico	27 mg/100 g de fruto fresco
Valor calórico	17 cal/100 g de fruto fresco

### **Requerimientos del cultivo**

El pepino como todas las cucurbitáceas, es una hortaliza de clima cálido por lo cual no tolera heladas y esto es un punto muy importante para establecer las fechas de siembra en cada región.

## **Temperatura**

El pepino es un cultivo de estación cálida, que requiere de una temperatura del suelo al menos de 12 °C para su germinación. La tasa de crecimiento en el cultivo se incrementa constantemente si la temperatura aumenta a 25 °C (Asgrow, 1984).

La temperatura para el desarrollo del pepino oscila entre 16 y 33 °C, siendo la óptima de 18 a 24 °C; durante su desarrollo necesita buena intensidad de luz. Si se presentan temperaturas menores a 14 °C se detiene su crecimiento y si estas temperaturas frescas permanecen hasta la floración, las flores femeninas pueden abortar.

La temperatura del suelo tiene gran importancia ya que afecta directamente a procesos fisiológicos relacionados con el desarrollo y nutrición, temperaturas desfavorables ocasionan fallos en la germinación, obteniéndose poblaciones bajas y retardo en el desarrollo vegetativo disminuyendo no sólo el rendimiento sino la también la calidad del fruto.

Por su parte, Valadez (1996) reporta que la temperatura para su desarrollo oscila entre 18 y 30 °C siendo la óptima de 25 °C; durante su desarrollo necesita de buena intensidad de luz (Cuadro 2).

Cuadro 2. Requerimientos de temperatura (°C) según las etapas de desarrollo del cultivo de pepino.

Temperatura (Serrano, 1997)	Germinación	Des. Veget.	Floración	Fructificación
Suelo:				
Mínima	12 - 15	10 - 12		
Óptima	24 - 30	18 - 20		>18
Máxima	35			
Aire:				
Mínima letal		1		
Mínima bio.	20	12 - 14	18	
Máxima bio.	24 - 32	30 - 40		
Óptimos:				
Nocturnos		18 - 22		
Diurna		20 - 25	20 - 23	25 - 30

### Fotoperiodo

En su forma natural, el pepino florece y fructifica en condiciones de fotoperiodos cortos, siempre y cuando la intensidad luminosa recibida sea suficiente, existiendo variedades que pueden soportar valores de hasta 100,000 lux de iluminación sin saturarse (Wacquant, 1973, citado por Maroto, 1983).

Con fotoperiodos largos (mayores de 12 horas) y altas temperaturas se producen más flores masculinas, mientras que bajo condiciones de fotoperiodo corto se producen más flores femeninas (Valadez, 1996).

## **Suelo**

El cultivo de pepino se adapta a cualquier tipo de suelo, prefiriendo los franco-arenosos con buen contenido de materia orgánica y drenaje. En cuanto a pH, está clasificado como una hortaliza moderadamente tolerante a la acidez, en un rango de pH 6.8-5.5. Por lo que se refiere a la salinidad, esta considerada como medianamente tolerante, con valores de 2560 a 3840 ppm (4 a 6 mmho) (Valadez, 1996).

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 no es elevada; en cambio, en los suelos altamente arcillosos la recolección se retrasa, pero los rendimientos son altos (Serrano, 1979 citado por Morales, 1996).

## **Fertilización**

El abonado del suelo o la técnica de fertilización es una práctica que directa o indirectamente tiene por objeto restituir o aumentar el contenido de nutrientes del suelo, creando las condiciones óptimas para el desarrollo de los cultivos (Mainardi, citado por García, 1996).

El cultivo de pepino responde favorablemente a elevados niveles (óptimos) de fertilización. Notificando que los requerimientos de fertilizantes

pueden variar dependiendo del tipo de suelo y de otros factores. Para ello cualquier programa de fertilización debe iniciarse con un análisis de suelo antes de la siembra o plantación con el objeto de obtener mejores resultados de rendimiento (Asgrow, 1984).

## Agua

Person, 1983 indica que el pepino, durante su ciclo de vida, necesita de agua en cantidades aproximadas de 500 a 600 mm. A pesar de su consumo relativamente alto de agua, prefiere un clima con humedad relativamente baja, cultivándose en zonas áridas y semiáridas, por eso el suministro de agua es importante, especialmente en los períodos de demanda crítica siendo los siguientes:

- Al momento próximo a la floración.
- Unas dos semanas después de la floración.
- Durante la formación de frutos.

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

El riego por goteo se define como la aplicación artificial del agua al suelo en forma lenta pero frecuente y en pequeñas cantidades dirigidas directamente a la zona radicular de las plantas a donde llega a través de emisores o goteros de 2 a 10 lph con flujo gradual y uniforme.

La distribución del agua en el campo para el cultivo, se realiza por medio de una extensa red de tuberías que trabajan a bajas presiones, generalmente de 1 kg/cm<sup>2</sup> (Briones y Rojas, 1990).

### **Densidad de siembra y población**

Para producir esta hortaliza se utiliza exclusivamente la siembra directa, que puede ser manual o mecanizada (semillas peletizadas), utilizando sembradoras de precisión. En siembra directa es necesario hacer un raleo o aclareo cuando las plantas tengan dos o tres hojas verdaderas. Se pueden obtener poblaciones de 27,000 a 37,000 plantas/ha. La siembra en las camas puede ser a hilera sencilla o a hilera doble (Valadez, 1996).

### **Cosecha**

La cosecha se realiza en forma manual. Cuando la cosecha incluye el transporte del campo al empaque o empacadora, es en donde se presenta mayor porcentaje de daños a los productos.

## **Indices de Cosecha**

Respecto a la cosecha de pepino tanto para consumo en fresco como para pepinillo, los indicadores que se utilizan son: la longitud del fruto y el tiempo.

- Tiempo. Este indicador se refiere al número de días, el cual puede variar de un cultivar a otro, pero en términos generales se deduce lo siguiente: de 65 a 70 días para pepinillo, al cual se le pueden dar hasta 20 cortes cosechando diario y de 90 a 120 días para pepino fresco; en este se reporta un promedio de 5 cortes.
- Longitud. El pepinillo se cosecha cuando tiene una longitud de 5 a 12 cm. El pepino para consumo en fresco debe tener una longitud de 15 a 20 cm, siendo recomendable no permitir que los frutos se pongan amarillos (Valadez, 1996).

## **Manejo Postcosecha**

### **Selección**

Selección, se debe a la especificidad del producto y al mercado que se quiere acceder. La selección se realizará bajo criterios de color, tamaño, forma,

madurez y frutos libres de daños, tanto mecánicos como físicos causados por plagas, enfermedades, desórdenes fisiológicos o golpes.

## **Empacado**

La función protectora del empaque es evitar los daños mecánicos (raspaduras o rajaduras), las cuales son una de las más importantes fuentes de pérdidas. Otra función importante del empaque es la presentación del producto en forma más atractiva para el consumidor, como es el caso del empackado en cajas con una sola línea y protegidos con mallas de polietileno (Morales, 1996).

## **Almacenamiento**

Las condiciones de almacenamiento para el pepino son de 7 a 10 °C de temperatura y una humedad relativa de 85 a 90%. Antes de almacenarse se someten a un proceso de enfriamiento. Este proceso es indispensable para frutos que se han cosechado durante un día caluroso, ya que reduce la temperatura de las frutas antes de almacenarlas. El enfriamiento consiste en sumergir las frutas en agua a 0°C y además le sirve también como lavado. Antes de almacenarla, se puede empackar y seleccionar la fruta, especialmente la de exportación (SEP, 1997).



## **Factores Hereditarios y Ambientales que Afectan la Fisiología de las Plantas**

Un principio básico de la fisiología vegetal es reconocer que la herencia y el medio ambiente son los factores que regulan los procesos internos y las condiciones de la planta, y que finalmente determinan su crecimiento y desarrollo. Por lo tanto, la forma, el tamaño y el funcionamiento de la planta resulta de una compleja serie de interacciones entre la composición genética y el ambiente en el cual creció.

Consecuentemente, la composición genética de las semillas de maíz, trigo, algodón ó pepino determinara que siempre produzcan plantas de maíz, trigo, algodón ó pepino, mientras que los factores ambientales determinarán si esas plantas serán vigorosas, chaparras, verdes, cloróticas, túrgidas o marchitas. Normalmente, las modificaciones causadas por el ambiente no son hereditarias.

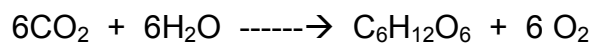
La respuesta fisiológica de las plantas es dependiente de los factores ambientales del suelo (características fisico-químicas) y de la atmósfera; la distribución y cantidad de precipitación, la energía radiante entre otros, son los que afectan directamente la evapotranspiración. En relación con el potencial genético, las características morfológicas de la raíz, hojas y estomas (al igual que algunas características fisiológicas y bioquímicas) son determinantes en la respuesta de la planta. Estos componentes son los responsables del tamaño

de células, órganos y área foliar que, a su vez, influirán en la cantidad de biomasa producida y la calidad del producto cosechado.

En el medio ambiente aéreo interactúan la temperatura, la radiación global total y la humedad relativa; estos factores primarios afectan la transpiración y el balance energético de las plantas. Por otro lado, las propiedades del suelo como textura y estructura, su potencial total de agua y su temperatura, influyen grandemente en la disponibilidad de agua y nutrimentos para la planta, pues sólo en función de estos factores se lleva a cabo la disfunción del agua a las raíces y la absorción y translocación de nutrimentos a través del tejido conductivo del tallo y las hojas. Uno de los factores bióticos relacionados con las características morfofisiológicas de las plantas es la estructura de la raíz, el tallo y de la hoja, partes fundamentales en todos los procesos de absorción, transporte de agua y transpiración, que inciden directamente sobre su respuesta fisiológica y su comportamiento. (Lira, 1994)

### Fotosíntesis

La fotosíntesis es la conversión del dióxido de carbono a compuestos orgánicos en presencia de luz. El producto inmediato de la fotosíntesis es azúcar o almidón, y en la forma más sencilla. El proceso puede presentarse como producción de glucosa:



La fotosíntesis requiere luz, pero Winogradsky descubrió en 1880, que en ciertas bacterias, que obtienen su energía químicamente en ausencia de luz, son capaces de utilizar el dióxido de carbono en la oscuridad, Engelmann, descubrió que las bacterias purpúreas que llevan a cabo un tipo de fotosíntesis no liberan oxígeno. Y fue hasta 1949 cuando Van Niel presentó una nueva hipótesis que resultó ser acertada, el cual propuso que la acción de la luz se centraba en la separación de las moléculas de agua y no del dióxido de carbono.

En todas las células que realizan la fotosíntesis, la energía de la radiación solar es absorbida por pigmentos sensibles a la luz, transferida a aceptores de electrones y conservada como energía química para auxiliar el trabajo celular (Hernández, 1994).

En las plantas superiores, las células fotosintetizadoras se localizan en las hojas cuyas formas y estructuras anatómicas aseguran, una racional distribución espacial de los pigmentos y la absorción de CO<sub>2</sub>.

Estos dos procesos, la absorción de la luz y de CO<sub>2</sub>, se realizan por estructuras diferentes; la luz es absorbida por los pigmentos fotosintéticos en los cloroplastos, y el CO<sub>2</sub> penetra fundamentalmente por los estomas.

## **Fases de la Fotosíntesis.**

La manera de emprender el estudio de la fotosíntesis depende de cómo se le defina. Algunos investigadores consideran solamente las reacciones que exigen quanta de luz, en tanto que otros consideran todo el espectro de reacciones que resultan del estímulo inicial provisto por la luz. En general la fotosíntesis puede considerarse como un proceso de tres fases:

1. - La absorción de la luz y retención de energía lumínica.
2. - La conversión de energía lumínica en potencial químico.
3. - La estabilización y almacenaje del potencial químico.

## **Factores que Influyen Sobre la Fotosíntesis.**

La fotosíntesis, al igual que otros procesos fisiológicos se ve influenciada por distintos factores, tanto externos como internos.

Los factores del medio ambiente más importantes son: concentración de oxígeno y de CO<sub>2</sub> del medio, luz, temperatura, suministro de nutrimentos, etc. Los factores internos más importantes son: contenido de agua de las hojas y apertura estomática, contenido de clorofila de las hojas, edad de las plantas, etc.

## **Concentración de O<sub>2</sub>**

Algunos transportadores de electrones de la fotosíntesis pueden transferir electrones al oxígeno, en particular la ferredoxina parece ser sensitiva al O<sub>2</sub>. Con luz brillante, mucho oxígeno causa un daño irreversible al sistema fotosintético probablemente por la oxidación de los pigmentos. Los carotenos en los cloroplastos protegen a las clorofilas del daño por solarización.

La reacción de RuBPasa (oxigenasa) provee el sitio más importante para el efecto del O<sub>2</sub> sobre la fotosíntesis. Todas las concentraciones de oxígeno inhiben la fotosíntesis de las plantas C<sub>3</sub> de manera competitiva y reversible; con alto O<sub>2</sub> (80% o más) ocurre también una inhibición irreversible.

## **Concentración de CO<sub>2</sub>**

Conforme se reduce la concentración de CO<sub>2</sub> desciende la tasa fotosintética hasta que iguala exactamente a la tasa de fotorrespiración. En las plantas C<sub>3</sub> esto ocurre en una concentración de CO<sub>2</sub> de 50ppm. La concentración de CO<sub>2</sub> a la que se iguala a la absorción y liberación de dicho compuesto se denomina punto de compensación de CO<sub>2</sub>. El punto de compensación de CO<sub>2</sub> en las plantas C<sub>4</sub> que no liberan CO<sub>2</sub> en la fotorrespiración es generalmente muy bajo, de 2 a 5 ppm de CO<sub>2</sub>.

## **Luz**

Como se podría esperar de un proceso que depende de la luz, la intensidad afecta directamente la tasa de fotosíntesis. La fotosíntesis se satura bruscamente a la intensidad en que las reacciones oscuras se tornan limitantes.

La calidad de la luz también afecta a la fotosíntesis. Se ha dicho que la luz rojo lejano es ineficiente por si misma en la fotosíntesis y requiere luz adicional de la longitud de onda más corta para utilizarse con eficiencia.

La clorofila "A" (verde oscuro) y la clorofila "B" (verde seco), absorben radiaciones en un amplio rango, presentándose las máximas absorciones por la clorofila, en la banda azul (4,900 amstrongs) y en el rojo (6,700 amstrongs). Si bien, la actividad fotosintética se favorece en longitudes de onda de 4,900 a 6,700 amstrongs, en el balance clorofílico toma parte toda la radiación (Quezada, 1984).

## **Temperatura**

La temperatura es un factor determinante en el crecimiento de las plantas, ya sea controlando directamente las reacciones bioquímicas y procesos metabólicos como la carboxilación, o indirectamente a través de procesos físicos como el cierre o apertura estomatal.

La temperatura afecta directamente las reacciones metabólicas que siguen a las reacciones de luz y dependiendo de la eficiencia y velocidad con que se realicen, la asimilación de CO<sub>2</sub> será modificada.

La temperatura afecta directamente a la tasa fotosintética, ya que la planta para evitar excesos de calentamiento transpira en forma de vapor de agua, pero cuando las temperaturas son demasiado elevadas, ésta cierra sus estomas para evitar excesos de desecación. De esta manera, se está reduciendo la cantidad de CO<sub>2</sub> disponible para realizar el proceso fotosintético (Díaz, 1988).

Se ha encontrado que la absorción y la reacción lumínica no se afectan demasiado, las reacciones enzimáticas u oscuras dependen estrechamente de la temperatura. En el rango fisiológico entre 5 y 25-30 °C la fotosíntesis tiene generalmente un Q<sub>10</sub> aproximado de 2, como sería de esperarse.

Burke y Oliver 1993; citados por Robledo, 1944 trabajando con pepino encontraron que la ventana térmica cinética (VTC) es una medición usada como un indicador de la eficiencia metabólica, mostrando que es un indicador eficiente del rango de temperatura, fuera del cual las plantas experimentan un estrés por la temperatura.

El VTC para pepino está entre 23.5 y 39 °C Km mínimo aparente en 32.5 °C. La fluorescencia variable del fotosistema II reaparece después de una

iluminación máxima y temperatura de 30-35 °C. La síntesis máxima del complejo de cosecha de luz del Fotosistema II ocurrió en 30 °C.

### **Disponibilidad de Agua**

Al igual que el bióxido de carbono, el agua se usa en el proceso fotosintético; cuando disminuye la disponibilidad de agua para la planta, se restringe el intercambio de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> resultando una dramática reducción en la tasa fotosintética, dada la imperante necesidad de agua para mantener un elevado potencial hídrico en el protoplasma. La pérdida de agua inhibe directamente los procesos fotosintéticos, tanto las reacciones primarias de transporte de electrones y los eventos bioquímicos como la actividad enzimática en las reacciones secundarias. El principal resultado de la pérdida del potencial de presión es la disminución en la turgencia de las células guarda, lo que afecta la apertura de los estomas e interrumpe la entrada del CO<sub>2</sub> al interior de las hojas. Por otro lado, las condiciones excesivas de humedad en el suelo crean condiciones anaerobias (con deficiencia de oxígeno) alrededor de las raíces, reduciendo así la respiración de las raíces y limitando la fotosíntesis en las hojas.

### **Edad de la Planta**

La fotosíntesis no ocurre de manera similar durante el ciclo de una planta. El desarrollo inicial de un cultivo se caracteriza por presentar altas



densidades de los procesos fotosintéticos, dando lugar a altas velocidades de crecimiento.

Se plantea que en *Populus deltoides*, la actividad de la enzima de fijación de CO<sub>2</sub> se incrementa durante la etapa formativa de las hojas. Posteriormente con el incremento de la edad de las hojas, la velocidad de la fotosíntesis neta declina y asociado a esta disminución se observa una disminución en los contenidos de clorofila, proteínas y ácidos nucleicos en las hojas (Robledo, 1994).

### Transpiración

La evaporación del agua en las plantas o animales se denomina transpiración. Se pierde una gran cantidad de agua por transpiración para sacar a cosecha un cultivo. Básicamente se debe a que este elemento es un componente esencial de los granos y frutos; además las otras partes de la planta están formadas por átomos de carbón que constituyen los "esqueletos" de prácticamente todas las moléculas orgánicas y que las plantas deben tomar de la atmósfera. Este elemento entra a la planta en forma de bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) mediante los poros de los estomas ubicados en la superficie de las hojas; pero al mismo tiempo, el agua sale por difusión, en forma de vapor, a través de esos poros, lo que permite el paso de CO<sub>2</sub> para el proceso fotosintético.

## **Factores que Afectan la Transpiración**

### **Apertura Estomática**

Puesto que la mayor parte de la transpiración ocurre por medio de los estomas, el grado de apertura estomática es un factor de importancia primordial en su control. En consecuencia, las condiciones que influyen en la apertura estomática afectan también la transpiración.

### **El Contenido Hídrico de la Planta**

Este contenido puede afectar la transpiración de dos maneras: indirectamente, afecta la apertura estomática y directamente, afecta el gradiente de concentración de vapor desde las superficies celulares de la hoja al aire. La deshidratación severa indudablemente reduce la evaporación desde las paredes al interior de los espacios intercelulares.

### **Temperatura**

La temperatura afecta básicamente la transpiración al provocar un calentamiento en la hoja, al cual la planta responde con una mayor transpiración para evitar dañarse, pero cuando el agua es limitante en la hoja el cierre estomatal es eminente.

La planta para reducir calentamientos excesivos posee mecanismos complejos que se manifiestan simplemente con la transpiración o pérdida de agua y que está fuertemente influenciado por las características morfológicas, anatómicas y fisiológicas de la planta; las condiciones ambientales y las propiedades físicas de agua (calor latente de vaporización de  $2.427 \times 10^6 \text{ J kg}^{-1}$  a  $30 \text{ }^\circ\text{C}$ ) (Díaz, 1988).

La temperatura de la hoja depende de la tasa de transpiración, intensidad de radiación neta, temperatura ambiental y presión de vapor (Linacre, 1964).

### **Humedad Relativa**

El contenido de humedad del aire (HR) ejerce un marcado efecto sobre la transpiración, pues modifica el gradiente bajo el cual se difunde el vapor de agua; así la temperatura afecta enormemente la presión del vapor de agua necesaria para saturar el aire.

Los espacios intercelulares de la planta que no están bajo tensión hídrica, probablemente se encuentran próximos a saturación la mayor parte del tiempo, mientras la humedad del aire circundante fluctúa alrededor de un valor mucho más bajo, por lo regular entre el 30 y 80% de HR. Así, un cambio de temperatura modificará considerablemente el gradiente de presión de vapor del aire alcanzando un nuevo equilibrio a una humedad relativa constante, ocurriendo un cambio sustancial en el gradiente de presión de vapor. Puede

ocurrir un cambio mucho mayor si el contenido de agua del aire permanece constante.

### **La Velocidad del Viento**

Afecta la transpiración al influir sobre el gradiente de vapor de agua próximo a la superficie foliar. Existe una capa límite en la superficie de la hoja, a través de la cual el vapor debe difundirse hacia el exterior de las superficies húmedas en el mesófilo y el parénquima. Mientras más delgada sea la capa límite, más se acentúa el gradiente de presión de vapor y, por consiguiente, es más rápida la transpiración. Al perturbar la capa límite, el viento incrementa la transpiración conforme los tejidos se deshidratan y los estomas se cierran, con lo que la capa se limita (Lira, 1994).

### **Resistencia Estomática**

Una de las principales resistencias a la difusión es la que determina el estoma al abrirse o cerrarse bajo determinadas condiciones. Por lo tanto la resistencia estomática influye en gran parte en la tasa de asimilación de  $\text{CO}_2$  y en la transpiración.

En cierto sentido, la transpiración es análoga a la transferencia de calor por convección; en otros aspectos, es diferente. La fuerza impulsora de la transpiración es el gradiente de densidad de presión de vapor del agua, del

interior de la hoja a la capa de la atmósfera que se encuentra más allá de la capa límite. En este sentido, la convección y la transpiración son análogas, aunque los estomas oponen una resistencia adicional y por lo común mucho mayor a la transpiración. Si los estomas están cerrados o casi cerrados, la resistencia puede ser muy elevada; si están abiertos, la resistencia es relativamente baja. Hay otras resistencias en el interior de las hojas además de los estomas, pero suelen permanecer casi constantes. Siempre hay alguna resistencia por parte de la hoja; esto es, la hoja nunca es sólo como una pieza de papel humedecido. Además, la resistencia de la hoja a la transpiración puede variar en un amplio intervalo, en la medida que los factores ambientales influyen en la apertura de los estomas (Salisbury, 1994).

La resistencia del estoma generalmente se incrementaba a bajos niveles de iluminación sobre cierto nivel crítico de luz. Esto sugiere que la tasa de transpiración podría ser controlada por el estoma sólo bajo un nivel crítico de luz recibida y que desde este punto de vista la tasa transpirativa podría ser determinada primeramente por el aumento de energía disponible (Turner, 1969).

En frijol la asimilación de  $\text{CO}_2$  disminuía a medida que la resistencia aumentaba. Las más bajas resistencias estomáticas fueron de  $10 \text{ s m}^{-1}$  o un poco menos. Las mínimas resistencias a la difusión dependen del tamaño, densidad y distribución de los estomas, lo cual depende de la especie, condiciones de desarrollo, intensidad de luz, temperatura, potencial hídrico,

nutrición y edad de la planta. En el frijol se han reportado 4,000 y 28,000 estomas en el haz y en el envés, respectivamente; alfalfa 16,900 y 13,800; jitomate 1,200 y 13,000; girasol 8,500 y 15,600; y en repollo 14,000 y 22,600 (Gates, 1980).

Larqué et al (1982) trabajando en invernadero con frijol cv. Cacahuate, encontro que las hojas de los nudos más bajos de la planta, tenían valores más altos de resistencia estomatal y menor transpiración que las hojas de los nudos superiores, atribuyendo este comportamiento estomatal a la radiación, posición y edad de las hojas.

Los valores típicos de estomas abiertos son entre 1 y 10 s cm<sup>-1</sup> y reporta resistencias encontradas por otros autores. Trigo 0.25-2.4 (Penman y Long, 1960); nabo 1.6-1.8 (Gaastra, 1959); betabel dulce 1.6-1.8 (Gaastra, 1959); y algodón 1.0 (Slatyer y Bierhuizen, 1964) (Slatyer, citado por Díaz, 1988).

### **Métodos de Intercambio de Gases o de Celda de Aislamiento**

En esta técnica, la transpiración se calcula midiendo el vapor de agua en una atmósfera cerrada que rodea a la hoja. La hoja puede estar encerrada en una celda o cámara transparente, por ejemplo, en la que es posible medir humedad, temperatura y volumen de gas que entra y sale. La información que se obtiene depende de los parámetros que se miden. Pueden calcularse tasa

de respiración, conductancia estómatica, tasa de fotosíntesis y concentración de CO<sub>2</sub> en la hoja.

En la técnica más sencilla se coloca la hoja en el interior de un recipiente herméticamente cerrado y se miden la humedad relativa y la temperatura del aire en el recipiente en el tiempo cero y después de un breve intervalo. Enseguida se determina la humedad absoluta (presión o densidad de vapor) en moles o en gramos por metro cúbico, ya sea de manera directa, con un higrómetro de punto de rocío, o se calcula a partir de la temperatura y la humedad relativa referidas a un diagrama psicométrico o tablas estándares, o bien con ayuda de una calculadora y las ecuaciones apropiadas. Si se conocen el volumen de aire en la cámara y los cambios en la densidad de vapor, la cantidad de agua que la hoja transpira es igual a la cantidad de agua agregada al aire. El problema con esta técnica sencilla es que la transpiración es afectada por la humedad que, a su vez, cambia en la cámara durante la medición.

Si al sistema se le agrega un termopar pequeño para medir la temperatura de la hoja (con exactitud de 0.1 °C), es posible calcular la conductancia estomática, la cual indica cuan abiertos o cerrados están los estomas, una información valiosa en muchos estudios. El termopar debe ser pequeño, de manera que puede presionársele contra la hoja para que no responda a la temperatura del aire. La técnica se basa en una ecuación que se obtiene de la primera ley de Fick para la difusión, la cual establece que el flujo

es proporcional a la fuerza impulsora e inversamente proporcional a la resistencia (análoga a la Ley de Ohm). Al inverso a la resistencia a la difusión se le denominó permeabilidad; en el contexto de la difusión de gases, se denomina conductancia. Una razón para usar la conductancia en vez de la resistencia es que la primera es directamente proporcional a la transpiración (o, si se mide  $\text{CO}_2$  la fotosíntesis), y no inversamente proporcional.

El siguiente perfeccionamiento consiste en acoplar un analizador de  $\text{CO}_2$  al sistema, para medir el  $\text{CO}_2$  que entra y sale de la cámara por su absorción de longitudes de onda específicas de radiación en la porción infrarroja (IR) del espectro. Avances recientes en los analizadores IR de gases (que también miden vapor de agua) permiten medir cambios de  $\text{CO}_2$  en pocos segundos, y avances futuros permitirán hacerlo en menos de un segundo.

La primera información que se obtiene de tales mediciones es la relativa a la fotosíntesis. La menor concentración de  $\text{CO}_2$  en el aire que sale de la cámara representa el consumo de  $\text{CO}_2$  durante la fotosíntesis, lo que (como en medición de la transpiración) puede expresarse como  $\text{g}$  o  $\text{mol}^{-2} \text{s}^{-1}$  (Salisbury, 1994).

### **Algunos Trabajos Sobre Fisiología**

En su estudio "Evaluación física de la demanda evaporativa efectiva con referencia a las demandas hídricas de la planta", Kitano et al. (1993)



encontraron una correlación lineal constante entre la demanda evaporativa evaluada y el grado de transpiración en la hoja modelo. En una planta de pepino, el cambio en la cantidad de transpiración correspondió a la variación en la demanda evaporativa evaluada. La conductancia estomatal, sin embargo, fue extremadamente reprimido por tensión del agua (estrés) durante un día soleado cuando la demanda evaporativa evaluada se incrementó más allá de los niveles altos de la cantidad de transpiración. Además, una reducción marcada en la expansión foliar fue inducida en la noche después de un día soleado con estrés hídrico y recuperado bajo las condiciones de baja demanda evaporativa antes del amanecer. Así, la demanda evaporativa evaluada está relacionada estrechamente a las relaciones hídricas de la planta y crecimiento foliar.

Se estudió diariamente las dinámicas de crecimiento y la distribución proporcional de la materia seca entre las partes vegetativas y los frutos en pepinos (*C. sativus* L.) bajo condiciones de invernadero durante toda su etapa de crecimiento. Los cambios en la integración diaria de la radiación solar total se reflejaron en cambios en el grado de crecimiento de la planta. La distribución proporcional de la M.S entre los frutos y las partes vegetativas mostró un modelo cíclico. La distribución proporcional diaria a los frutos vario entre 40 y 90% de la MS total. La distribución proporcional diaria de la MS no parecía estar relacionada directamente a las condiciones ambientales (temperatura, concentración de CO<sub>2</sub>, HR y luz diaria integral). La distribución proporcional a las frutas mostraron una clara correlación positiva con el peso de

la fruta (número y peso de fruta) en una planta. El número de frutos en una planta cambió considerablemente durante la etapa de crecimiento. Este número no fue limitado por la formación de nuevos frutos dentro de 10 días después de la floración. El número de frutos jóvenes no abortados aparentemente no tenían correlación positiva con el grado de crecimiento de las partes vegetativas (Marcelis, 1993).

La temperatura del suelo causa decaimiento de las hojas en el cv. Pepinex 69 durante la primera semana después del transplante (fase 1) con 16 °C y ligeramente abajo en 16 °C durante las siguientes fases de crecimiento para el cultivo en primavera y otoño. Para el cultivo en verano fue ligeramente menor de 14 °C para fase 2 (periodo desde la fase 1 a la antesis) y 12 °C para la fase 3 (Periodo posterior a la fase 2). Temperatura alta del suelo (20-23 °C) promovieron significativamente el crecimiento del tallo sólo durante la fase 1, pero el crecimiento foliar fue promovido durante la fase 1 y 2, especialmente cuando se combinaba con una alta temperatura del aire e irradiación. De la siembra a la cosecha hubo un periodo de tiempo muy corto debido a las altas temperaturas del aire y éste se retrasa por las bajas temperaturas del suelo (Krug y Thiel, 1985).

Los estomas se abren cuando se exponen a la luz. En algunos casos los estomas se abren a los seis segundos de que la luz ha llegado a la superficie de la hoja al provocar cambios fisiológicos en las células guarda (Millet, citado por Díaz, 1988).

Se estudiaron el efecto de varias intensidades de luz, CO<sub>2</sub> y temperatura sobre la actividad fotosintética de las plantas de pepino bajo condiciones de invernadero y observaron un aumento en la temperatura de la fotosíntesis máxima cuando se incrementaba la intensidad lumínica; incrementando simultáneamente los niveles de irradiación y temperatura se incrementó el efecto del CO<sub>2</sub> en forma positiva en la fotosíntesis (Chermnykh y Kosobrukhov, 1988).

## **El Acolchado**

### **Generalidades**

Con el uso de los plásticos en la agricultura, el acolchado de suelos volvió a cobrar auge debido a sus efectos positivos, mayores que los que se obtenían con la utilización de materiales orgánicos. Los plásticos que se emplean para el acolchado de suelo son el polietileno (PE) y el polivinilcloruro (PVC).

Todos los plásticos para acolchar pertenecen al grupo de los termoplásticos. Respecto a sus colores los más comerciales son negro opaco e incoloro o transparente (Ibarra y Rodríguez, 1991).

Respecto a la temperatura, el plástico para acolchado influyen de la siguiente manera:

- El PVC obstaculiza más que el PE la salida de la radiación, provocando mayor calentamiento y mayor efecto invernadero en el terreno, lo que adelanta la producción.
- El plástico transparente permite el paso de la radiación luminosa, que aumenta la temperatura del suelo, lo que favorece el desarrollo de malezas.
- El plástico negro absorbe la mayor parte de la radiación, impidiendo el desarrollo de malezas pero obstaculizando hasta cierto punto el calentamiento del suelo (Aviña, 1995).

#### Efecto del Acolchado en la Humedad del Suelo

Impide la evaporación del suelo manteniendo la humedad o disposición constante y regular a las plantas. El ahorro de agua se incrementa con la ausencia de malas hierbas. La pérdida de evaporación en las perforaciones se compensa a través de las lluvias (García, 1996).

La cantidad de agua bajo el plástico es generalmente superior a la del suelo desnudo, salvo en el momento inmediatamente después de 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 (Aviña, 1995).

El alto grado de impermeabilidad de las películas plásticas, prefija la reducción de la evaporación del agua del suelo. La economía del agua con el acolchado es substancial: todas las reservas existentes son aprovechables y, consecuentemente, los nutrimentos en los cultivos son más regulares y constantes. El acolchado de suelos puede conservar el agua suministrada a un suelo, pero no puede suplirla en uno seco. La capacidad para conservar el agua está en función del tipo de plástico utilizado (negro, transparente, gris, etc.). El movimiento del agua en el suelo presenta una considerable diferencia, asociada con los gradientes de temperatura que se presentan bajo los diferentes tipos de película plástica.

### **Efecto del Acolchado en la Temperatura del Suelo**

Durante el día el plástico transmite al suelo la radiación recibida del sol, haciendo el efecto invernadero. Durante la noche la película plástica deja salir una parte de calor acumulado, que será de beneficio para la planta cultivada, evitando los riesgos de enfriamiento e incluso de helada (Barrera, 1997).

La curva de temperaturas promedio es mayor bajo el suelo acolchado que en el suelo desnudo. La tendencia de las curvas varía considerablemente en relación a la pigmentación de la película y de su composición química.

El acolchado del suelo deberá aumentar la temperatura del suelo cuando el ambiente sea muy frío, y deberá disminuirlo cuando la fuerte insolación

perturbe el nivel térmico del suelo obstaculizando el desarrollo normal de la planta (Ibarra y Rodríguez, 1986).

Generalmente, la temperatura del suelo durante el día es superior bajo condiciones de acolchado con películas transparentes, variando de 2 a 10 °C en comparación al suelo desnudo, dependiendo de la estación del año, tipo de textura y contenido de humedad del suelo y nivel de iluminación solar. En la noche la variación respecto al suelo desnudo es de 2 a 7 °C (Aviña, 1995).

### **Efecto del Acolchado en el Control de Malezas.**

El acolchado de suelos con polietileno negro ayuda a eliminar casi la totalidad de las malezas, excepto algunas como el coquillo (*C. rotundos* L.). Este efecto herbicida del plástico negro se debe a su impermeabilidad a la luz, que impide la actividad fisiológica de las malezas. Asimismo, con esta práctica se evita el uso frecuente de herbicidas comunes, que permiten el crecimiento exuberante de malezas no selectivas a los mismos.

El uso de plástico transparente permite que las malezas se desarrollen, según la especie, con más o menos exuberancia si no se toman las precauciones adecuadas. Esto sucede si se permite la entrada de aire a través de los agujeros de siembra o por los bordes del plástico (aunado a la alta temperatura que se forma bajo éste), cuando el mismo no está bien enterrado.

La aplicación correcta del plástico transparente permite que la temperatura y humedad altas bajo el mismo quemen las malezas germinadas en las primeras fases del desarrollo vegetativo. De este modo, el plástico transparente ofrece su efecto positivo sobre el terreno y sobre la planta (Ibarra y Rodríguez, 1991)

### **Efecto del Acolchado en la Calidad de la Cosecha**

La película plástica interpone una barrera entre el suelo y la parte aérea de la planta, evitando que los frutos estén en contacto con el suelo. Se obtienen por lo tanto productos más limpios y mejor presentados. Esta práctica es aconsejable en cultivos de hábitos rastreros (melón, sandía, pepino, etc). El acolchado evita además algunas enfermedades como la *Botrytis*, que es ocasionada por el contacto del follaje con la humedad del suelo (Ibarra y Rodríguez, 1991).

### **Efecto del Acolchado en el Desarrollo de los Cultivos**

Se realizó un experimento cerca de Colima, México, sobre suelo arcillosos, las semillas de pepino (cv. Fanci pack) fueron sembradas en camas de 10 m de longitud por 1.3 m de largo y 0.35 m de altura, cubiertas con acolchado plástico transparente, blanco y negro, comparadas con un testigo (no acolchado). Con sistema de microirrigación. Un alto numero de frutas y rendimiento fueron obtenidos con el acolchado plástico transparente (63.37

ton/ha, comparado con 21.61 ton/ha para el no acolchado). Los acolchados blancos y negros también incrementaron significativamente el rendimiento. El acolchado reduce el número de días a floración y primer corte (Farías, et al. 1994).

La producción de tomate comercial fue mayor del 22% con el uso de riego por goteo, comparado con el riego por surcos. Además, con la utilización del acolchado plástico negro la producción comercial obtenida fue mayor a 31 y 61% en la primavera de 1983 y 1984, con respecto al suelo no acolchado (Bogle, 1989).

Cubiertas Flotantes

### **Generalidades**

El uso comercial de cubiertas de polietileno para aumentar el crecimiento y rendimiento de las plantas fue evaluado inicialmente en el año 1955 por Emmert. Después, Waggoner usó un análisis del balance de radiación para describir los principios físicos básicos de por que las cubiertas alteran el microclima de la planta. Desde entonces estudios tempranos, investigaciones y cultivos han sido conducidos con una multitud de pruebas de rendimiento usando nuevos materiales, nuevos métodos de investigación y técnicas directas.



Las llamadas "cubiertas flotantes" son mini-invernaderos, con la función primaria de modificar el medio ambiente en la etapa de crecimiento de la planta. Los parámetros modificados en el medio ambiente son la luz, la temperatura y la humedad del suelo y aire (Splittstoesser y Brown, 1991).

Las cubiertas flotantes se emplean para proporcionar calor a las plantas y al suelo, eliminando el efecto de heladas cuando éstas no rebasan los 5°C, actúan también como barreras impidiendo el ataque de insectos al follaje. Se emplean como cubiertas flotantes películas plásticas de PE con 500 perforaciones por m<sup>2</sup> y mallas de telas no tejidas, fabricadas con monofilamentos de poliéster o PPE (Quero, 1989).

### Efecto de las Cubiertas Flotantes en el Desarrollo de los Cultivos

El efecto de las cubiertas flotantes (Agribon 17), acolchado plástico negro y no acolchado sobre calabacita (*Cucurbita pepo* L.) cv. "Gray zucchini" lograron una cobertura de planta por uso de cubierta flotante más acolchado plástico negro de 2.04 m<sup>2</sup>, comparada con el acolchado plástico negro de 1.87 m<sup>2</sup> y el testigo de 1.30 m<sup>2</sup> (Maldonado, 1991).

En un experimento se instaló PE transparente como cubierta flotante, para plantaciones de pepino cuando las plantas tenían de 2 a 3 hojas verdaderas y además se utilizó este tipo de plástico para acolchar el suelo,

reportandose entre sus resultados un incremento sobre el rendimiento de 87-154 centenares/ha (Zhukava y Kharytonato,1987).

Los polímeros disponibles actualmente como cubiertas flotantes se utilizan para proveer el control de heladas e incrementar la temperatura durante la noche, mientras que el incremento de la temperatura del día no impide el crecimiento de las plantas y su fructificación. Algunas cucurbitáceas, tales como melón y sandía pueden tolerar temperaturas arriba de 30 °C y son así también adaptadas a la cultura de las cubiertas flotantes; en tomate y pimiento, el follaje es razonablemente tolerante a las altas temperaturas, pero el fruto bajo las cubiertas es dañado a temperaturas arriba de 30 °C (Shelby, citado por Trejo, 1995).

En un estudio se evaluó la efectividad de las películas plásticas de PE infra-rojas como cubiertas flotantes. Los resultados indican que el máximo promedio de temperatura fue de 3 °C mayor en las cubiertas flotantes infra-rojas que en las cubiertas flotantes claras. El promedio de la temperatura del aire fue de 0.5°C más en la noche en las cubiertas infra-rojas que en las claras. Este incremento repercutió en un aumento en el área foliar de 23% y un peso fresco de 24% en las plantas con un mes de cubiertas infra-rojas (Ashraf, 1987).

En varios cultivos, el uso de cubiertas flotantes resultan en una producción más temprana y rendimientos más altos. Las pérdidas de calor radiante y convectivo son reducidos bajo las cubiertas mientras que las

temperaturas del suelo son incrementadas. El aumento en el crecimiento y el rendimiento es atribuido a las temperaturas altas del aire durante el día bajo las cubiertas flotante (Michaud, et al. 1990).

Las cubiertas no tejidas incrementaron el crecimiento de pepino por la reducción de la velocidad del viento bajo las cubiertas. Cuando las cubiertas se soportan con aros, las plantas se protegen del golpeteo del viento, tierra y de la desecación. Sin embargo, las cubiertas que flotan (colocadas directamente) pueden dañar los puntos de crecimiento tiernos de las plantas bajo condiciones extremadamente ventosas (Schloup, et al. 1991, citado por Wells y Loy).

Las cubiertas flotantes inducen el crecimiento de malezas. Sin acolchado o herbicidas las malezas proliferan rápidamente y compiten seriamente con el cultivo. Aún con herbicidas, se necesita una proporción de aplicación más alta para controlar completamente las malezas que normalmente son controladas a una dosis más baja con una cubierta (Wells y Loy, 1993).

En dos años de campo varios polietilenos y materiales de tela como cubiertas flotantes y acolchados con PE transparente y negro. Para pepino (*C. sativus* L.), visible marchitamiento y tasas de crecimiento lento en transplantes jóvenes expuestos a noches frías, para que estos efectos sean minimizados cuando se cultivaron bajo cubiertas flotantes se mantienen humedades altas y temperatura de suelo y aire también altas. Los rendimientos tempranos de

pepino se incrementaron de 2 a 6 días por el uso de cubiertas. En contraste, los tomates (*L. esculentum* Mill) no mostraron significancia en el incremento en precocidad, pero sí un 63% de reducción en la producción temprana en 1985 bajo una cubierta de polietileno transparente perforado. La frecuencia y duración del fotoperiodo y temperatura del aire se incrementó en 35 °C, teniendo un impacto negativo en el fruto del tomate, tamaño, calidad y porcentaje comercial. Para pepino, la relación entre grado días acumulados (duración del intervalo cubierto) y biomasa, rapidez y rendimiento total fue lineal ( $r^2$  entre 0.70 y 0.82) con inclinación positiva (Wolfe, et al. 1989).

Se evaluaron con túneles bajos, cubiertas directas, acolchado de suelo y cubiertas tejidas para la exclusión de insectos. Los materiales de PE de baja densidad, acetato de etileno vinilo y redes de polipropileno. Algunos cultivos vegetales fueron lechuga, algunos cultivares de col china, zanahoria y puerro. En primavera, los cultivos se protegieron usando un acolchado de suelo debajo de un túnel, esto aumentó los pesos de la cosecha, controló las malezas y previno el lavado de nitrato fuera del suelo. En cubiertas se redujoredujeron la necesidad de insecticidas, pero materiales con alta transmisión de luz fueron necesarios para un buen rendimiento y cosecha (Benoit y Ceustermans, 1993).

Las cubiertas flotantes solas incrementan la temperatura del aire y del suelo, también anticipan la precocidad y rendimiento total del melón (*C. melo*) comparadas con el acolchado plástico sólo. En 1983, se probaron 3 tipos de cubiertas, observando que en su totalidad estas incrementaron la

supervivencia de las plantas transplantadas, además de incrementar el rendimiento total por planta, pero disminuyó el peso de cada fruto. También encontraron que las cubiertas flotantes promueven la floración temprana de las plantas (flores hermafroditas). La temperatura diaria se incrementó entre 1 y 4 °C, con el uso de las cubiertas en comparación con el uso de acolchado negro (APN) que sólo incrementó la temperatura del suelo 1 y 2 °C. También encontraron marcadas diferencias en cuanto a temperaturas del aire. La acumulación de Unidades Calor (UC) (10 °C base) fue casi el doble bajo las cubiertas flotantes comparado con APN. Con el exceso de la temperatura posiblemente se haya presentado un efecto positivo de las cubiertas sobre el crecimiento de las plantas (Delbert y Mansour, 1986).

En un estudio diseñado para evaluar tres tipos de cubiertas flotantes (poliéster, poliéster doble ranurado y poliéster perforado) combinadas con acolchado de suelo con polietileno transparente y riego por goteo sobre la producción de melón (*Cucumis melo*) cv. Magnum 45 durante dos años consecutivos (1985 y 1986) reportando que las temperaturas mínimas del aire tomadas a 50 cm sobre la superficie del suelo en las cubiertas varían 0.2 °C o menos y promediaron aproximadamente 0.3 más que el testigo. Sin embargo, al comparar los materiales de cubiertas, la cubierta perforada registró el promedio mayor de la temperatura máxima del suelo (36.2 °C) superando al testigo (una cubierta) por 0.8 °C. Respecto al rendimiento total comercial no obstante que el año 1985 no se incrementó con el uso de las cubiertas flotantes, en 1986 fue mayor con el uso de las cubiertas de poliéster (29.9

ton/ha) y poliéster doble ranurado (28.2 ton/ha) que en testigo (21.5 ton/ha). Entre los tratamientos de cubierta los rendimientos comerciales de 1986 fueron mayores con la cubierta de poliéster (5.2 ton/ha) que con la cubierta perforada (Motsenbocker y Bonanno, citados por Rodríguez, 1997).

Se realizaron estudios de campo en 1984 y 1985 para documentar los efectos del acolchado plástico y cubiertas flotantes sobre la temperatura del suelo y aire y los rendimientos de melón (*C. melo* L) en Carolina del Norte. Los tratamientos incluyeron el suelo desnudo, plástico negro y transparente, cada uno con o sin cubierta de plástico transparente. El acolchado plástico transparente más cubierta tuvo el mayor incremento en la temperatura del suelo (34.7 °C) en 1984; pero en 1985 la mayor temperatura del suelo registrada fue con el acolchado negro más cubierta (35.6 °C). Por otra parte, la temperatura del aire fue mayor en acolchado negro más cubierta (35.1 °C) que los otros tratamientos en 1984 y 1985 (30.7 °C) (Bonanno y Lamont, 1987).

### **Efectos de las Cubiertas Flotantes más Acolchado**

Para modificar más el microclima de los cultivos, las cubiertas flotantes pueden ser usadas en combinación con acolchado plástico, ya que una cubierta o material flexible y transparente el cual es instalado sobre hileras sencillas o múltiples de vegetales incrementa el rendimiento de la planta (Wells y Loy, 1993).

Se evaluaron los efectos del acolchado plástico negro (APN) y cubiertas flotantes en melón, obteniéndose las siguientes combinaciones para encontrar el mejor tratamiento y emplearlo como sistema de producción: 1) Trasplante con APN y cubiertas flotantes de poliéster, 2) Trasplante con APN, 3) Trasplante con suelo desnudo, 4) Siembra directa con APN y 5) Siembra directa con suelo desnudo, evaluados en un sistema de bloques al azar en dos años de investigación (1986 y 1987) reportando que el tratamiento APN y cubiertas flotantes de poliéster produjeron el mayor número de melones con 41 y 47% obtenidos en las tres primeras semanas de corte en ambos años respectivamente. En siembra directa se obtuvo el más bajo rendimiento tanto en acolchado y/o cubierta. Un desarrollo prematuro de las plantas fue significativamente incrementado con el APN y cubierta flotante en comparación con los demás tratamientos, el incremento en el desarrollo está asociado con la madurez temprana de la planta, indicando que la mayor temperatura bajo cubierta fue el factor que más influyó en la maduración. En cuanto al tamaño del fruto, fué similar para todos los tratamientos. En conclusión el trasplante utilizado en combinación con el APN y cubierta flotante producen una rápida maduración y un mayor número de melones (Brown y Osborn, 1989).

Los acolchados de plásticos de polietileno y cubiertas flotantes son comúnmente usados en la producción de varios vegetales y cultivos de fruto pequeño. Se han reportado beneficios con el uso de acolchado plástico en el cual se incluyen rendimientos más tempranos, mayor calidad de frutos y mayores rendimientos totales. En general, estas respuestas pueden ser

atribuidas al aumento de temperaturas en el suelo, más eficiencia en el uso del agua y fertilizantes, y mejor control de malezas (Decoteau y Friend, 1991).

En investigaciones y ensayos demostrativos han encontrado que con el uso del acolchado plástico y cubiertas flotantes, se ofrece como resultado una anticipación de 7-21 días en la cosecha que en los cultivos producidos bajo suelo desnudo. Señala que los rendimientos pueden ser de 2 a 5 veces mayor con acolchado plástico y cubiertas para algunos cultivos. Los experimentos en campo para la producción de pepino (*Cucumis sativus* L) se han incrementado en casi 8 veces sobre el rendimiento en las plantaciones de suelo desnudo (Purser, 1993).



## **MATERIALES Y METODOS**

### Localización del Area de Estudio

El presente estudio se llevó a cabo en el ciclo primavera-verano de 1998 en el Campo Experimental del Centro de Investigación en Química aplicada (CIQA) que se localiza en el noreste de Saltillo Coahuila entre las coordenadas geográficas de 25° 27' de latitud norte y 101° de longitud oeste a una altura de 1610 msnm.

### **Características del Area Experimental**

#### Clima

De acuerdo a la clasificación de koepen el clima se define como BsoK (X') (e) y conforme ala modificación hecha por García (1988) para la República Mexicana, significa:

- Bso = Es el clima más seco de los BS, con coeficiente de P/T de 22.9.
- K = Templado, con verano cálido, siendo la temperatura media anual entre 12 y 18°C.

- (X') = Régimen de lluvias intermedio, repartido entre verano e invierno, con una precipitación anual de 320 mm, siendo los meses más lluviosos, los comprendidos entre julio y septiembre, acentuadamente en el mes de julio, la evaporación promedio mensual es de 178 mm, siendo la evaporación más intensa en los meses de mayo a junio con 236 y 234 mm respectivamente. (Flores, V. J, 1996)

## **Suelo**

El pH del suelo del sitio experimental es de 8.1 clasificándose como suelo medianamente alcalino, con un contenido porcentual de materia orgánica de 2.38, lo que lo hace medianamente rico. Presenta una conductividad eléctrica de 3.7 milimhos por centímetro, significando esto que el suelo es ligeramente salino, siendo la cantidad de macroelementos presentes de:

Nitrógeno total 0.119 por ciento (medianamente pobre).

P aprovechable 37.35 kg/ha. (mediano).

K intercambiable 135 kg/ha (muy pobre).

Carbonatos totales 40 por ciento (muy altos).

El contenido de arcilla es de 42.00 por ciento, el de limo es de 45.50 por ciento y el de arena 12.60 por ciento, siendo clasificado como un suelo limo-arcilloso (Gómez, 1994).

La capacidad de campo para los estratos 0-20 cm y de 20-40 cm es de 28 por ciento en los dos, el punto de marchitez permanente para ambos estratos es de 15.22 por ciento, mientras que la densidad aparente para el estrato de 0-20 cm es de  $1.25 \text{ g/cm}^3$  y para el estrato 20-40 cm es de  $1.26 \text{ g/cm}^3$  (Aviña, 1995).

## **Agua**

En un muestreo realizado el 16 de mayo de 1996 en el Laboratorio de Calidad de Aguas en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, se le clasificó como de  $C_3 S_1$  determinando que es un agua alta en sales y baja en sodio.

## **Arreglo de Tratamientos y Diseño Experimental**

El experimento se llevó a cabo bajo un diseño bloques al azar con cuatro repeticiones, siendo los tratamientos a evaluar: 1) Acolchado Negro más Cubierta agríbon 17 (ACA), 2) Acolchado Negro más Cubierta Multiperforada Blanca (ACMB), 3) Testigo (Test.), 4) Acolchado Negro (A), 5) Acolchado Negro más Cubierta Multiperforada Transparente (ACMT) y 6) Acolchado Negro más Cubierta Kimberly (ACK). Para realizar el análisis de varianza de los datos, para todas las variables, se utilizó el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS).

## **Establecimiento del Experimento**

### **Preparación del Terreno**

El área experimental se barbechó a una profundidad aproximada de 30 cm, posteriormente se le pasó la rastra para tener una superficie de siembra bien mullida, característica que es de gran importancia, sobre todo cuando se trata de suelo acolchado. Finalmente se hizo el bordeo del terreno, separando las camas a una distancia de 1.80 m y 0.15 m entre plantas, dando como resultado una densidad poblacional de 55,555 plantas/ha.

### **Instalación del Sistema de Riego**

El sistema de riego utilizado fue por goteo para lo que se empleó la cinta T-tape, con goteros cada 30 cm y un gasto de 496 lph/100 m de cinta, conectada a una línea de alimentación de poliducto de PE de 1 pulgada. Se colocó una cinta por cada cama para todos los tratamientos.

### **Acolchado**

Una vez terminada la preparación del terreno y la instalación del sistema de riego, se colocó la película plástica sobre las camas previamente señaladas.

El acolchado se hizo manualmente utilizando PE negro calibre 125 al que se le hicieron perforaciones circulares. Las perforaciones se realizaron con un tubo cilíndrico caliente de 2", para sellar los bordes de la perforación y evitar en lo posible que el plástico se rasgue.

### **Siembra**

La siembra se efectuó el 28 de abril de 1998 utilizando el cultivar Sprint 440 II Hybrid 85% y Monarch 15%. Esta actividad se realizó en forma manual, colocando dos semillas por golpe y a una profundidad aproximada de 3 cm, para después aclarar a una planta por golpe, esto cuando la planta tenía tres hojas verdaderas, dejando la más vigorosa. La siembra se hizo en suelo húmedo y una vez terminada ésta se dio un riego.

### **Espalderas**

Se usaron estacones de aproximadamente 2.0 m de longitud y a una separación entre ellos de 2.50 m. Estos estacones estaban amarrados con un alambre galvanizado que corría a lo largo de todas las camas. Se usaron 3 alambres colocados uno a 0.20 m de altura de suelo, otro a 0.75 m y el último en la parte superior (1.50 m). Se formó un entramado en zigzag con hilo de rafia. Las guías de las plantas fueron conducidas por los hilos de la rafia procurando no dañarlas mucho físicamente y evitando tirarle las flores y frutos.

## **Riego**

El riego se realizó cuando el abatimiento de la humedad era aproximadamente del 50%. Durante el ciclo del cultivo los riegos no siguieron un patrón fijo, ya que se presentaban lluvias y éstas hacían cambiar la metodología del riego; pero se puede decir que el riego era cada tercer día por espacio de tiempo de 2.5 horas.

## **Fertilización.**

En el caso de la fertilización, esta tuvo una de base de 120-120-50 de NPK, y se le complementó después del primer corte con esta misma dosis pero dividida en varias aplicaciones a través del sistema de riego, utilizando un inyector venturi marca MIC modelo 484 con un gasto de 2.3 gpm de flujo y 18 gph de succión. Además se hicieron dos aplicaciones foliares de K-fol a una dosis de 1.5 kg/ha, antes de iniciarse la cosecha (primer corte).

## **Otras Labores Culturales**

Deshierbes. Se realizaron en forma manual y continua entre las camas de los tratamientos acolchados y en los tratamientos sin acolchar.

Labores fitosanitarias. Se hicieron aplicaciones periódicas de agroquímicos como Ridomyl Bravo, Bayleton, Metomyl, etc., en las dosis

recomendadas para el cultivo de pepino para evitar y controlar plagas y enfermedades. Se usó una mochila de aspersión manual con capacidad de 15 litros.

Colocación y remoción de las cubiertas. Después que las semillas habían germinado y emergido a la superficie se procedió a la colocación de las cubiertas, la cual fue el 8 de mayo y consistió en poner las cubiertas flotantes sobre un alambre a una altura aproximada de 1 m y se fijaba al suelo con tierra por todo alrededor de la cama teniendo algo similar a un microtúnel. Cuando la floración comenzaba en algunos tratamientos y que ya tenían el 50% de las plantas flores se procedió a la remoción de las cubiertas (1 de junio) para que la polinización se llevara a cabo perfectamente.

Cosecha. Se hizo en forma manual y espaciándola cada siete días, no se evaluaron los bordos orilleros de cada unidad experimental. A los frutos cosechados se les pesaba por separado, ya fueran como rezaga o como frutos comerciales. Para realizar esta práctica se utilizó una báscula de reloj con capacidad de 15 kg.

Variables Evaluadas

### **Fotosíntesis.**

Se utilizó el Portable Photosynthesis System Li-cor, Inc. Modelo LI-6200 (PPS Li-cor), haciendo cuatro tomas en las siguientes fechas: 16 de junio, 14 de julio, 4 de agosto y 12 de agosto. Se tomaba una hoja de una planta de

cada una de las parcelas útiles de cada tratamiento en las cuatro repeticiones y se colocaba en la cámara del equipo. Las tomas se hacían por la mañana aproximadamente a las 9:00 hrs y en un lapso de tiempo de 1 h. Una vez que el equipo tenía todos los datos almacenados en la memoria eran computarizados, posteriormente se ordenaban y se les practicaba el análisis de varianza.

### **Transpiración y Conductancia Estomática**

Estas variables siguieron los mismos pasos que para la fotosíntesis, solamente que la transpiración no se hizo en la primera toma.

### **Diámetro de Tallo**

Para la evaluación de esta variable se contaba con tres plantas previamente marcadas en cada unidad experimental a las cuales con la ayuda del vernier se les tomaba el diámetro de tallo y posteriormente se sacaba un promedio de las tres mediciones esto se realizó en cada repetición. Se tomaron tres mediciones en las siguientes fechas: 17 de junio, 2 de julio y 28 de julio.

### **Peso Seco de Planta**

Se tomaron las muestras consistentes en dos plantas por tratamiento tomadas de las camas que no pertenecían a la parcela útil, a éstas se les separaba en hojas, tallos y estructuras reproductivas para posteriormente



colocarlas en la estufa de aire caliente marca Felisa por el tiempo requerido a una temperatura de 70 °C. Cuando estaban completamente secas se les pesaba, obteniendo un promedio de peso el cual se registraba. Las muestras se tomaron en las mismas fechas que se tomaron las de diámetro de tallo y posteriormente otra en un día no registrado.

### **Temperaturas del Suelo**

Estas se realizaron el 16 de mayo y el 26 de mayo de 1998 con el Microvoltímetro de Punto de Rocío, Wescor siendo un total de 13 tomas, una cada hora a partir de las 8:00 y hasta las 20:00 horas del día. Consistió en colocar los sensores a 10 cm de profundidad en el surco de evaluación y conectarlos por medio de alambre de cobre al microvoltímetro.

### **Rendimiento Precoz**

Es la producción acumulada hasta la segunda recolección expresado en ton/ha.

### **Rendimiento Comercial y Rezaga**

Se tomaban como frutos de rezaga, todos aquellos que presentaban lesiones, deformaciones y tamaños indeseable; y como comerciales, los que tenían las características deseables para el mercado. Cuando se cosechó, los

frutos de la rezaga se pesaban por separado al igual que los comerciales, así al final del ciclo de cultivo se sumaron todos los pesos de rezaga de cada uno de los tratamientos y también todos los pesos de frutos comerciales de cada uno de los cortes y se expresaban en kg/ha, para posteriormente transformarlos a ton/ha.

### **Rendimiento Total**

Se sumó el rendimiento comercial y el de rezaga para obtener el rendimiento total y se expresó en ton/ha.

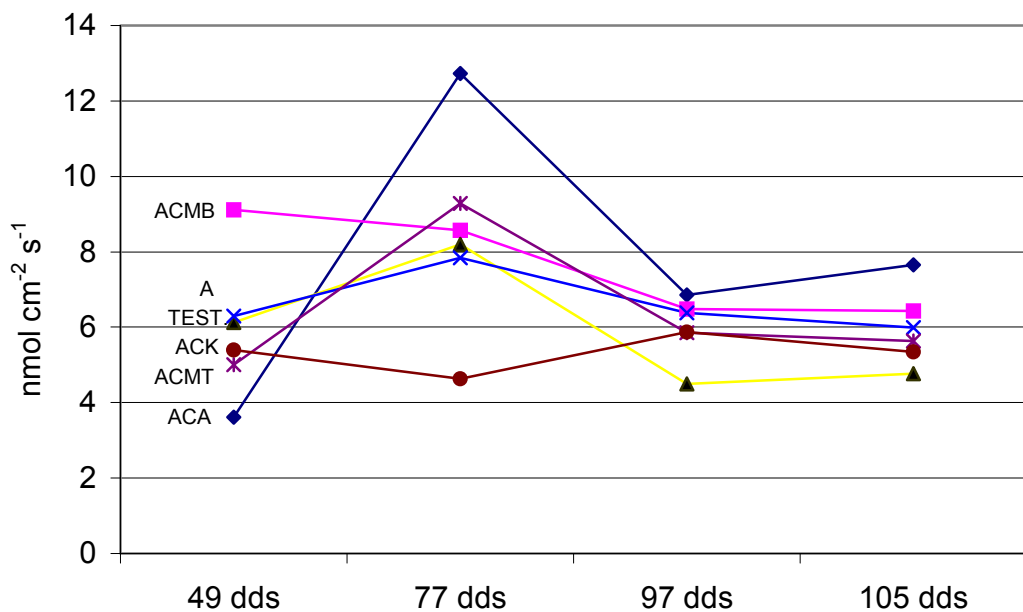
## RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados del análisis de varianza para las variables, fotosíntesis, transpiración, conductancia estomática, diámetro de tallo, peso seco de planta, rendimiento rezaga, rendimiento precoz, rendimiento comercial y rendimiento total se muestran a continuación.

### Fotosíntesis

El análisis de varianza practicado a los datos registrados por el equipo Portátil de Medición de fotosíntesis(PPS LI-Cor, Inc. Modelo LI-6200) para la variable fotosíntesis, nos indica que no existe diferencia significativa entre los tratamientos y sí presenta diferencia significativa entre repeticiones solamente a los 49 dds. Sin embargo, el análisis numérico hecho a las medias nos indican que para la evaluación realizada a los 49 dds, el tratamiento Acolchado más Cubierta Multiperforada Blanca (ACMB) resultó con la más alta tasa de fotosíntesis teniendo  $9.12 \mu\text{mol cm}^{-2} \text{s}^{-1}$ , seguido por el Acolchado sólo (A) con  $6.29 \mu\text{mol cm}^{-2} \text{s}^{-1}$  y el tratamiento Acolchado más Cubierta Agribon 17 (ACA) registro el más bajo valor con  $3.62 \mu\text{mol cm}^{-2} \text{s}^{-1}$ . Para la toma dos a los 77 dds el valor de  $12.73 \mu\text{mol cm}^{-2} \text{s}^{-1}$  correspondiente al tratamiento ACA

resultó ser el mayor y el tratamiento Acolchado más Cubierta Kimberly (ACK) fue el menos eficiente con un valor de  $4.64 \mu\text{mol cm}^{-2} \text{s}^{-1}$ . Así mismo a los 97 dds el tratamiento ACA fue el mayor con  $6.86 \mu\text{mol cm}^{-2} \text{s}^{-1}$ , seguido por el ACMB y A con  $6.50$  y  $6.38 \mu\text{mol cm}^{-2} \text{s}^{-1}$  respectivamente. En esta tercera medición el testigo se colocaba como el tratamiento menos eficiente para la fotosíntesis teniendo  $4.49 \mu\text{mol cm}^{-2} \text{s}^{-1}$ . En la última toma hecha a los 105 dds el tratamiento ACA fue el superior con un valor de  $7.65 \mu\text{mol cm}^{-2} \text{s}^{-1}$  y como el inferior el testigo con  $4.77 \mu\text{mol cm}^{-2} \text{s}^{-1}$ . Se puede observar en la figura 1, que la fotosíntesis fue en aumento hasta 77 dds, pero al llegar a los 97 dds ésta tuvo una baja considerable y continúa así hasta la última toma.



**Figura 1. Influencia del acolchado y cubiertas flotantes en la fotosíntesis del pepino. CIQA, 1998.**

Una posible explicación para esto es que en la toma a los 97 y 105 dds la resistencia estomática era mayor (conductancia estomática menor) que en la toma a los 49 y 77, con lo que no solamente se reduce la entrada de CO<sub>2</sub> a la hoja, sino que también se ve favorecido el proceso de fotorrespiración, fenómeno que contrarresta la actividad fotosintética de la planta.

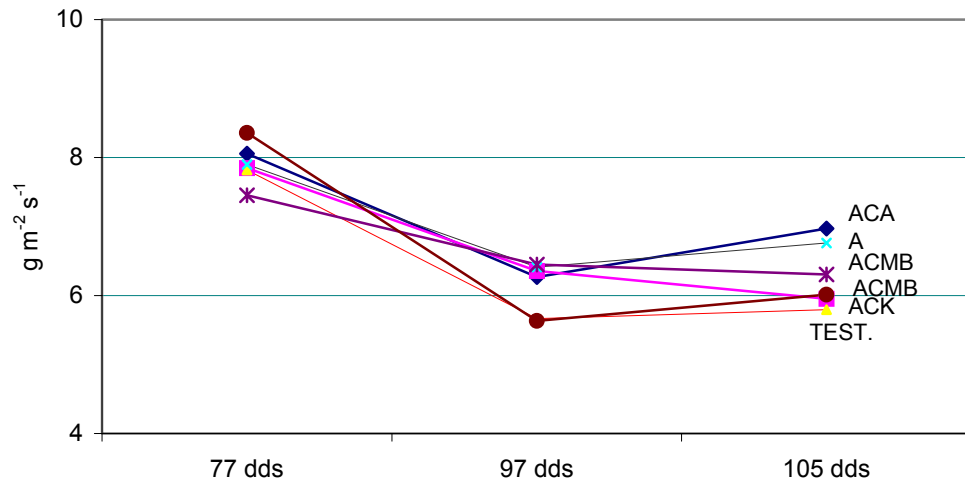
Comparando los resultados obtenidos en este experimento para esta variable con los de Shi, *et al* (1991) se encuentra una similitud, ya que la cantidad neta de fotosíntesis más alta fue tomada cuando las plantas estaban en la etapa de mayor crecimiento a una temperatura de 30°C.

También Chermnkh y Kosobrukhov (1988), mencionan que incrementando simultáneamente los niveles de irradiación y temperatura se incrementa el efecto del CO<sub>2</sub> en forma positiva en la fotosíntesis.

### **Transpiración**

Como la transpiración es un proceso refrigerante, es decir, es necesaria para enfriar una hoja calentada por el sol, entonces se esperaría que en nuestro experimento, aquéllos tratamientos que se acolcharon y se mantuvieron con cubierta hasta la etapa de floración registraran las más altas temperaturas, pero como la toma de transpiración nosotros la tomamos cuando ya no estaban las cubiertas, los resultados muestran no significancia.

Sin embargo se realizó la siguiente figura donde se grafican las medias de los resultados.



**Figura 2. Influencia del acolchado y cubiertas flotantes en la transpiración del pepino. CIQA, 1998.**

La gráfica refleja que los tratamientos ACMB y ACA como los mejores, seguido por el A y ACK y en último término el Testigo y el ACMT.

La mayor actividad registrada bajo el acolchado más la cubierta flotante, puede deberse a que bajo estas condiciones, las plantas encontraron mejores condiciones de clima y suelo, que les permitieron efectuar con más eficiencia su actividad metabólica.

En el caso de las plantas sembradas bajo el tratamiento ACMT su actividad metabólica o fisiológica pudo verse afectada por la influencia del acolchado y la cubierta flotante sobre la temperatura del medio ambiente que rodea a las plantas y la del suelo en el caso de ACMT; en el caso del testigo que también fue de los que tuvieron las más bajas tasas de transpiración se pudo deber a que las temperaturas eran más bajas, modificando a tal grado que estas no fueran favorables para el buen desarrollo y crecimiento de las plantas. Otra causa sería que como los acolchados mantienen una humedad por más tiempo que el suelo desnudo y con el aumento de la temperatura, pues las plantas del testigo tienden a cerrar sus estomas al haber menos agua disponible.

### **Conductancia Estomática**

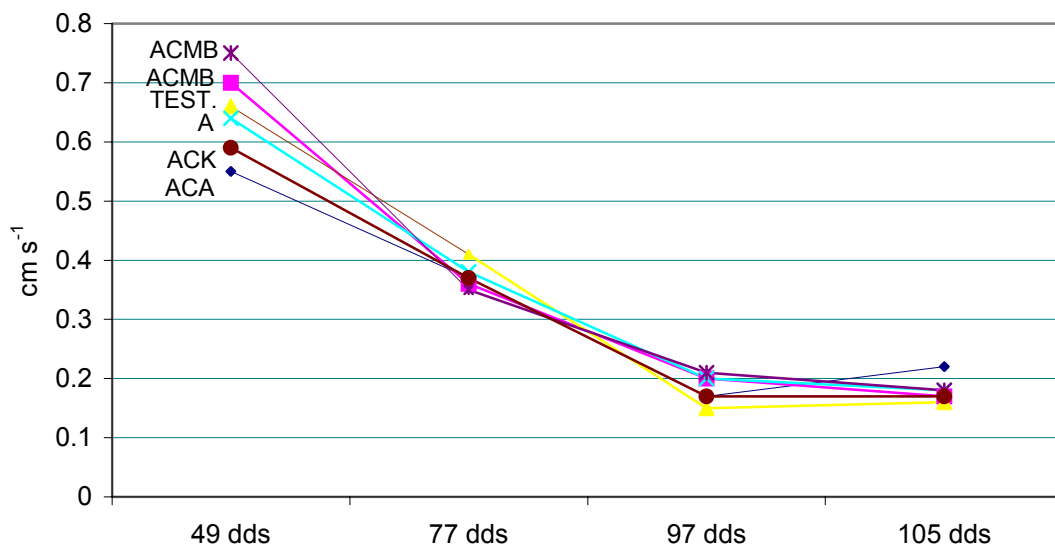
A los datos arrojados por el PPS LI-cor, LI-6200 se les realizó el análisis de varianza dando como resultado que no hay diferencias estadísticas entre tratamientos y repeticiones.

Sin embargo, como la conductancia estomática nos indica la apertura estomática y esta es una muy valiosa información, realizamos un análisis numérico de las medias.

Para la toma a los 49 dds el tratamiento ACMT superó al testigo con  $0.09 \text{ cm s}^{-1}$  y al ACA que fue el menor con  $0.22 \text{ cm s}^{-1}$ ; a los 77 dds el testigo superó

a todos los otros tratamientos y comparándolo con el ACMT que resultó ser el de menor conductancia estomática lo superó con sólo  $0.06 \text{ cm s}^{-1}$ ; en la tercera medición realizada a los 98 dds, el tratamiento ACMT resultó ser nuevamente el mayor superando al testigo también con  $0.06 \text{ cm s}^{-1}$  siendo éste el de menor valor; y por último, a los 105 dds el tratamiento ACA fue el de mayor conductancia y comparado con el menor que fue el ACA, lo superó con  $0.06 \text{ cm s}^{-1}$ .

Como se puede ver en la figura 3, las mayores aperturas estomáticas se encuentran a los 49 dds, esto se explica, ya que la planta tenía una mayor facultad de realizar los procesos fisiológicos cuando se encuentra en un estado más joven.



**Figura 3. Influencia del acolchado y cubiertas flotantes en la conductancia estomática del pepino. CIQA, 1998.**



Nuestros resultados comparados con los de Slatyer (1966) citado por Infante (1988) no son del todo iguales, ya que indica que los valores típicos de estomas abiertos son entre 1 y 10  $\text{s cm}^{-1}$ , pero con otros resultados mencionados por el mismo, sí tienen similitud, pues reporta resistencias estomáticas para trigo de 0.25 - 2.4 (Penman y Long, 1960); nabo 1.6 - 1.8 (Gaastra, 1959); betabel dulce 1.6 - 1.8 (Gaastra, 1959); y algodón 1.0 (Slatyer, Bierhuizen, 1964).

Es factible que los valores de conductancia sean bajos en comparación con otros cultivos, puesto que las tomas se realizaban por la mañana aún cuando las plantas no eran regadas, pues bien se sabe que la conductancia estomática esta influenciada por el potencial hídrico, como mencionan Kitano, et al. (1993), que encontraron que la conductancia estomática fue extremadamente reprimida por tensión del agua (estrés) durante un día soleado, cuando la demanda evaporativa evaluada se incrementó más allá de los niveles altos de la cantidad de transpiración.

No podemos hablar del comportamiento de la conductancia estomática en respuesta a un factor como podría ser la temperatura del suelo o la transpiración, ya que los otros factores como son la temperatura ambiental y la humedad relativa no se mantuvieron constantes, sino que estuvieron variando. Sin embargo, este experimento arroja la información de que para el pepino se tienen conductancias estomáticas de  $0.75 - 0.16 \text{ cm s}^{-1}$ .

## Diámetro de tallo

Se realizaron tres muestreos para evaluar el diámetro de tallo; al examinar los datos mediante el análisis estadístico presentan diferencia altamente significativa en la primera medición al 0.01% entre tratamientos, las otras dos tomas presentaban diferencia significativa al 0.05% entre tratamientos, lo que indica que los tratamientos tuvieron un comportamiento diferente.

El mayor diámetro se registró en el tratamiento ACA para la primer fecha evaluada a los 50 dds, con un valor de 1.27 cm, y 1.34 cm a los 65 dds y en la tercera evaluación a los 91 dds el mayor fue el ACMT con 1.35 cm, en tanto que el menor diámetro registrado fue para testigo en las tres fechas con 1.06, 1.16, y 1.19 cm respectivamente (Cuadro 3).

Cuadro 3. Comparación de medias para el diámetro de tallo en el cultivo de pepino. CIQA, 1998.

Tratamientos	Diámetro de tallo (CM)		
	50 dds	65 dds	92 dds
ACA	1.27	1.34	1.34
ACMB	1.18	1.25	1.26
TEST.	1.05	1.19	1.16
A	1.17	1.24	1.27
ACMT	1.23	1.30	1.35
ACK	1.22	1.28	1.27
D.M.S. (0.05)	0.099	0.15	0.105

Durante el período de las cubiertas flotantes, la planta encontró el ambiente adecuado para un buen desarrollo, ya que las cubiertas

multiperforadas tienen una buena circulación del aire, creando un microclima entre la cubierta y la planta y por lo tanto la temperatura varía en comparación con los demás tratamientos.

Resultados similares a los de nuestro experimento obtuvo Lara (1993) y Linares (1993), en cultivos de pimiento morrón y sandía para determinar el tipo de película que tuviera mayor influencia en el rendimiento y calidad de los cultivos, ya que reportan que el mejor tratamiento para diámetro de tallo resultó ser el acolchado con polietileno negro.

### **Peso Seco de Planta**

Al realizar los análisis de varianza para cada una de las cuatro mediciones, da como resultado que hay diferencia altamente significativa al 0.01% en la primera medición realizada a los 50 dds y significativa entre repeticiones al 0.05% a los 65 dds, las otras mediciones no presentan significancia, sin embargo, fue revisada la prueba de medias.

En los tratamientos en los cuales se usó el acolchado plástico de suelo con PE negro, las plantas tienen un considerable incremento en la biomasa de toda la planta, con mejor consistencia y tamaño en general.

A los 50 y 65 dds de las cuatro mediciones que se efectuaron para esta variable (Cuadro 4), el tratamiento ACK arrojó los mejores resultados con un

peso seco de planta de 30.17 y 65.83 g, respectivamente en promedio por planta; en la toma a los 92 dds el mayor peso seco fue para el tratamiento ACMB con un valor de 91.92 g, seguido por el ACK con 90.68 g; ya en la última medición el valor medio de 73.12 g que correspondía a ACMB, nuevamente sobresalió a los demás tratamientos, aunque su valor fue más bajo que a los 91 dds. En lo que respecta al testigo, este se mantuvo muy por debajo en relación a todos los otros tratamientos a los 50, 65 y 91 dds con valores medios de 8.75, 51.54 y 72.27 g respectivamente, ya en la cuarta medición el tratamiento testigo estuvo por arriba del ACMT el cual tuvo el mas bajo peso seco (52.5 g).

Cuadro 4. Comparación de medias para el peso de planta en el cultivo de pepino. CIQA, 1998.

Tratamientos	Peso seco de planta (g)			
	50 dds	65 dds	92 dds	118 dds
ACA	28.095	51.62	72.27	60.48
ACMB	20.097	64.99	76.64	73.12
TEST.	8.755	51.54	91.92	55.30
A	25.740	55.52	72.56	64.81
ACMT	27.910	60.44	89.51	52.50
ACK	30.177	65.83	90.68	59.44
<b>DMS (0.05)</b>	8.56	NS	NS	19.63

NS = No significancia.

Esta variable tiene gran importancia por ser aquella que se obtiene para ser utilizada, junto con el área foliar, para la obtención de los principales

parámetros fisiotécnicos. Estas variables están íntimamente relacionadas, pues el crecimiento desde el punto de vista de producción de materia seca es el medio de desarrollo del área foliar para interceptar la luz y de esta manera tener una mayor tasa fotosintética lo que repercutirá directamente en el desarrollo y producción.

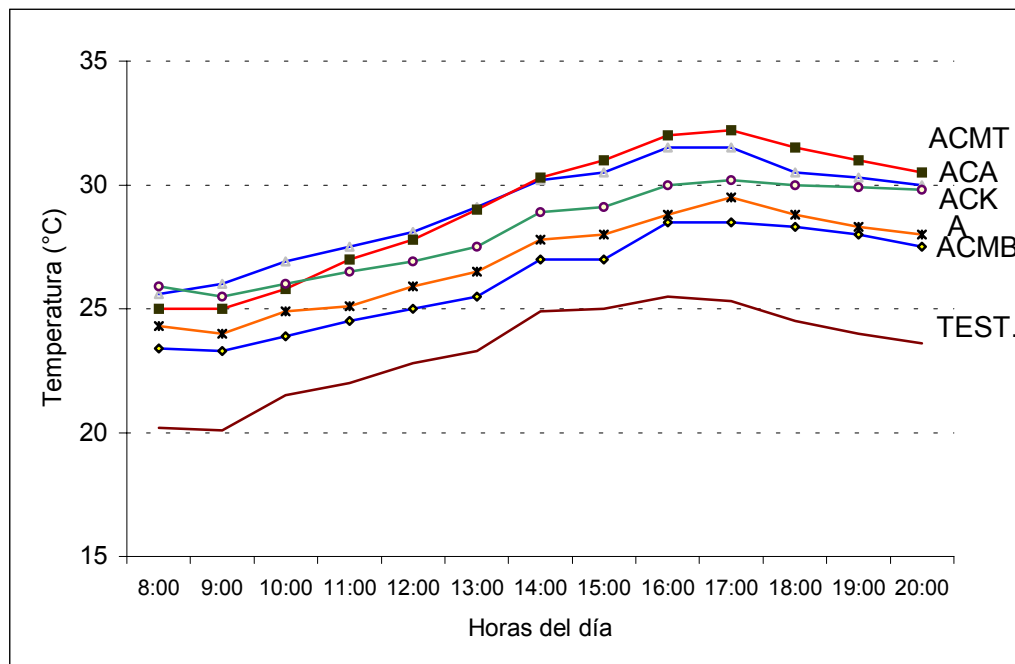
Durante las primeras tres mediciones los tratamientos con acolchado más cubierta flotante tienen un incremento en peso seco muy por encima de los valores correspondientes al testigo, esto debido a la influencia que tienen el acolchado plástico y las cubiertas flotantes principalmente en el incremento de la temperatura del suelo y el ambiente que repercuten en un más rápido desarrollo. En la cuarta medición, el peso seco del testigo siguió por debajo de otros tratamientos, pero no del ACMT, esto se puede explicar, ya que en este tiempo el cultivo presentaba la más alta incidencia de la enfermedad causada por el hongo *Didymella caseicola* aunado a otras plagas que perjudicaron a los tratamientos con mayor desarrollo vegetativo.

Las cubiertas flotantes tienen características diferentes en cuanto al paso de la radiación, de ahí que como menciona Marcelis (1993) los cambios en la integración diaria de la radiación solar total se reflejaron en cambios en el grado de crecimiento de la planta; sin embargo, además reporta que la distribución proporcional diaria de la materia seca no parecía estar relacionada directamente con condiciones ambientales (temperatura, concentración de CO<sub>2</sub>, humedad relativa y luz diaria integral).

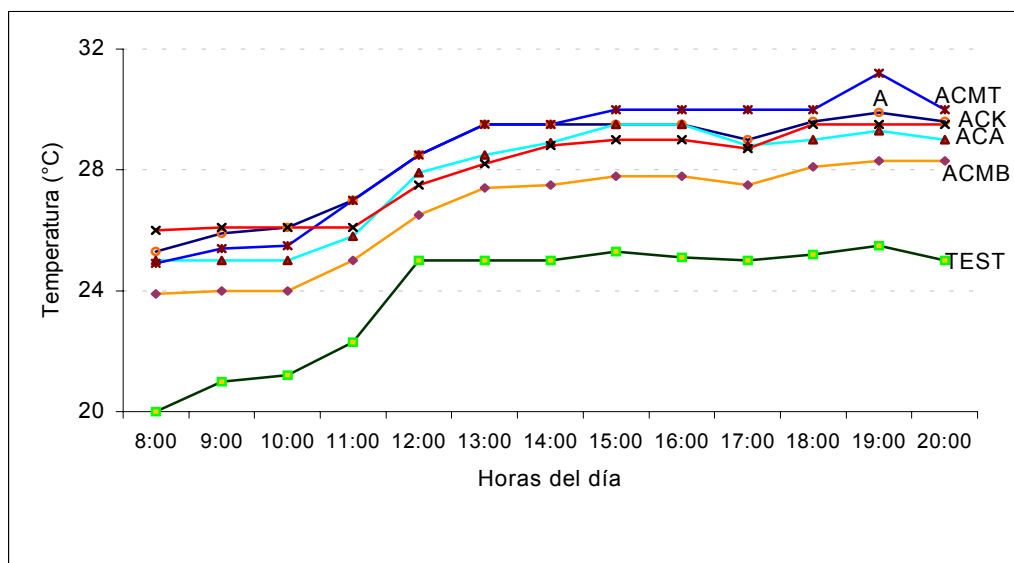
## Temperatura del Suelo

Debido a que el pepino es exigente para la temperatura, no soporta el frío y la humedad, y debido a que es necesario obtener pepinos tempranos, es por ello que se justifica el uso de los plásticos para permitir el paso de la luz solar ocasionando el aumento en la temperatura ambiente y del suelo acelerando la germinación y el crecimiento y por lo tanto precocidad en la cosecha.

Los tratamientos ACMB y testigo registraron las temperaturas más bajas; los tratamientos A y ACK se comportaron de una manera intermedia y los tratamientos ACA y ACMT registraron los más altos valores (fig. 4 y 57).



**Figura 4. Temperatura del suelo a 10 cm de profundidad a los 18 dds. CIQA, 1998.**



**figura 5. Temperatura del suelo a 10 cm de profundidad a los 28 dds. CIQA, 1998.**

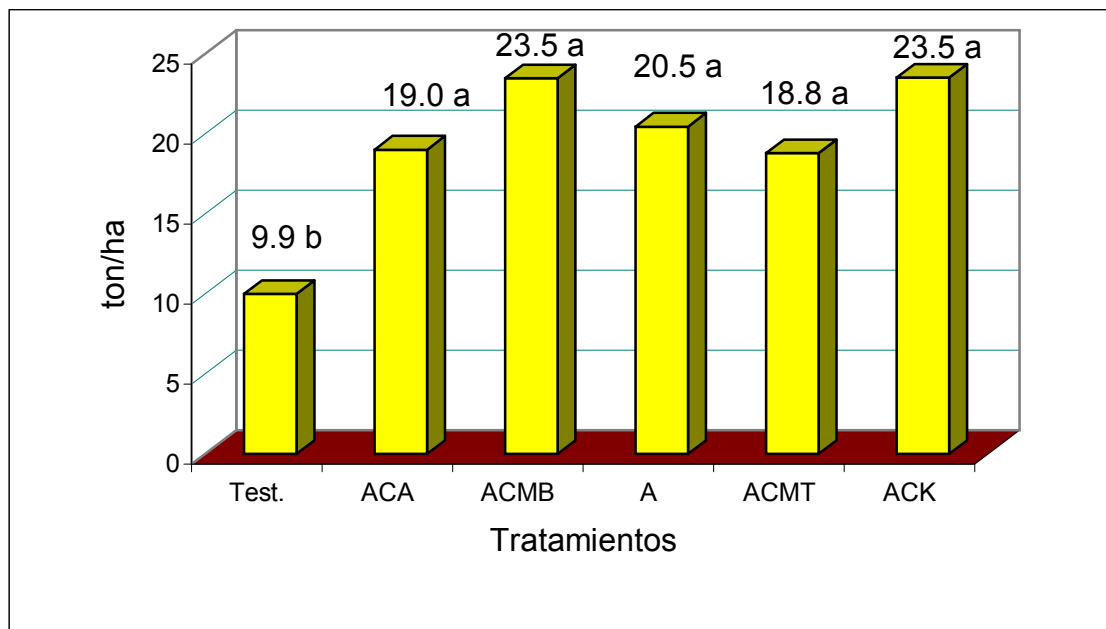
La temperatura del suelo en todos los tratamientos se comportó adecuada, Valadez, (1996) menciona que para el desarrollo del cultivo, la máxima es de 35 °C y la mínima de 12-15 °C.

Asgrow (1984), menciona que el pepino es un cultivo de estación cálida que requiere de una temperatura del suelo al menos de 12 °C para su germinación. La tasa de crecimiento se incrementa constantemente si la temperatura aumenta a 25 °C.

## Rendimiento Precoz

El análisis de varianza practicado a los datos de esta variable nos muestran que hay diferencia altamente significativa al 0.01%.

Para tener un análisis más detallado se revisó el cuadro de medias de los tratamientos, en donde tenemos que los mejores fueron el ACK y ACMB con valores de 23.56 y 23.51 ton/ha, seguido por el A, ACA y ACMT los cuales presentaron valores de 20.48, 19.03 y 18.82 ton/ha respectivamente dejando por abajo al testigo con 9.99 ton/ha. En la figura 6, se muestran gráficamente los resultados obtenidos por las medias de cada uno de los tratamientos.



**Figura 6. Influencia del acolchado y cubiertas flotantes en el rendimiento precoz del pepino. CIQA 1998. DMS al 0.05, C.V = 22.7**



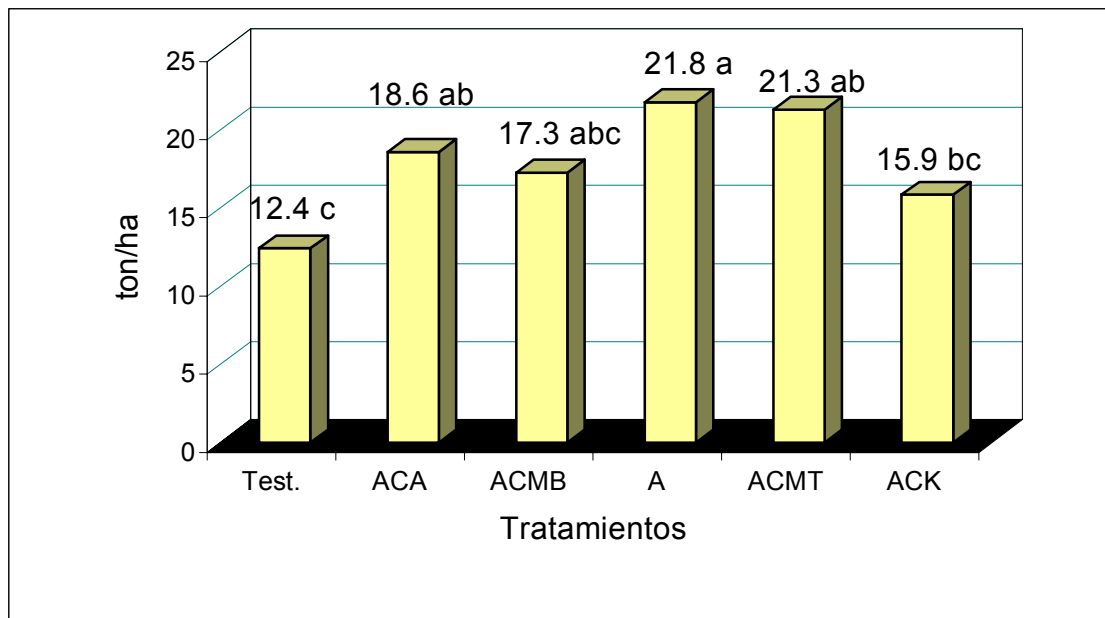
El rendimiento precoz tiene gran importancia en la economía del productor, ya que si éste anticipa su cosecha con varios días puede alcanzar un mercado aún no saturado de pepino y de esta manera aumentar sus ganancias netas, pues obtendría un precio más elevado.

Estos resultados son muy similares a los obtenidos por Brown y Osborn (1989) que concluyen que el trasplante utilizado en combinación con el acolchado plástico negro y cubiertas flotantes producen una rápida maduración y un mayor número de melones. También Decoteau y Friend (1991) y Purser (1993) mencionan que el uso de acolchado y cubiertas flotantes traen como beneficios rendimientos más tempranos (7 - 21 días) que los cultivos producidos en suelo desnudo.

### **Rendimiento Rezaga**

En lo que respecta al rendimiento rezaga, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos al 0.05% y el coeficiente de variación tuvo un valor de 21.51%. En el análisis de las medias destaca el A y ACMT con los mayores rendimientos medios de rezaga con 21.76 y 21.28 ton/ha respectivamente; le siguen los tratamientos ACA, CMT y ACK con 13.02, 12.85 y 12.16 ton/ha respectivamente; en tanto que el tratamiento testigo registro únicamente 12.42 ton/ha.

Los resultados de este experimento indican que el producir sin acolchado y cubierta flotante favorece a la mejor calidad del fruto, pero esto comparado con la gran cantidad de experimentos realizados por otros investigadores, es totalmente diferente. En la figura número 7, se puede ver el comportamiento que tienen los diferentes tratamientos en relación al rendimiento rezaga.



**Figura 7. Rendimiento rezaga para el cultivo de pepino bajo acolchado y cubiertas flotantes. CIQA, 1998. DMS al 0.05, C.V= 21.5.**

Los resultados de otros experimentos similares indican que el acolchado plástico y cubiertas flotantes favorecen significativamente la calidad de los frutos, por no estar en contacto con la humedad del suelo. Pero nuestros resultados no coinciden con ellos, esto debido a la presencia de una fuerte granizada que afecto en gran parte a los tratamientos acolchados por varios cortes, ya que daño a pepinos de todos los tamaños y estos seguían

madurándose hasta la cosecha resultando frutos de rezaga, en comparación con el testigo que no se afectó mucho ya que apenas comenzaba a producir.

### **Rendimiento Comercial**

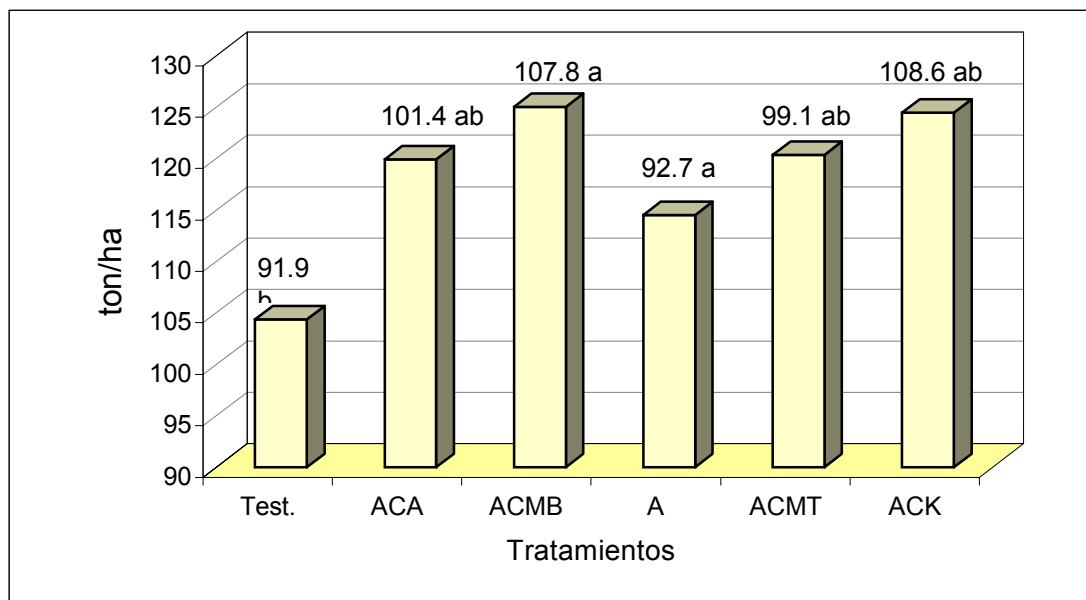
El análisis de varianza para esta variable, mostró que no hay variación estadística entre tratamientos (cuadro 6), pero al revisar las medias se tiene que los tratamientos ACK y ACMB superaron al testigo con 18.1% y 17.2% respectivamente. Los tratamientos ACA, ACMT y A tuvieron incrementos de 10.3, 7.8 y 0.86% respectivamente (Cuadro 11).

Estos resultados podrían ser atribuidos a que hubo más altas temperaturas de suelo en los tratamientos acolchados, aunado esto al incremento que producían las cubiertas flotantes en la temperatura del aire, lo que promueve un mejor desarrollo y mayor producción del cultivo. Además, el mayor número de frutos de buena calidad está relacionado con el no contacto de estos con la humedad del suelo debido a la barrera plástica que se interpone entre el suelo y la parte aérea de la planta (Ibarra, 1991).

En la figura 8, se puede apreciar que el tratamiento Acolchado sólo tiene apenas un ligero incremento en comparación con el testigo y no incrementos significativos como el ACK, esto puede deberse al mejor control que se tuvo en el control de malezas con los tratamientos con cubiertas flotantes en sus

primeras etapas de desarrollo ó bien, al aumento a la temperatura del aire y suelo.

Hay una mayor calidad de frutos cuando se usa acolchado y cubiertas flotantes, los cuales se atribuyen al aumento en temperatura en el suelo, más eficiencia en el uso de agua y fertilizantes y mejor control de malezas.

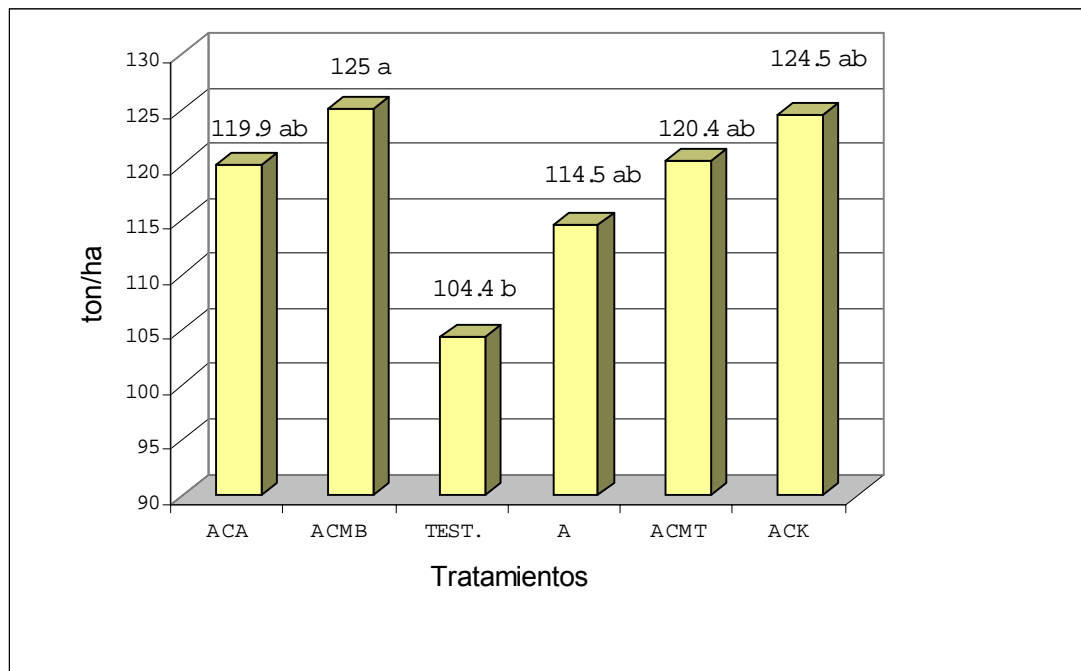


**Figura 8. Rendimiento comercial para el cultivo de pepino. CIQA 1998. DMS 0.05, C.V = 13.5.**

### **Rendimiento Total**

Esta variable fue evaluada en nueve ocasiones y al total le fue realizado su análisis de varianza, el cual nos indica que hay diferencia significativa entre tratamientos, por lo que se revisaron las medias de estos. Tales resultados muestran que el tratamiento ACMB tuvo incrementos de hasta el 19.8%

comparándolo con el testigo (125 vs 104.4 ton/ha) el cual arrojó un rendimiento total de 104.4 ton/ha. Sin embargo, los demás tratamientos también tuvieron altos rendimientos. Tal es el caso del ACK y ACMT incrementaron el rendimiento total en 19.3 y 15.4% respectivamente (Figura 9).



**Figura 9. Influencia del acolchado y cubiertas flotantes en el rendimiento total de pepino. CIQA, 1998. DMS al 0.05, C.V = 11.5.**

Tales aumentos en rendimiento pueden deberse a que el acolchado negro proporciona condiciones más favorables a los cultivos como son: mayor retención de humedad por la baja evaporación (García, 1996), temperatura óptima y mejor conservación ya que el plástico negro transmite al suelo la radiación recibida del sol haciendo el efecto invernadero (Barrera, 1997), nula presencia de malezas debido a la impermeabilidad del plástico negro a la luz

que impide la actividad fisiológica de las malezas (Ibarra, 1991), etc. Sin dejar de mencionar también el efecto de las cubiertas flotantes, que se refleja en el incremento de la temperatura del aire que influye de manera directa en el rendimiento y precocidad total (Trejo, 1995).

Los resultados obtenidos en nuestro experimento confirman lo señalado por Farias et al (1994), Zhukava (1987), Brown y Osborn (1989), etc., que reportan una precocidad y gran rendimiento con el uso de las cubiertas flotantes y acolchado. Purser (1993) señala que los rendimientos pueden ser de 2 a 5 veces mayor con acolchado plástico y cubiertas para algunos cultivos.

## LITERATURA CITADA

ASERCA. 1998. El Pepino Mexicano, un Nicho en el Mercado Estadounidense. Editorial Claridades Agropecuarias. 25 pag.

Asgrow. 1984. Modern Cucumber Tecnology. Asgrow Seed Company, Subsidiar of the Upjuhn Company Calamazo, Michigan 49001. Printer in USA Av. 264.

Ashraf . 1987. The Used Infra Red Barrier Film for Row Covers in Vegetable Crops. 20 th National Agricultural Plastics Congress. Portland, Oregon. pp 26-30.

Aviña. C, M. E. 1995. Fenología, Fenometría y Rendimiento en Calabacita con Acolchado Plástico, Cubiertas Flotantes y Ethrel. Tesis UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México.

Barrera, F. L. 1997. Respuesta del Cultivo de Calabacita (*C. pepo* L.) cv. Gray Zucchini, al Acolchado Plástico con Riego por Goteo een tres Fechas de Siembra. Tesis de Licenciatura. UAAAn. Buenavista, Saltillo, Coah. México.

Benott, F.; Ceustermans, N. Cultivo Ecológico de Vegetales Utilizando Materiales Plásticos. Hort. Abs. Vol. 6. (1865).

Bogle, R. C. et al. 1989. Comparison of Subsurface Trickle and Furrow Irrigation on Plastic Mulched and Bare Soil for Tomato Production. Journal American Society Horticultural Science. 114(1), pp:40-43. Texas, EU.

Bonanno, A. Richard y W, J. Lamont, Jr. 1987. Effect of Polyethylene Mulches, Irrigation Method, and Row Covers on Soil and Air Temperature and Yield of Muskmelon. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112(5):pp 735-738.

Briones, S.G y Rojas, P.I. 1990. Sistemas de Riego. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah., México.

Brown, J. E. and M.C. Osborn.1989. Optimizing Planting Methods For an Intensive Muskmelon Production System. HortScience. 24(1): 149.

Chermnykh L. And Kosobrukhov A. 1988. Effect to Environmental factor of Optimum Temperature on Photosynthetic Intensity of Plant Adapted to Various Conditions. Horticultural Abstracts; Vol. 5g; Núm.11; pp. 9-12.

Decoteau, D.R. and H.H. Friend. 1991. Plant Responses to Wavelength Selective Mulches and Row Covers: a Discussion of Light Effects on Plants. Proc. Nat. Agr. Plastics Cong. 23:46-51.

Delbert D. H, Jr, and N.S. Mansour. 1986. Response of Muskmelon to Three Floating Row Cover. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111(4): pp 513-517.



Díaz, I.M.G. 1988. Fotosíntesis, Conductancia Estomática y Transpiración del Frijol (Phaseolus vulgaris L.) Bajo Condiciones de Campo. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México.

Farias, L. J. E.; Guzman, S; Michall, A.C. (1994). Soil Temperature y Moisture under Different Plastic Mulches and Their Relation to Growth and Cucumber Yield in a Tropical Region. Garten bauwissenschaft. 59:b, pp 249-252.

García C. A. 1996. Evaluación de películas fotoselectivas para Acolchado de Suelos en el Cultivo de Pepino. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México.

García, E. 1988. Modificaciones del sistema de Clasificación climática de Koeppen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Editada en México E.N.A. Chapingo, Méx.

Gates. 1980. Biophysical Ecology. Springer-Verlang. New York. 611p.

Hernández, D.J. 1994. Apuntes de Fisiología de Hortalizas. UAAAN. Buenaviasta, Saltillo, Coah. Méx.

Ibarra, J. L. y Antonio R.P. 1991. Acolchado de Suelos con Películas Plásticas. Ed. Limusa. México.

Ibarra, J. L y A. Rodríguez. 1986. Manual de Plásticos 1. CIQA. Saltillo, Coah. México.

Kitano, M; Hamakoga, M; Eguchi, H. 1993. Physical Evaluation of effective Evaporative Demand with Reference to Plant Water Relations. Horticultural Abstracts. V.2, p. 146.

Krug, H. Thiel, F. 1985. Effect of Soil Temperature on Growth of cucumber in different Air Temperature and Radiation Regime. Acta Horticulturae; Num. 165. Institute of Vegetable Crops, Hanover, German Federal Republic. Pp 117-126.

Larqué, A.S.; L. C. Trejo y D.F. Gutiérrez. 1982. Perfil de Respuestas Estomatales de Frijol en Invernadero y Cámara de Crecimiento. Agrociencia, UACH. México.

Linacre, E.T. 1964. A note on a Feature of leaf and air temperatures. Agric. Meteorology 27:141-144.

Lira, S.R.H. 1994. Fisiología vegetal. 2ª. Edición. Editorial Trillas, Méx. D.F.

Maldonado, S.J.A. 1991. Efecto de las Cubiertas Flotantes y el Acolchado Plástico en el Rendimiento, Calidad y Control de Virosis de Calabacita. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México.

Marcelis L., 1993. Fruit Growth and Biomass Allocation to the Fruit in Cucumber. I. Effect of Fruit Load and Temperature.; Horticultural abstracts; vol. 63; Num. 9: pag. 866.

Maroto. B. 1983. Horticultura Herbácea Especial. Ed.. Mundi-prensa, Madrid, España.

Michaud, M.H.; W.S. Begin and P.A. Dube. 1990. Influence of Floating Row Covers, Planting Scheme, Plant Density and Nitrogen Fertilization on Microclimate for Production of Early Potatoes. Proc. Nat. Agr. Plastics Cong. 22: 99-107.

Morales. V. F. 1996. Evaluación de 11 Genotipos de Pepino *Cucumis sativus* L. Bajo Acolchado y Riego por Goteo en Ramos Arizpe, Coah. Tesis de Licenciatura. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. Mexico.

Narro, C. A. 1989. Acolchado de Suelos, Fertilización y Programas de Riego en el Cultivo de Pepino Pickle (*Cucumis sativus* L.). Tesis de maestría UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México.

Person, L. 1983. Manual para la Educación Agropecuaria. SEP, Dirección General de Educación Técnica. México.

Ponce, Medina. J.A. 1994. Apuntes de Fisiología de Hortalizas. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México.

Purser, J. 1993. Using Plastics Mulch and Row Covers to Produce Vegetables in Alaska. *Plasticulture*. Pp 11-13.

Quero, G. E. 1989. Las Técnicas del Agropástico y sus Ventajas. *Agromundo*,. Año 2. 3(14):12.

Quezada, M.R; Linares y J. Hernández. 1991. IV Congreso Nacional de Horticultura. UAAAN Saltillo, Coah. México.

Rodríguez, M. P.C. 1997. Respuesta en el Desarrollo y Rendimiento de los Cultivos de melón (*C. melo* L.) y Pepeino (*C. sativus* L.) bajo el Sistema de Riego por Goteo con Acolchado Plástico y Cubiertas Flotantes. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México.

Salisbury, B.F; Ross, W.C. 1997. Fisiología Vegetal. Grupo Editorial Iberoamérica S.A. de C.V. México, D.F.

SEP. 1997. Manuales para la Educación Agropecuaria. Cucurbitáceas. 3ª Reimpresión. México.

Shi, Y.L.; Sun, Y.Z.; Xu, G.M.; Cai, Q.Y. 1991. Effects of Temperature on Photosynthesis and the Transpiration and Distribution of <sup>14</sup>C-Photosynthates in Cucumber. *Acta Agriculturae Nucleatae Sinica*; 5 (4) 219-223. Department of Horticulture, Jilin Agricultural University, Changchun, Jilin, China.

Robledo, T. V. 1994. *Apuntes de Fisiología Vegetal; Fotosíntesis y Respiración*. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México.

Shelby, R.M.; J.M Gerber; and W.E. Splittstosser. 1991. Row Tunnels Actas Windbreks Resulting in Increased Cucumber Growth. *Proc. Nat. Agr. Plastics Cong.* 23:229-234.

Splittstoesser, W.F and J.E. Brown. 1991. Current Changes inPlasticulture for Crop Production. 23<sup>rd</sup> National Agricultural Plastics Congress. Mobile, Alabama, pp 241-251.

Trejo, T.R. 1995. *Respuesta del Melón al Acolchado Plástico y Cubiertas Flotantes*. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México.

Turner, N.C. 1969. Stomatal Resistance to Transpiration in Three Contrasting canopies. *Crop Sci.* 9:303-307.

Valadez. L. A. 1996. *Producción de Hortalizas*. Quinta Reimpresión. México.

Wells, O. S and J.B. Loy. 1993. Row Covers and High Tunnels Enhance Crop Production in the Northeastern United States. *HortTechnology*. 3(1):92.

Wolfe, w. D.; L.D. Albright ; J.Wyland. 1989. Efectos del Modelo de Cubiertas Sobre el Microclima y Rendimiento: I. Respuesta en Crecimiento de Tomate y Pepino. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114(4): pp 562-568.

Zhukava. P.S.; Kharytonato, A.P. 1987. Productivity of Cucumber Under different Methods of Covering the Seedlings with Polyethylene Film. Horticultural Abstrac. Vol 57, tomo 7, p 577.

## **APENDICE**

Cuadro 5. Análisis de varianza y cuadrados medios de algunos componentes que caracterizan la fisiología de pepino en 6 tratamientos de estudio con acolchado y cubiertas flotantes. CIQA, 1998.

F,V	G:L	FOTOSINTESIS				TRANSPIRACION		
		1	2	3	4	2	3	4
TRATAMIENTOS	5	13.44 NS	27.11 NS	2.74 NS	4.07 NS	0.35 NS	0.57 NS	0.89 NS
REPETICIONES	3	21.68 *	10.09 NS	9.19 NS	0.42 NS	4.85 NS	0.45 NS	1.27 NS
ERROR EXP.	15	6.41	15.39	3.29	3.45	1.72	1.45	1.00
C.V.		42.73	45.92	30.27	----	16.58	19.67	15.90

NS,\*,\*\* = No significancia, significancia al 0.05 y 0.01 de probabilidad respectivamente.  
1,2,3 y 4 mediciones a los 49, 77, 97 y 105 dds respectivamente.

Cuadro 6. Análisis de varianza y cuadrados medios de componentes que caracterizan la fisiología de pepino en 6 tratamientos de estudio con acolchado y cubiertas flotantes. CIQA, 1998.

F.V	G.L	CONDUCTANCIA ESTOMÁTICA				DIAMETRO DE TALLO		
		1	2	3	4	50 DDS	65 DDS	92 DDS
Tratamientos	5	0.019 NS	0.002 NS	0.002 NS	0.002 NS	0.0227 **	0.0110 **	0.0178 *
Repeticiones	3	0.028NS	0.034 NS	0.006 NS	0.005 NS	0.0026 NS	0.0071 NS	0.0069 NS
Error Exp.	15	0.012	0.016	0.004	0.003	0.0044	0.0101	0.0049
<b>C.V</b>		<b>16.99</b>	<b>34.51</b>	<b>36.19</b>	<b>32.18</b>	<b>5.56</b>	<b>7.92</b>	<b>7.46</b>

NS,\*,\*\* = No significancia, significancia al 0.05 y 0.01 de probabilidad respectivamente.  
1,2,3 y 4 mediciones a los 49, 77, 97 y 105 dds respectivamente.



Cuadro 7. Análisis de varianza y cuadrados medios del peso seco de planta del cultivo de pepino en 6 tratamientos de estudio con acolchado y cubiertas flotantes. CIQA, 1998.

F.V	g.l	Peso seco de planta			
		50 dds	65 dds	92 dds	118 dds
Tratamientos	5	255.32 **	163.289 NS	353.700 NS	215.079 *
Repeticiones	3	10.245 NS	991.303 *	442.796 *	229.293 *
Error Exp.	15	32.245	259.019	547.844	169.563
C.V. (%)		24.20	27.59	28.45	21.37

NS, \*, \*\* = No significancia, significancia al 0.05 y 0.01 de probabilidad respectivamente.

Cuadro 8. Análisis de varianza y cuadrados medios del rendimiento pepino en 6 tratamientos de estudio con acolchado y cubiertas flotantes. CIQA, 1998.

F.V.	G.L	RENDIMIENTO			
		REZAGA	PRECOZ	COMERCIAL	TOTAL
Tratamientos	5	49125008.6 *	99334997.4 **	203563481 NS	238951376 *
Repeticiones	3	44467808.9 NS	64632281.5 NS	328890472 NS	217268560 NS
Error Exp.	15	14761721.0	19059470.4	182848990	186083219
<b>C.V</b>		<b>21.51</b>	<b>22.70</b>	<b>13.49</b>	<b>11.55</b>

NS, \*, \*\* = No significancia, significancia al 0.05 y 0.01 de probabilidad respectivamente.

Cuadro 9. Comparación de media de algunos componentes que caracterizan la fisiología del pepino en 6 tratamientos de estudio con acolchado y cubiertas flotantes. CIQA, 1998.

Tratamientos	Fotosíntesis en $\mu\text{mol cm}^{-2}\text{s}^{-1}$				Transpiración en $\text{Mg m}^{-2}\text{s}^{-1}$		
	1	2	3	4	2	3	4
ACA	3.62	12.73	6.86	7.66	8.06	6.27	6.97
ACMB	9.12	8.57	5.50	6.43	7.85	6.36	5.95
TEST.	6.18	8.19	4.49	4.77	7.82	5.67	5.79
A	6.29	7.84	6.38	5.99	7.90	6.42	6.76
ACMT	5.01	9.29	5.86	5.54	7.45	6.45	6.31
ACK	5.39	4.64	5.87	5.34	8.36	5.63	6.02
<b>DMS (0.05)</b>	<b>NS</b>	<b>NS</b>	<b>NS</b>	<b>NS</b>	<b>NS</b>	<b>NS</b>	<b>NS</b>

1,2,3 y 4 mediciones a los 49, 77, 97 y 105 dds respectivamente.

Cuadro 10. Comparación de medias de algunos componentes que caracterizan la fisiología del pepino en 6 tratamientos de estudio con acolchado y cubiertas flotantes. CIQA, 1998.

Trat.	Conductancia estomática en $\text{cm s}^{-1}$			
	1	2	3	4
ACA	0.55	0.37	0.17	0.22
ACMB	0.70	0.36	0.20	0.17
TEST.	0.66	0.41	0.15	0.16
A	0.64	0.38	0.20	0.18
ACMT	0.75	0.35	0.21	0.18
ACK	0.59	0.37	0.17	0.17
<b>DMS (0.05)</b>	<b>NS</b>	<b>NS</b>	<b>NS</b>	<b>NS</b>

1,2,3 y 4 mediciones a los 49, 77, 97 y 105 dds respectivamente.

Cuadro 11. Comparación de medias de los componentes que caracterizan el rendimiento en el pepino en 6 tratamientos de estudio con acolchado y cubiertas flotantes. CIQA, 1998.

Tratamientos	Rendimiento (ton/ha)			
	Precoz	Rezaga	Comercial	Total
ACA	19.03	18.57	101.38	119.95
ACMB	23.51	17.26	107.76	125.01
TEST.	9.99	12.42	91.93	104.35
A	20.48	21.76	92.73	114.49
ACMT	18.82	21.28	99.08	120.37
ACK	23.56	15.85	108.60	124.45
<b>DMS (0.05)</b>	<b>6.5798</b>	<b>5.7907</b>	<b>NS</b>	<b>20.560</b>

