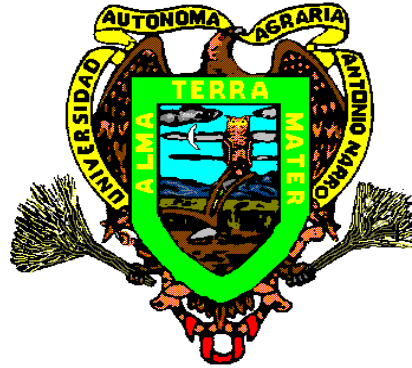


**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
DIVISION DE AGRONOMIA**



**El Acolchado y las Cubiertas Flotantes en la Fisiología y  
Rendimiento de pimiento morrón cv. Júpiter.**

**Por:**

**JAVIER ANTONIO RUSSEK COMPEAN**

**TESIS**

**Presentada como Requisito Parcial para  
Obtener el Título de:**

**Ingeniero Agrónomo en Producción**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México**

**Abril del 2002**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”  
DIVISION DE AGRONOMIA**

**DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA**

**El Acolchado y las Cubiertas Flotantes en la  
Fisiología y Rendimiento de Pimiento Morrón  
TESIS**

POR:

**Javier Antonio Russek Compeán**

QUE SOMETE A CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

**INGENIERO AGRONOMO EN PRODUCCION**

APROBADA POR:  
PRESIDENTE DEL JURADO

---

Dr. Valentín Robledo

---

M.C. Juanita Flores Velásquez  
ASESOR

---

Dr. Luis Ibarra Jiménez  
ASESOR

---

Dr. Sergio Rodríguez Herrera  
SUPLENTE

COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA

---

Ing. M.C. Reynaldo Alonso V.

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MEXICO, Abril del 2002

# INDICE DE CONTENIDO

	Página
<b>INDICE DE CUADROS</b> .....	vi
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	viii
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	ix
<b>DEDICATORIA</b> .....	x
<b>RESUMEN</b> .....	xi
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
Objetivo .....	3
Hipótesis .....	3
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	4
Importancia Económica del Cultivo.....	4
Generalidades del Cultivo .....	6
Requerimientos del Cultivo .....	8
Clima .....	8
Temperatura .....	8
Suelo y Fertilización .....	9
Siembra .....	10
Estacado .....	10
Cosecha .....	11
Indices de Cosecha .....	12
Calidad .....	12
Acolchado de suelo .....	13
Materiales utilizados para el Acolchado de Suelo .....	14
Efectos y Beneficios de Acolchado .....	16
Control de Malezas .....	16
Humedad del Suelo .....	16
Temperatura .....	17
Fertilidad .....	17
Cosechas Tempranas .....	18
Altos Rendimientos .....	19
Cubiertas Flotantes .....	19
Efectos y Beneficios de las cubiertas flotantes .....	20
Temperatura Ambiental .....	21
Protección contra el Viento .....	22
Protección contra la Lluvia .....	23
Protección contra Insectos .....	23
Asociación de Técnicas .....	23
Trabajos realizados con Acolchado y Cubiertas Flotantes .....	24
Factores que Afectan la Fisiología de las Plantas .....	26

Fotosíntesis .....	27
Factores Ambientales que Afectan la Actividad Fotosintética .....	29
Concentración de CO <sub>2</sub> - y O <sub>2</sub> .....	29
Luz .....	31
Temperatura .....	32
Disponibilidad de Agua .....	33
Edad de la planta .....	35
Respiración .....	35
Factores que Afectan la Respiración .....	37
Edad y tipo de Tejido .....	37
Temperatura .....	38
Disponibilidad de O <sub>2</sub> .....	39
Concentración de CO <sub>2</sub> .....	39
Sales .....	40
Heridas y Estímulos Mecánicos .....	40
Intensidad de Luz .....	41
Disponibilidad del Sustrato .....	41
Transpiración .....	41
Control de la Transpiración .....	43
Necesidad de la Transpiración .....	44
Los Estomas .....	44
<b>MATERIALES Y METODOS .....</b>	<b>47</b>
Descripción del Area Experimental .....	47
Localización Geográfica .....	47
Clima .....	47
Suelo .....	48
Diseño Experimental .....	48
Establecimiento del Experimento .....	49
Preparación del Terreno .....	49
Trazo del Experimento .....	49
Instalación del Sistema de Riego .....	50
Material de Acolchado y Cubierta .....	50
Transplante .....	51
Colocación y Remoción de las Cubiertas .....	51
Manejo del Cultivo .....	52
Riegos .....	52
Labores Culturales .....	53
Control de Plagas y Enfermedades .....	53
Variables Evaluadas .....	54
Variables Fisiológicas .....	54
Variables de Crecimiento y Desarrollo .....	54
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>57</b>
Variables Fisiológicas .....	57
Fotosíntesis .....	57
Transpiración .....	60
Resistencia Estomatica .....	62
Variables de Crecimiento y Desarrollo .....	65

Diámetro de Tallo .....	65
Altura de Planta .....	67
Cobertura .....	69
Número de Hojas .....	70
Peso Seco de la Planta .....	72
Temperatura de Suelo .....	75
Rendimiento Precoz .....	79
Rendimiento Comercial .....	80
Rendimiento Rezaga .....	82
Rendimiento Total .....	84
<b>CONCLUSIONES</b> .....	86
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	88
<b>APENDICE</b> .....	96

## INDICE DE CUADROS

		Página
Cuadro 1	Composición nutritiva por 100 g de producto comestible .....	7
Cuadro 2	Comparación de medias para diámetro de tallos de pimiento morrón bajo diferentes tratamientos de acolchado y cubiertas flotantes en cada uno de los muestreos realizados .....	66
Cuadro 3	Comparación de medias para altura de planta en pimiento morrón bajo diferentes tratamientos de acolchado y cubiertas flotantes en cada uno de los muestreos realizados .....	68
Cuadro 4	Comparación de medias para cobertura de planta en pimiento morrón bajo diferentes tratamientos de acolchado y cubiertas flotantes .....	69
Cuadro 5	Comparación de medias de número de hojas por planta en pimiento morrón bajo diferentes tratamientos de acolchado y cubiertas flotantes .....	71
Cuadro 6	Comparación de medias de peso seco de planta de pimiento morrón bajo diferentes tratamientos de acolchado y cubiertas flotantes .....	73
Cuadro 7	Comportamiento del rendimiento precoz, comercial, rezaga y total en el cultivo del pimiento morrón bajo diferentes tratamientos de acolchado y cubiertas flotantes .....	85
Cuadro 8	Comparación de medias de las variables que caracterizan la fisiología del cultivo de pimiento morrón con acolchado y cubiertas flotantes. CIQA 1998. ....	97
Cuadro 9	Condiciones microclimáticas del cultivo de pimiento morrón bajo condiciones de acolchado y cubiertas flotantes. CIQA 1998. ....	98
Cuadro 10	Comparación de medias de las variables que caracterizan la fisiología del cultivo de pimiento morrón con acolchado y cubiertas flotantes. CIQA 1998. ....	99
Cuadro 11	Comparación de medias de peso seco de hojas, peso seco de tallos y peso seco de plantas en el cultivo de pimiento morrón con acolchado y cubiertas flotantes.....	99
Cuadro 12	Comparación de medias que caracterizan el rendimiento del cultivo de pimiento morrón con acolchado y cubiertas flotantes. ....	100

Cuadro 13	Análisis de varianza y cuadrados medios de la fotosíntesis, transpiración y conductancia estomática en el cultivo de pimiento morrón con acolchado y cubiertas flotantes.	100
Cuadro 14	Análisis de varianza y cuadrados medios de la resistencia estomática, humedad relativa y $\text{CO}_2$	101
Cuadro 15	Análisis de varianza y cuadrados medios de radiación, temperatura del aire.	101

## INDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1	Influencia del acolchado y las cubiertas flotantes en la fotosíntesis de pimiento morrón .....	59
Figura 2	Comportamiento de la transpiración en el cultivo de pimiento morrón bajo diferentes tratamientos de acolchado y cubiertas flotantes .....	62
Figura 3	Comportamiento de la resistencia estomática en el cultivo de pimiento morrón bajo diferentes tratamientos de acolchado y cubiertas flotantes .....	64
Figura 4	Comportamiento de las temperaturas de suelo registradas el 16 de Mayo 1998, en el cultivo de pimiento morrón bajo diferentes tratamientos de acolchado y cubiertas flotantes .....	75
Figura 5	Comportamiento de las temperaturas de suelo registradas el 28 de Mayo 1998, en el cultivo de pimiento morrón bajo diferentes tratamientos de acolchado y cubiertas flotantes .....	77
Figura 6	Efecto del acolchado y las cubiertas flotantes en el rendimiento precoz de pimiento morrón .....	80
Figura 7	Efecto del acolchado y las cubiertas flotantes en el rendimiento comercial de pimiento morrón .....	81
Figura 8	Efecto del acolchado y las cubiertas flotantes en el rendimiento rezaga de pimiento morrón .....	83
Figura 9	Efecto del acolchado y las cubiertas flotantes en el rendimiento total de pimiento morrón .....	84



AGRADECIMIENTOS  
A Dios

**A mis padres y hermanos**

**A mi Alma Mater**

**Al comité de Asesoría**

M.C. Juanita Flores V.

Doctor Valentín Robledo

## **DEDICATORIAS**

A mi Familia:

Javier Antonio Russek de Garay

Yolanda Compeán Escobar

Aarón Antonio Russek Garza

Nathan Antonio Russek Garza

Lolita Garza de Russek

A toda la familia Compeán.

**Gracias a todos ellos por haberme apoyado en las buenas y en las malas, ya que sin todos ustedes no me habría sido posible llegar hasta donde estoy y me faltarían hojas para expresarles todo lo que siento por ustedes y cuan agradecido estoy.**

## RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en el Centro de Investigación de Química Aplicada, en Saltillo, Coahuila, en el ciclo P-V de 1998, con el objetivo de determinar el comportamiento fisiológico y agronómico del cultivo de pimiento morrón en respuesta al acolchado y cubiertas flotantes

El cultivo de pimiento morrón, se estudió en cuatro repeticiones bajo un diseño de bloques al azar, en el cual se evaluaron 7 tratamientos: 1) Método tradicional, testigo, (T); 2) Acolchado plástico solo (A); 3) Acolchado plástico más cubierta flotante blanca (ACFB); 4) Acolchado plástico más cubierta flotante negra (ACFN); 5) Acolchado plástico más cubierta flotante café (ACFC); 6) Acolchado plástico más cubierta flotante vino (ACFV); y 7) Acolchado más cubierta flotante multiperforada transparente (ACFM).

Las variables estudiadas fueron: fotosíntesis, transpiración, resistencia estomática, diámetro de tallo, altura de planta, cobertura, número de hojas, peso seco de la planta, temperatura de suelo, rendimiento precoz, rendimiento comercial, rendimiento rezaga y rendimiento total.

La mayor tasa fotosintética más elevada fue para el método tradicional (T), a los 98 días después del transplante (ddt). El mayor valor de transpiración se obtuvieron en el tratamiento Acolchado más cubierta flotante blanca (ACFB) a los 77 ddt. La mayor

resistencia estomática se presentó en el tratamiento Acolchado más cubierta flotante vino (ACFV) a los 98 ddt., superando al T (testigo), con 1.11 s cm.

En diámetro del tallo con mayor valor se obtuvo con el tratamiento Acolchado más cubierta flotante color vino( ACFV) con 1.64 cm superando al testigo con 0.11 cm, en el último muestreo realizado a los 94 ddt, el mayor número de hojas por planta fue para el tratamiento Acolchado más cubierta flotante multiperforada (ACFM), y presentó un incremento de 125.75 hojas en relación con el testigo, cuyo valor fue de 112.50 hojas.

En peso seco de la planta, considerando la tercera evaluación (94 ddt) la mayor respuesta se obtuvo con el tratamiento ACFM, con 51.38 gramos por planta, lo que representa un incremento de 171.49 por ciento con respecto al testigo que alcanzó un peso seco de planta de 18.925 gramos por planta.

En rendimiento precoz, todos los tratamientos superaron al testigo, a excepción del ACFN, mismo que obtuvo el menor rendimiento con  $0.561 \text{ ha}^{-1}$ , siendo superado por el testigo con  $0.299 \text{ ha}^{-1}$ ,El mayor rendimiento precoz se registró en el tratamiento Acolchado solo(A )con  $4.750 \text{ ha}^{-1}$ .

**Todos los tratamientos evaluados superaron al testigo tanto en rendimiento comercial como total, resultando el tratamiento Acolchado solo( A) como el mejor en ambos casos. El acolchado superó con 0.525 y 0.89 ton en rendimiento comercial y total respectivamente al mejor tratamiento con cubierta flotante que fue el Acolchado más cubierta flotante blanca( ACFB),El tratamiento Acolchado más cubierta flotante negra (ACFN ) obtuvo los valores de rendimiento más bajos de los tratamientos con cubierta flotante. El tratamiento A presentó incrementos de 65.48 y 73.86% en rendimiento comercial y total en comparación con el testigo.**

## **INTRODUCCIÓN**

**En México el cultivo del chile es toda una tradición apenas comparada con el maíz y el frijol. Ha cumplido diversas funciones de carácter alimentario y económico, que le han permitido trascender hasta hoy en día.**

**Es una hortaliza que se produce en casi todo el país en los 2 ciclos agrícolas y forma parte de los principales productos horto - frutícolas exportados. Así, el 80 por ciento de la producción nacional se consume internamente, lo que determina su importancia como alimento, ya que, además de poseer minerales y vitaminas, es un condimento que está presente en la mayoría de los platillos mexicanos. Aserca (1998).**

Para que el producto se acepte aún en los mercados nacionales debe de reunir ciertas normas de calidad, las cuales son una combinación de atributos y propiedades con la que el fruto cuenta, y que le dan un valor como alimento humano y como mercancía.

**La calidad de los pimientos varía dependiendo del manejo del cultivo, variedad, época de maduración, condiciones climático-ambientales de cultivo, nutrición, tipo de suelo, humedad del suelo, forma en la que se realice la cosecha, manejos aplicados en postcosecha, almacenamiento y condiciones de transporte a los distintos comercios.**

**La falta de condiciones ambientales deseables y la gran exigencia del consumidor han orillado al productor a no sólo tener cuidado para obtener un mayor rendimiento sino también una buena calidad y para poder llegar a esto, ha tenido que recurrir al uso de algunas prácticas ayuden a mejorar la producción sin tener que incrementar de manera excesiva los costos de producción; así como también aprender el uso de técnicas de plasticultura, una de estas técnicas que se utiliza ya con mucha frecuencia es el uso de acolchados con películas plásticas, otra técnica la constituyen las cubiertas flotantes.**

**Los horticultores se han apoyado en el uso de estas técnicas para hacer frente a fenómenos adversos como son la sequía, los incrementos de temperatura ambiental que elevan de manera considerable la evaporación de la humedad del suelo, las heladas y las enfermedades entre las que se encuentran las causadas por virosis, que ocasionan enormes pérdidas en la agricultura.**

**Existen muchas referencias de que con el uso de materiales plásticos como son el acolchado y las cubiertas flotantes se puede alterar el microclima que rodea al cultivo y al mismo tiempo influir en muchos de los procesos agronómicos y fisiológicos de los cultivos, favoreciendo de esta manera el desarrollo de las plantas, acelerando su ciclo biológico, incrementando su rendimiento y protegiéndolo de las condiciones adversas del clima.**

**En los últimos años se ha incrementado considerablemente el uso de los plásticos en la horticultura mexicana, sin embargo, existe muy poca información que involucre los procesos fisiológicos que determinen la productividad del cultivo de pimiento bajo la técnica combinada del acolchado con cubiertas flotantes y la influencia del color de la cubierta flotante sobre el rendimiento del cultivo, razón por la cual se realizó el presente trabajo bajo los siguientes objetivos.**

#### **Objetivos :**

- Determinar el efecto del acolchado solo o en combinación con las cubiertas flotantes sobre la fisiología y rendimiento del pimiento.
- Evaluar la influencia de los diferentes colores de cubierta flotante sobre el rendimiento del pimiento morrón.

#### **Hipótesis:**

**El acolchado y cubiertas flotantes influyen en la precocidad, desarrollo, crecimiento y rendimiento de pimiento morrón.**

# **REVISION DE LITERATURA**

## **Importancia Económica del Cultivo**

**La superficie nacional dedicada a cultivos agrícolas es de 20.031 millones de hectáreas, dedicándose el 67% de esta superficie al cultivo de granos, mientras que solo el 3% de esta superficie se dedica al cultivo de hortalizas y un 6% al cultivo de frutas. En 1998, el valor total de la producción fue de \$ 156,000 millones de pesos, aportando el cultivo de granos solo el 36% del valor total de la producción, aunque el 67% de la superficie agrícola esté dedicada a estos cultivos.**

**Las frutas y hortalizas que en conjunto suman el 9% de la superficie agrícola aportan el 18 y 16% respectivamente del valor total de la producción, reflejando estos valores la importancia que tienen estos cultivos en la economía nacional. De los doce productos hortícolas principales, en tomate se cosechan 1.41 millones de toneladas, de papa 1.21 y de chile 0.87 millones de toneladas.**

**La exportación de hortalizas ha tenido un crecimiento sostenido pasando de 300,000 ton en 1966 a 1'340,000 ton en 1980, a 1'500,000 ton en 1990 y finalmente a 2'525,528 ton en 1998. Las hortalizas que componen el 75% de la oferta exportable son: tomate (30.2%), pepino (11.2%), melón (9.7%), sandía (9.7%), pimiento (8.5%) y calabazas (8.4%) (Siller, 2000).**



**En los últimos años la producción de chiles en México ha tenido una evolución satisfactoria, los datos estadísticos de la FAO de 1999 reportan un crecimiento del 38% al pasar de 900 mil a 1.4 millones de toneladas de producción anual. Al comparar las cifras oficiales de la Secretaría de Agricultura entre 1996 y 2000, se observa un incremento en la superficie cultivada de casi un 35%. En cuanto al porcentaje de participación relativa entre los cultivos hortícolas, los chiles han pasado de un 22% en 1996 a un 33% en el 2000, de tal forma que el mercado de chiles tiene un valor estimado en los 735 millones de dólares.**

**En cuanto a chiles verdes, donde se incluye al pimiento ocupa una superficie de 94 mil hectáreas que significan un 55% del total. En el cultivo de pimiento, Sinaloa ocupa por lo menos el 10% y es el líder de las exportaciones, aunque también Chihuahua, Zacatecas, Sonora, Guanajuato y Michoacán tienen registros importantes de superficies y producción (Rodríguez, 2001).**

**Aunque hasta 1996 las importaciones de chiles picosos se mantuvieron sobre los 100 millones de dólares, a partir de 1997, incrementaron hasta alcanzar 170 millones en 1998 cuando se presentó la caída de la producción de chiles en Nuevo México. Para el año 2000, las importaciones conjuntas de chiles picosos y pimientos fueron de más de 300 millones de dólares, que representaron un aumento del 33% con respecto a 1999, y tomando en cuenta el valor de la producción**

**nacional, se tiene que las exportaciones de chiles podrían alcanzar más de un 35% del total.**

**Durante el año 2000, las exportaciones totales de chiles y pimientos alcanzaron un volumen de 290 mil toneladas con precios promedio de 1,364 dólares por tonelada de pimiento y de 641.9 para chiles picosos, con un promedio global de 1,200 dólares la tonelada, representando esto un incremento del 33% en el valor de las exportaciones con respecto a 1999 (Rodríguez, 2001).**

### **Generalidades del Cultivo**

**El pimiento es de la familia de las solanáceas, es una planta perenne, pero se cultiva como si fuera anual, el sistema radical de la planta, raramente esta formado por raíces adventicias, la mayor parte de las raíces llega a profundidades de 70 a 120 cm; lateralmente se extienden hasta 120 cm de diámetro alrededor de la planta, presenta tallos erectos, herbáceos, ramificados, semileñosos, son cilíndricos o prismático angular, creciendo desde 20 a 120 cm, siendo de color verde oscuro, con hojas oblongas lanceoladas y flores blancas solitarias localizadas en la inserción de las hojas, presentan 6 sépalos, 6 pétalos y 6 estambres. El número de los órganos florales oscila de 5 a 7. El ovario es súpero, frecuentemente bi ó trilocular y el estigma usualmente se encuentra al nivel de las anteras, lo cual facilita la autopolinización. El pimiento es una planta autógama, forman frutos de formas variadas, de pared poco**

**carnosa y que tiene semillas blancas, aplanadas (Valadez, 1994).**

**El fruto en algunas variedades se hace curvo cuando se acerca a la madurez; el color verde de los frutos se debe a la alta cantidad de clorofila acumulada. Los frutos maduros toman color rojo o amarillo debido a pigmentos (licoperisina, xantofila y caroteno). La picosidad (pungencia) es debida al pigmento capsicina, las semillas son de color blancas aplanadas.**

**Vilmorín, (1976) menciona que el fruto del pimiento se compone del pericarpio, el endocarpio y las semillas. Es un fruto colgante, de carnosidad mediana, de forma cuadrada, con 3 a 4 lóbulos. En su madurez, cuando es tiempo de su consumo es de color verde oscuro. La composición nutritiva del chile se observa en el siguiente cuadro.**

**Cuadro No. 1. Composición nutritiva por 100 g de producto comestible.**

	Chiles dulces		Chiles picantes	
	Verde	Rojo	Verde	Rojo
Prótidos (g)	1.2	1.4	2.3	2.3
Lípidos (g)	0.2	0.2	0.2	0.4
Glúcidos (g)	4.8	7.1	9.1	15.8
Fibra (g)	1.4	1.7	1.8	2.3
Vitamina A (UI)	420	4450	770	21600
Vit.B1 o tiamina (mg)	0.08	0.08	0.09	0.1
Vit. B2 o riboflavina (mg)	0.08	0.08	0.06	0.2
Niacina (mg)	0.5	0.5	1.7	2.9
Vit.C ó Ác. Ascórbico (mg)	128	204	235	369
Calcio (mg)	9	13	10	16
Fósforo (mg)	22	30	25	49
Hierro (mg)	0.7	0.6	0.7	1.4
Sodio (mg)	13	--	--	25

Potasio (mg)	213	--	--	654
Valor energético (calorías)	22	31	37	65

---

Fuente: Lorente Herrera. Biblioteca de la Agricultura (1997).

## **Requerimientos del Cultivo**

### **Clima**

**Como toda hortaliza de fruto, el chile es de clima cálido, es sensible a las temperaturas bajas, por lo cual no resiste heladas. Aparentemente resiste mejor la sequía que otras solanáceas (tomate y berenjena), aunque los mejores rendimientos están ligados a una abundante cantidad de lluvias bien distribuidas.**

### **Temperatura**

**El rango de temperatura ambiental para una mejor germinación es entre 24 y 29 °C, los días a emergencia son entre 8 y 10 °C, en tanto que la del suelo requerida es de 15 como mínima y 35 °C como máxima. La temperatura ambiente para su desarrollo es, durante el día, de 18 a 26 °C y por la noche de 15 a 18 °C. Una planta joven de pimiento con temperaturas de 12 °C produce un mayor número de flores que las plantas sometidas a temperaturas nocturnas de 18 °C. La temperatura promedio mensual de suelo para el mejor crecimiento se encuentra entre 21 y 29 °C (Lorenz y Maynard, 1988).**

**La temperatura media al formarse la flor es entre los 18 y 27 °C, a temperaturas menores de 10 °C abortan las flores y a menos de 15 °C comienza a detenerse el crecimiento. Por otro lado las temperaturas altas pueden provocar caída de flores y/o frutos. Los pimientos son capaces de producir frutos partenocarpicos o tener muy pocos frutos cuando las temperaturas nocturnas son relativamente bajas, éstas también afectan a la forma del fruto (Valadez, 1996).**

### **Suelo y Fertilización**

**Los suelos más adecuados para el cultivo de chile son de textura ligera: areno-arcillosos; profundos, con buen drenaje y con alta retención de humedad y con 1-2% de materia orgánica. En general el chile es medianamente tolerante a la salinidad, soportando contenidos de 4 a 10 mmho, en cuanto a pH, los rangos de adaptación son de 6.3-5.5. (Valadez, 1994).**

**Con relación a la fertilización aplicada de manera tradicional a nivel regional en México, se tienen las recomendaciones siguientes:**

- 1) Región Bajío: para el cultivo de chiles; ancho, pasilla, mulatos, guajillo o cascabel, aplicar 180-80-00 kg/ha de N-P-K, distribuyendo la mitad del nitrógeno y todo el fósforo, a los ocho días después del trasplante, empleando de preferencia urea o sulfatos y superfosfato simple de calcio. La otra mitad del nitrógeno a los 60 ddt o al inicio de la floración, empleando sulfatos, nitratos o urea.

- 2) Región Huasteca: para el cultivo de chile serrano, aplicar 180 kg/ha de nitrógeno, distribuidos como sigue: la mitad del nitrógeno a los 30 días después de la emergencia y el resto a los 100 días después de la emergencia.
- 3) Región Noroeste: para el cultivo de chiles pimiento dulce o tipo Bell, aplicar 250-250-100 o bien 350-350-200 kg/ha de N-P-K respectivamente en caso de que el cultivo anterior no haya sido una hortaliza, distribuido como sigue: Una tercera parte del nitrógeno, dos terceras partes del fósforo y dos terceras partes del potasio, antes del trasplante. En la fructificación dos terceras partes del nitrógeno, una tercera del fósforo y una tercera parte del potasio en la etapa de fructificación.

**En la actualidad, la fertilización de los cultivos ha dejado de ser una actividad convencional, ya que ahora existen fórmulas que nos permiten diversas aplicaciones de fertilizantes, puede ser por vía foliar, en forma sólida, líquida (goteo, aspersión y fertirrigación) y combinada. Cada una de ellas se puede adaptar a las necesidades de los diferentes cultivos y sistemas de producción, aunque en realidad una de las mejores opciones consiste en desarrollar un sistema integral de nutrición en el cual se combinan, de acuerdo con el tipo de suelo, el estado fenológico del cultivo y la infraestructura de la explotación (Santiago, 2000).**

## **Siembra**

**El pimiento morrón generalmente se cultiva de trasplante, para lo cual es necesario al utilización de**

**almácigos, que pueden estar directamente en el suelo, sin embargo la técnica más utilizada es en charolas de poliestireno, mediante la cual se utiliza menor cantidad de semilla ya que solo se coloca una por cavidad. Las densidades de siembra utilizadas son de 20, 25 y hasta 35,000 plantas por hectárea (Valadéz, 1996).**

### **Estacado**

**El estacado es una práctica que consiste en la colocación de tutores para cultivos de crecimiento semideterminado e indeterminado. Es importante que las estructuras sean suficientemente fuertes para que aguante el viento y el peso de las plantas que están soportando cuando están en fructificación. Se recomienda que el material utilizado sea propio de la región para abaratar costos, éste deberá desinfectarse para evitar que sirva como hospederos de patógenos (Splittstoesser, 1979 y Casseres, 1981).**

**En los cultivos bajo sistemas de conducción vertical con respecto a los de piso hay menor incidencia de plagas, enfermedades y menor crecimiento de malezas y por lo tanto mayor sanidad. Se logra una mayor aplicación de plaguicidas, logrando un mayor control fitosanitario. Se observa un mayor vigor de la planta, esto se atribuye a la mayor sanidad del cultivo, mayor ventilación del follaje, y al tener mayor cobertura se logra evitar que los frutos se quemem, ya que el pimiento es muy susceptible a quemadura. Otra función del estacado es la de servir de soporte para la colocación de cubiertas flotantes.**

## Cosecha

**La cosecha del pimiento se lleva a cabo principalmente en forma manual, asegurando un producto de buena calidad debido a que los cosechadores hacen una selección del mejor producto al mismo tiempo que evitan dañarlo. En México, el proceso de corte del chile Bell para exportación se caracteriza por ser completamente manual, los trabajadores utilizan cubetas o cajas de plástico que luego vacían a una tina de fibra de vidrio que es transportada al lugar de recepción por un camión, o bien, arrastrada por un tractor (UNPH, 1987).**

## Indices de Cosecha

**Los índices de cosecha en pimiento dependen mucho del ciclo vegetativo del cultivo, de que si el producto está destinado al mercado nacional o de exportación, siendo el pimiento el que exige mayor calidad (Sánchez, 1995).**

**El estado de madurez lo podemos evaluar tomando en cuenta el tamaño, color y firmeza del fruto, debe tener paredes más gruesas, color verde oscuro brillante, textura firme y por lo tanto ser menos sensible a los daños por manipulación y mejor aptitud para la conservación y el transporte.**



## Calidad

**La calidad de los productos hortícolas es una combinación de atributos o propiedades que les proporcionan valor como alimento humano, por lo que a los productores y comerciantes les interesa que sus productos tengan buena apariencia y pocos defectos visuales. En cuanto a los consumidores, éstos perciben que los productos son de buena calidad cuando se ven bien, tienen buena firmeza y parecen tener buen sabor y valor nutritivo (Kader, 1992).**

**Las Normas Norteamericanas de Calidad para Chile Dulce establecen que cualquier lote de chiles que llene todos los requisitos de este grado, excepto los relativos al color, puede ser designado como “U.S. Fancy Red” si por lo menos el 90% de los chiles muestra cualquier cantidad de sombra de color rojo, o como “U.S. Fancy Mixed Color” si los chiles no llenan los requisitos del color “U.S. Fancy” o “U.S. Fancy Red” (UNPH, 1979).**

**Por otro lado Cantwell (1989) menciona que los chiles Bell pueden cosecharse a diferentes estados de desarrollo de color como son: Mature-green, breaker, turning y colored y que los frutos cosechados en mature-green (verde-maduro) son los que tienen menor porcentaje de pérdida de peso en el almacenamiento.**

**Otra clasificación es la citada por Sánchez (1995), quien indica que todos los chiles morrones para consumo nacional se clasifican en chicos, medianos,**

**grandes y Fancy, siendo los tres últimos los de potencial comercial, los demás tipos de chile no se seleccionan por tamaños y se venden a granel. Además de que no hay selección por colores, todos se cosechan en verde, a menos que los pimientos sean de variedades “exóticas” y su genética ya traiga la información de chiles rojos o amarillos.**

### **Acolchado de Suelo**

**El acolchado de suelos es la técnica más simple de aplicación de plásticos en la agricultura. Consiste en la colocación sobre el suelo de una película plástica impermeable al agua, la cual esta anclada al suelo en sus bordes, de manera que quede bien fija al suelo. La colocación de la película se puede hacer en forma manual o mecánica, para los dos casos es necesario que el terreno que se va a acolchar este bien labrado, sin terrones y libre de restos de cosechas anteriores.**

**En la actualidad, las películas de plástico han desplazado a los materiales utilizados anteriormente (residuos vegetales, arena, papel alquitranado y láminas de aluminio) y su difusión se ha incrementado con el transcurso de los años, por lo que prácticamente conocidas ampliamente y han sido adoptadas en horticultura por las posibilidades que ofrece de resolver muchos problemas relativos al ambiente que en el pasado difícilmente eran atacados, tales como la hostilidad del terreno y del clima (Flores, 1996).**

### **Materiales Utilizados para Acolchado de Suelo**

**Entre los materiales plásticos más utilizados para el acolchado se encuentra el polietileno porque además de ser buen material tiene un precio más atractivo para el agricultor. Existen en diferentes presentaciones, desde los materiales convencionales como el negro y transparente, que son los más utilizados hasta los desarrollados con características especiales como son los degradables, de bajo espesor, fotoselectivos, transmisores de infrarrojo, etc., teniendo cada uno de ellos propiedades y características diferentes que se pueden adaptar a las diversas necesidades de los diferentes cultivos.**

**Las películas negro opaco absorben todas las radiaciones solares, luminosas y térmicas transmitiendo solo parte de las térmicas por conducción a la capa superficial del suelo. El aumento de temperatura que se origina sobre la superficie de la película puede causar quemaduras a plantas jóvenes recién trasplantadas o las partes vegetales que permanecen en contacto con la película de plástico. La opacidad de estas películas con respecto a las radiaciones visibles impide la fotosíntesis de las malezas, lo que ocasiona que no se desarrollen.**

**Las películas transparentes dejan pasar todos los rayos solares y los infrarrojos cortos son absorbidos por el terreno, el cual se calienta fuertemente durante el día al igual que se enfría bastante rápido durante la noche. El paso de los rayos visible favorece un desarrollo excesivo de malezas.**

**Entre las películas con características especiales se encuentran las de bajo espesor, mismas que han sido desarrolladas con el propósito de abaratar los costos (Daponte y Verschaeren, 1994) y puedan ser utilizadas en cultivos básicos. Por otro lado, en lugares donde se utilizan con frecuencia los materiales plásticos en la agricultura hay una gran acumulación de los desechos de éstos cada año representando un problema de contaminación ambiental, por lo que para dar solución a este problema se desarrollaron las películas degradables que tienen el mismo comportamiento que las convencionales pero la incorporación de aditivos degradante permite que se inicie su descomposición una vez que haya cumplido su propósito (Wilder, 1990).**

**En México, se producen películas convencionales (negro, transparente, metalizadas y coloreadas), pero aún no se producen películas como las de bajo espesor, ya que el más utilizado es el de 37.5 micras, espesores más bajos no se fabrican, al igual que tampoco se producen películas degradables, fotoselectivas, ni de liberación controlada.**

## **Efectos y Beneficios del Acolchado**

### **Control de Malezas**

**Este control se debe a la impermeabilidad del plástico a la luz, lo que impide que las malezas realicen su actividad fisiológica, por lo cual no se desarrollen,**

**evitando la competencia que tienen con las plantas por agua y nutrimentos. Esto ocurre con los plásticos opacos, por lo que las películas utilizadas con este fin deben ser negras, aluminizadas o de colores, siempre y cuando sean totalmente opacas al paso de la radiación solar (Ibarra y Rodríguez, 1991). Por su parte Weiss (1995) menciona que las películas que reducen la luz azul y roja, pero no la radiación rojo lejana y la infrarroja se emplean para controlar el crecimiento de malezas sin reducir la temperatura del suelo.**

### **Humedad del Suelo**

**Al ser el plástico impermeable al vapor de agua y a los líquidos, impide la evaporación del agua del suelo, conservando la humedad del mismo, evitando la compactación, manteniendo la humedad a disposición de las plantas además de que ayuda a la solubilidad de las sales del suelo y reduce los efectos adversos en los suelos salinos, de esta forma las plantas tienen una disposición continua y constante de agua y nutrimentos. Con el uso de esta técnica se tiene un ahorro de agua entre un 10 y 40%. Salazar (1995) menciona que aunque el costo por el uso del plástico en cultivos hortícolas se incrementa en un 30% en comparación con el método tradicional, se compensa ya que permite ahorrar hasta un 60% del agua de riego utilizada y aumenta hasta en 100% o más los rendimientos.**

### **Temperatura**

**La modificación de la temperatura del suelo está en función de tipo de acolchado que se utiliza. Durante el día, el plástico transmite al suelo las calorías recibidas del sol, haciendo el efecto de invernadero, mientras que en la noche, el plástico permite en cierto grado, el paso de las radiaciones caloríficas del suelo hacia la atmósfera, fenómeno que depende en mayor o menor grado de las características del plástico empleado. Para que el efecto del acolchado sobre la temperatura sea relevante se necesitan superficies acolchadas lo suficientemente amplias, por lo que se recomienda que el ancho mínimo del acolchado no sea de menos de un metro.**

**Flores (1996) al evaluar películas de polietileno (PE) y policloruro de vinilo (PVC), encontró que a la profundidad de 15 cm, que es donde se localiza la mayor parte del sistema radical, todos los tratamientos acolchados registraron incrementos en la temperatura desde 12 hasta más de 20 °C en comparación con el suelo desnudo.**

### **Fertilidad**

**La influencia del acolchado sobre la temperatura y humedad del suelo actúa sobre la naturaleza físico química del suelo actuando sobre la actividad de la microflora del suelo, promoviendo así la nitrificación, y promoviendo la disponibilidad de nutrientes en el suelo para las plantas (Serrano, 1990). La actividad de la microflora está condicionada por el estado físico, la**

**humedad y la temperatura, factores que pueden ser influenciados por el acolchado.**

**Otra ventaja de los acolchados es que reducen la pérdida de fertilizante y elementos nutritivos por lixiviación a causa del lavado del suelo como consecuencia de las lluvias (Hochmuth, 1995).**

### **Cosechas Tempranas**

**El suelo acolchado proporciona a la planta mejores condiciones para su desarrollo que se traduce en adelanto de la cosecha, y por consiguiente en mejores beneficios económicos debido a que los productos salen al mercado antes de que éste se sature, la anticipación puede ser desde 3 hasta 28 días.**

**El crecimiento vegetativo de las plantas puede ser favorecido significativamente por las altas temperaturas, lo que implica una rápida y potencial producción de flores conduciendo a un pronto inicio de cosecha, Flores (1996) reporta una precocidad de 7 días en los tratamientos acolchados en comparación con los tratamientos sin cubierta en cultivo de chile Anaheim con acolchado coloreado, en cambio, Conde (1998) y Damián (1999) reporta una anticipación a cosecha de 2 días, ambos trabajaron con pimiento morrón con acolchado y cubiertas flotantes.**

### **Altos Rendimientos**

**Los incrementos en los rendimientos se pueden observar cuando se utiliza el acolchado plástico en plantaciones tempranas o para acelerar el grado de desarrollo de los cultivos, estos incrementos pueden ser desde el 20 hasta el 200% dependiendo del cultivo (Ibarra y Rodríguez, 1991). Con el uso del acolchado plástico, también obtiene un incremento en la calidad de la fruta, lo cual permite tener un mejor precio en el mercado. Se reducen los costos, ya que la aplicación de fertilizantes y agroquímicos es menor al aplicarlo mediante el sistema de riego por goteo. Se disminuyen los costos para el control de plagas ya que con acolchados plásticos se reduce entre un 15 y un 20% las aplicaciones en comparación con un sistema convencional.**

### **Cubiertas Flotantes**

**Las cubiertas flotantes consisten en la aplicación de alguna membrana que represente una barrera física que no permita que los insectos transmisores de virus lleguen a las plantas y las contagien. Con su utilización se reduce tan considerablemente el uso de pesticidas que el costo de la cubierta se paga con el ahorro en agroquímicos, siendo lo más interesante que con un buen manejo al momento de la remoción de la cubierta, ésta puede volver a utilizarse en un segundo y en algunos casos hasta un tercer ciclo. En las diversas regiones donde se producen hortalizas en México se ha demostrado que el uso de la tecnología es indispensable para lograr ser eficientes en la**



**producción y lograr competir en calidad en los mercados de exportación.**

**Dentro del dinamismo que existe en la evolución de la tecnología han surgido materiales con características de formulación polimérica que producen ventajas sobre los productos anteriormente usados (papel). Actualmente se utilizan materiales como el polietileno transparente perforado o ranurado, polipropileno o fibras de poliéster no tejido.**

**Entre los cultivos que mejor se han adaptado a este sistema están la calabacita, melón, pepino, tomate, chícharo, ejote y chiles dulces ó pimientos (Castaños, 1993). Antes de la instalación de una cubierta, se deben realizar bien las labores de preparación ya que una vez instalada no se mueven hasta que sea tiempo de su remoción. El tiempo que permanece la cubierta es desde el momento de la siembra hasta el inicio de la floración para el caso de las cucurbitáceas, pero en el de las leguminosas o solanáceas se pueden dejar las cubiertas por más tiempo porque sus flores son hermafroditas y se polinizan solas.**

### **Efectos y Beneficios de las Cubiertas Flotantes**

**Los factores ambientales que se ven impactados por el uso de las cubiertas flotantes son: luz, temperatura del aire y del suelo, humedad relativa y movimiento del aire. Los efectos más estudiados han sido luz y temperatura, mientras que las**

**investigaciones sobre humedad y movimiento del aire bajo las cubiertas han sido en parte descuidadas en las investigaciones.**

### **Temperatura Ambiental**

**Todas las cubiertas producen un incremento en la temperatura del aire, siendo el plástico ranurado y polipropileno los materiales más efectivos, ya que cerca del 70% de la radiación térmica, más de 4, 000 nm es transmitida a través del polietileno, por lo que estas cubiertas son relativamente ineficientes para mantener las temperaturas en la noche sobre el ambiente Dubois (1978). Una de las funciones primordiales de las cubiertas flotantes es la de proveer protección contra heladas ya que debido a su formulación y construcción proporciona una ganancia de hasta de 5 °C, con esto se puede lograr el crecimiento del cultivo durante los periodos de temperaturas bajas en el ambiente, aunque en algunos casos de baja humedad debajo de las cubiertas es probable que se produzca una inversión térmica (Chávez, 1990).**

**Las cubiertas se utilizan para controlar el riesgo de heladas e incrementar la temperatura durante la noche y que el incremento logrado en el día no impida el crecimiento y fructificación de los cultivos ya que existen cucurbitáceas como melón y sandía que toleran temperaturas arriba de 30 °C, en cambio, en tomate y pimiento el follaje puede tolerar altas temperaturas, pero el fruto es dañado a temperaturas**

**por encima de los 30 °C, por lo que en muchos cultivos se protegen con cubiertas flotantes para ver su respuesta a esta práctica (Wells y Loy, 1985).**

**Wolfe y colaboradores (1989) mencionan que las cubiertas deben de estar alrededor de 2 a 3 semanas en el cultivo ya que la acumulación diaria de unidades calor adicionales contribuye a estimular el crecimiento del cultivo, sin embargo la temperatura dentro de las cubiertas aumenta considerablemente cuando las temperaturas ambientales exceden de 30 °C y las flores de las solanáceas son sensibles a estas temperaturas mientras que las cucurbitáceas son las más tolerantes.**

### **Protección contra el Viento**

**En zonas desérticas o en las costas, el viento siempre ha sido un gran problema para los cultivos, mismo que puede resolverse con las cubiertas flotantes ya que las plantas se protegen del golpeteo del viento, tierra y de la desecación (White, 1987). Cuando las cubiertas se soportan con arcos, se evita el daño que el golpeteo de las cubiertas pueda causar en los puntos de crecimiento tiernos de la planta, además de ser una protección para los trasplantes jóvenes en zonas bajo condiciones extremadamente ventosas (Purser, 1993).**

**En un cultivo de pepino establecido bajo cubiertas flotantes no tejidas se encontró que el crecimiento del cultivo se incrementó debido a la reducción de la**

**velocidad del viento bajo las cubiertas, ya que cuando éstas se soportan en arcos a manera de microtúneles, protegen mas a las plantas que cuando se colocan directamente sobre el cultivo, ya que pueden dañar los puntos de crecimiento tierno de las plantas bajo condiciones extremadamente ventosas (Wells y Loy, 1985).**

### **Protección contra la Lluvia**

**Las cubiertas soportadas con aros protegen a las plantas del golpeteo directo de las gotas de lluvia y debido a que el poliéster y el polipropileno no absorben agua, estas cubiertas no llegan a ser excesivamente pesadas durante las lluvias y riegos por lo que no dañan las plantas, aun cuando la cubierta sea tendida directamente sobre las plantas. Aún cuando el agua penetre las cubiertas, las gotas no caen directamente sobre las plantas, ni con la misma fuerza. (Wells y Loy, 1993).**

### **Protección Contra Insectos**

**La protección contra insectos que proporcionan las cubiertas flotantes sobre los cultivos previenen los daños de insectos a los frutos, en el cultivo y lo guardan virtualmente libre de insectos, sin embargo, es necesario que las cubiertas sean removidas al inicio de**

**la floración para que se efectúe la polinización (White, 1987 y Duchesne, 1990).**

### **Asociación de Técnicas**

**Loy y Wells (1982) indican que con el uso del acolchado de suelo asociado con las cubiertas flotantes se aportan beneficios extras, ya que la aditividad de ambas técnicas y los beneficios que ellas proporcionan se repercute en la disminución en la incidencia de malezas, insectos e incrementos en los rendimientos y la calidad del cultivo.**

**Por su parte, Purser (1993) menciona que en las investigaciones y ensayos demostrativos se ha encontrado que con el uso del acolchado plástico y cubiertas se logra una anticipación a cosecha de 7 a 21 días en comparación con los suelos desnudos. Además de que los rendimientos pueden ser de 2 a 5 veces mayor en los cultivos que se conducen con acolchados de suelos y cubiertas flotantes, los experimentos en campo para la producción de pepino se han incrementado en casi 8 veces sobre el rendimiento en las plantaciones de suelo desnudo. En tanto que White (1987) cita que muchas de las cucurbitáceas han mostrado rendimientos totales con incrementos mayores al 25% durante el ciclo de la planta con acolchado más cubiertas flotantes, mientras que en otros cultivos no han mostrado incrementos en los rendimientos totales, pero si han mostrado mayor precocidad con acolchado. Esta adición de técnicas también permite un mayor desarrollo para la producción de vegetales ya que los**

**frutos son más limpios y hay más uniformidad en la forma y tamaño.**

### **Trabajos Realizados con Acolchados y Cubiertas Flotantes**

**Para observar los efectos del acolchado y las cubiertas sobre los parámetros de crecimiento de pimiento cv. Cubanelle, Goyal y colaboradores (1984) evaluaron como tratamientos los plásticos transparente, blanco, negro, plateado además de un tratamiento con cubierta y uno sin cubierta, regados por goteo durante el verano, encontrando que el plástico transparente tuvo los valores más bajos en la altura de la planta y en el peso de los frutos. Los tratamientos con acolchado blanco, negro y plateado incrementaron el rendimiento de pimiento en 28, 46, y 132% respectivamente, al compararlo con el tratamiento sin cubierta plástica, además; aceleraron la floración y el cuajado de frutos. La relación entre la altura de las plantas y el peso fresco de los pimientos y los parámetros de crecimiento contra la absorción de nutrimentos fue lineal y el coeficiente de correlación varió de 0.90 a 0.99.**

**Al trabajar con películas de PVC fotoselectivas y PE negro en pimiento morrón, Lara (1993) encontró que el diámetro de tallo se incrementó en un 40% con respecto a las plantas desarrolladas bajo suelo desnudo, siendo su mejor tratamiento tanto en rendimiento como en las demás variables evaluadas el acolchado con películas plásticas de color negro.**

**Al utilizar el acolchado negro y densidades de siembra de 1.4, 1.9, 2.8, 5.6 y 11.1 plantas/m<sup>2</sup> Jollife y Gaye (1995) encontraron que con el acolchado y densidades altas de población se incrementó significativamente el rendimiento total, también ocurrió un efecto significativo de tratamientos sobre el crecimiento, pero no fue significativa la interacción entre acolchado y densidades de población. Para los componentes de rendimiento los efectos del acolchado contribuyeron significativamente sobre la variación de rendimiento, siendo el número de nudos el componente más importante del rendimiento, tanto que influyó en los demás componentes que mostraron alta respuesta a la densidad de población.**

**Purser (1993) al utilizar el acolchado mas cubiertas flotantes a manera de pequeños túneles para producir hortalizas en Alaska, en zonas cuya temperatura promedio anual es de 2 °C y la temperatura promedio del mes de julio es de 14 °C, teniendo durante todo el año 113 días sin heladas encontró que con el uso del acolchado con cubiertas flotantes permiten, a pesar de todas esas inclemencias, aumentar la temperatura promedio del suelo en verano en 8 °C, a 10 cm de profundidad, adelantar las cosechas entre 7 y 21 días e incrementar de 2 a 5 veces los rendimientos de las hortalizas de verano y finalmente permite obtener cosechas de pepinos, calabacines, calabazas y otras cucurbitáceas. Por su parte, Reiners y Nitzche, (1993) menciona que además de todos estos beneficios también se pueden**

**obtener cosechas fuera de temporada, sin daños por infecciones de plagas o bien infecciones de enfermedades, logrando un control más eficaz del mismo.**

### **Factores que Afectan la Fisiología de las Plantas**

**El comportamiento de las plantas está principalmente expresado por sus patrones de crecimiento y desarrollo, procesos que son controlados por integración bioquímica y fisiológica (Bidwell, 1990). La respuesta fisiológica de las plantas es dependiente de factores ambientales del suelo y de la atmósfera, mismos que influirán en los procesos fisiológicos de los cultivos como son la absorción de agua (transpiración y transporte de nutrimentos); balance hídrico (hidratación, deshidratación de tejido, conductividad estomática); difusión de CO<sub>2</sub> (tasa fotosintética, producción y traslocación de carbohidratos) (Lira, 1994).**

### **Fotosíntesis**

**La fotosíntesis es la absorción de energía lumínica proveniente del sol y su conversión en potencial químico estable, por la síntesis de compuestos orgánicos y puede considerarse como un proceso de tres fases:**

1. Absorción de la luz y retención de energía lumínica,



2. Conversión de energía lumínica en potencial químico,
3. Estabilización y almacenaje del potencial químico

**La mayor importancia de la fotosíntesis es su papel en la producción de alimento y oxígeno por lo que con frecuencia se estudia en función de sus productos finales. La fotosíntesis consiste por lo menos de dos secuencias de reacciones, una no química que requiere de la luz por lo que se le ha llamado reacción lumínica y la otra química, enzimática, que requiere  $\text{CO}_2$  y no necesita de luz, llamada reacción oscura o reacción de Blackman (Bidwell, 1990).**

**En todas las células que realizan la fotosíntesis, la energía de la radiación solar es absorbida por pigmentos sensibles a la luz y 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  $\text{CO}_2$ .**

**La fotosíntesis ocurre en plantas verdes con buenas condiciones de sanidad, para la cual se necesita de amplia cantidad de  $\text{CO}_2$ ; agua del suelo o vapor de agua atmosférico y luz en cierta longitud de onda. La reacción fotosintética que se realiza en los cloroplastos es fuertemente endotérmica, ya que requiere energía lumínica para llevarse a cabo.**

**La fotosíntesis se lleva a cabo en los cloroplastos que son los plastidios más frecuentes y los de mayor importancia biológica puesto que mediante la fotosíntesis producen gran parte de la energía química, en las hojas, cada célula contiene un número considerable de cloroplastos cuya distribución y orientación varían de acuerdo con la energía luminosa, el componente principal de los cloroplastos es un pigmento verde llamado clorofila, pero además también contiene proteínas y lípidos (de Robertis, *et al.* 1977).**

**El pigmento más conocido por su capacidad de absorber la luz es la clorofila, que en realidad es un grupo de pigmentos interrelacionados, es la substancia responsable de la absorción lumínica en la fotosíntesis, ésta es capaz de absorber la luz roja y la azul, pero no la verde. Se conoce que hay otros pigmentos en las plantas de diversos colores como las xantofilas y carotenos, con los cuales se han realizado muchos experimentos para saber si participan en la fotosíntesis; algunos se encuentran solo en ciertos grupos de plantas, como la protoclorofila, bacterioclorofila, ficocianina, etc., en tanto que otros tienen una distribución universal como la clorofila a y carotenoides (Bidwell, 1990).**

**Desde el punto de vista de eficiencia fotosintética, las hortalizas pertenecen a la cadena C<sub>3</sub>, en la que existe solo un mecanismo de fijación de CO<sub>2</sub> y de competencia entre diversos ácidos por la utilización del O<sub>2</sub>. Está caracterizado porque el CO<sub>2</sub> atmosférico entra directamente al ciclo del Calvin-Benson,**

**formando como primer compuesto estable el ácido 3-fosfoglicérido, condición que se traduce en una baja elaboración de carbohidratos, que conlleva a una menor capacidad productiva. En la práctica, esta deficiencia se compensa por las condiciones climáticas favorables en las que se desarrollan generalmente estos cultivos, dando como resultado, una adecuada intensidad de radiación y una buena velocidad de intercambio de CO<sub>2</sub> (Castaños, 1993).**

### **Factores Ambientales que Afectan la Actividad Fotosintética**

**La fotosíntesis, al igual que otros procesos fisiológicos se ve influida por distintos factores tanto externos como internos. Los factores ambientales más importantes son: Concentración de O<sub>2</sub> y de CO<sub>2</sub> del medio, luz, temperatura, suministro de nutrimentos, etc. Entre los factores internos más importantes se encuentra el contenido de agua de las hojas y apertura estomática, contenido de clorofila de las hojas, edad de la planta.**

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

**El CO<sub>2</sub> es la fuente de carbono a partir del cual se sintetizan otros compuestos mediante la utilización de la energía solar. La concentración de CO<sub>2</sub> en el aire alrededor de las hojas afecta marcadamente a la fotosíntesis. En atmósfera, el contenido promedio de CO<sub>2</sub> es de 0.03 % y 21% de O<sub>2</sub>. Los fisiólogos han encontrado que al incrementar la concentración de CO<sub>2</sub>**

**a 0.10% en un sistema cerrado (como en un invernadero sellado o una cámara de plástico acrílico) se duplica la tasa fotosintética de algunos cultivos como trigo, arroz, soya, algunos vegetales y frutales. En un día caliente y soleado, después de un periodo lluvioso y sin movimiento de aire, algunas plantas crecen tan rápido que se limita la disponibilidad de  $\text{CO}_2$  en la superficie de las hojas. Conforme se reduce la concentración de  $\text{CO}_2$  desciende la tasa fotosintética hasta que iguala exactamente a la tasa de fotorrespiración, en las plantas  $\text{C}_3$ , esto ocurre a concentraciones de 50 ppm de  $\text{CO}_2$ , denominado punto de compensación de  $\text{CO}_2$ , en tanto que para las plantas  $\text{C}_4$ , que no liberan  $\text{CO}_2$  en la fotorrespiración es muy bajo, de 2 a 5 ppm de  $\text{CO}_2$ .**

**Todas las plantas hasta ahora estudiadas han dado un mejor rendimiento cuando la concentración de  $\text{CO}_2$  se incrementa por encima del nivel que se encuentra presente en la atmósfera. La fotosíntesis se encuentra estrechamente relacionada con los procesos metabólicos en los que intervienen los gases atmosféricos, de tal manera que al tiempo que la fotosíntesis consume  $\text{CO}_2$  y libera  $\text{O}_2$ , la fotorrespiración y la respiración mitocondrial consumen  $\text{O}_2$  y liberan  $\text{CO}_2$  (De la Rosa, 1997).**

**Con luz brillante, mucho  $\text{O}_2$  causa un daño irreversible al sistema fotosintético debido probablemente a la oxidación de pigmentos. Todas las concentraciones de  $\text{O}_2$  inhiben la fotosíntesis de las plantas  $\text{C}_3$  de manera competitiva y reversible, pero**

**concentraciones de 80% o más de O<sub>2</sub> producen una inhibición irreversible. Las plantas C<sub>4</sub> no liberan CO<sub>2</sub> en la fotorrespiración y su fotosíntesis no es afectada por el O<sub>2</sub> sino hasta que alcanza concentraciones muy elevadas (Bidwell, 1990).**

### **Luz**

**Si la fotosíntesis depende de la luz, es de esperarse que su intensidad afecta directamente la tasa de fotosíntesis. Dado que la radiación intensa, asociada a altas temperaturas provoca una pérdida de agua, la luz es el factor limitante ya que la absorción de CO<sub>2</sub> disminuye como resultado del cierre parcial del estoma. La luz hace que los estomas se abran, permitiendo la entrada de CO<sub>2</sub> y capacitando a la hoja para la fotosíntesis (Bidwell, 1990).**

**Al aumentar la intensidad de luz, ocurre un incremento en la velocidad de la fotosíntesis, y ésta se satura bruscamente a la intensidad en que las reacciones oscuras se tornan limitantes (Alexander, 1992). Por encima de cierta intensidad de luz no hay incremento en el flujo neto del CO<sub>2</sub>, llamándosele a este valor el punto de saturación de luz. La actividad fotosintética es directamente proporcional a la relación del día. Las hojas fotosintetizarán en la medida en que reciban la luz y crecerán más activamente (De la Rosa, 1997).**

**El color de la luz visible es una propiedad de longitud de onda, por el cual el nivel de energía de diferentes colores de luz puede ser visible. La planta**

**debe absorber luz para mantener en funciones la maquinaria fotosintética. La fotosíntesis ocurre en los cloroplastos, ubicados en hojas y tallos verdes; contienen pigmentos capaces de interceptar la luz y convertir la energía electromagnética en química, necesaria para realizar la fotosíntesis. Los pigmentos, clorofila A, clorofila B y algunos carotenoides, son irradiados con luz que contienen todas las longitudes de onda de luz visible, absorbe la mayor parte de las porciones rojo y azul del espectro y reflejan la porción verde. La calidad de la luz es particularmente importante cuando las plantas se desarrollan en invernaderos bajo condiciones de luz artificial.**

**Se define como la brillantez en forma de energía radiante; se mide en watts, calorías, luxes o bujías-pie. La intensidad de la luz afecta el crecimiento de las plantas, porque altera la tasa de actividad fotosintética. Varía con los diferentes tipos de plantas. Algunas especies requieren altas intensidades para crecer bien, por ejemplo, maíz, papa, caña de azúcar, y la mayoría de los pastos y algunos árboles frutales. Otras especies crecen bien bajo intensidades moderadas de luz, algunas de ellas son flores, como los crisantemos.**

**La intensidad de la luz afecta el tamaño y forma de las hojas diferencialmente. Generalmente las hojas de la planta crecerán más a bajas intensidades de la luz (10 000 lux ) que aquellas bajo intensidades más altas (50,000 lux). Las plantas que crecen en altas**

**intensidades de luz serán más gruesas que aquellas a bajas intensidades.**

### **Temperatura**

**El efecto de la temperatura es diferente para cada especie; las plantas tropicales requieren una mayor temperatura para alcanzar la máxima tasa de fotosíntesis, que las de regiones frías. Temperaturas mayores a los 40 °C afecta la tasa fotosintética de la mayoría de las plantas no adaptadas, debido a que la tasa de transpiración supera la tasa de absorción de agua, con lo que reduce el potencial hídrico interno y disminuye la presión de turgencia de las células guarda, cerrándose el estoma para evitar la deshidratación del tejido de las plantas. Una tasa fotosintética reducida, junto con el incremento en la tasa de respiración a altas temperaturas, disminuye el contenido de azúcares de los frutos; el melón y la mayoría de los frutales.**

**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. Las altas temperaturas limitan la absorción de CO<sub>2</sub> al actuar sobre los procesos dependientes de la apertura de los estomas (Díaz, 1988).**

**La velocidad de la fotosíntesis aumenta al incrementarse la temperatura, pero al exceder los 40 °C, ésta desciende rápidamente ocurriendo una**

**desnaturalización de las enzimas, lo que lleva a una disminución en la fotosíntesis. La desorganización fisiológica ocasionada por las altas temperaturas es debido al desajuste ocurrido entre la fotosíntesis y la respiración, originando abortos en hojas y frutos en formación (Castaños, 1993).**

### **Disponibilidad de Agua**

**Cuando disminuye la disponibilidad de agua en la planta, se restringe el intercambio de  $\text{CO}_2$  y  $\text{O}_2$  resultando una reducción en la tasa fotosintética. La pérdida de agua inhibe los procesos fotosintéticos, las reacciones primarias de transporte de electrones y los eventos bioquímicos como la actividad enzimática en las reacciones secundarias (Lira, 1994).**

**La deficiencia del agua en el suelo afecta la fisiología y rendimiento de las plantas a través del potencial hídrico de las hojas, como la fotosíntesis es sensible al estrés hídrico, los estomas se cierran cuando la planta no absorbe agua y por lo tanto no hay absorción de  $\text{CO}_2$ , expresándose en la planta como marchitez, flacidez del tallo y hojas. La cantidad de agua utilizada en las reacciones de fotosíntesis es escasa comparada con la transpirada o almacenada en las plantas.**

**La condición hídrica de la planta influye severamente en el crecimiento de la planta, particularmente a través de sus efectos en la expansión de las hojas y la raíz. La tasa de fotosíntesis**



**de un cultivo disminuye con la escasez del agua debido al cierre de los estomas. Para mantener la turgencia de la planta y la transpiración del cultivo, debe existir el sostenimiento de la absorción del agua y asimilación de los nutrimentos por medio de las raíces. Por otro lado la humedad excesiva en el suelo crea condiciones anaerobias (con deficiencia de oxígeno) alrededor de las raíces, reduciendo su respiración y limitando la fotosíntesis en las hojas.**

**Se transplantaron en cubetas con suelo mojado, para estudiar la relación del agua, fotosíntesis y asimilación en hojas de pimiento, el suelo no se mojó durante 48 horas, la temperatura diurna fue de 30 °C y la nocturna de 25 °C, el potencial de agua en la hoja se redujo de -0.5 a casi -2.0 Mpa. Esta disminución ocasionó la pérdida de turgencia de la hoja. A tan bajo potencial de agua, la fotosíntesis de la hoja fue inhibida completamente. El potencial de agua en la hoja se controló 24 horas después del riego pero la tasa fotosintética de las plantas estresadas no se recuperó completamente y tuvo una disminución durante el estrés. La traslocación de C asimilable, siguiendo la alimentación de CO<sub>2</sub>, fue inhibido en los transplantes estresados.**

### **Edad de la Planta**

**La fotosíntesis no ocurre de manera similar durante el ciclo de vida de una planta. El desarrollo inicial de un cultivo se caracteriza por presentar altas tasas fotosintéticas, dando lugar a un crecimiento**

**acelerado. La fotosíntesis es un factor limitante en la producción de los cultivos, y su eficiencia depende de la edad de la hoja y del genotipo de la planta, así como de la demanda de asimilados en la floración y el efecto del medio ambiente.**

**A medida que las hojas crecen, su capacidad para fotosintetizar se incrementa hasta que se desarrolla por completo; entonces esta capacidad empieza a disminuir con lentitud. Las hojas viejas, senescentes, terminan por tornarse amarillas e incapaces de fotosintetizar a causa de la degradación de la clorofila y la pérdida de cloroplastos funcionales.**

### **Respiración**

**El proceso primario de la respiración es la movilización de compuestos orgánicos y su oxidación controlada para liberar energía para el mantenimiento y desarrollo de la planta (Bidwell, 1990). Por su parte, Salisbury (1994) y Lira (1994) citan que la respiración es mucho más que un intercambio de gases y lo definen como la oxidación de sustancias orgánicas en el interior de las mitocondrias que están presentes en todas las células vivas, este proceso está acompañado por la liberación de energía. El número de mitocondrias en una célula varía según su actividad o la demanda de la energía de la célula. La parte de las enzimas que intervienen en la respiración celular o en la liberación de energía, están concentradas adentro y alrededor de la mitocondria, ocurriendo ahí la mayor parte de las reacciones involucradas con la respiración. En el**

**proceso global es un oxi-reducción en la que algunos compuestos se oxidan a  $\text{CO}_2$  y el  $\text{O}_2$  que se absorbe se reduce para formar  $\text{H}_2\text{O}$ . El almidón, fructanos, sacarosa u otros azúcares, grasas ácidos orgánicos, y en ciertas condiciones, proteínas, pueden servir como sustratos respiratorios.**

**Se ha encontrado que en la mayoría de las plantas, la respiración es más rápida en la luz que en la oscuridad, por lo que las tasas de respiración por luz se han denominado fotorrespiración. Cierta parte de la respiración, llamada respiración oscura, es independiente de la luz y ocurre a la misma velocidad tanto en luz como en oscuridad. Se ha demostrado que la respiración oscura además de no requerir luz, tampoco depende de la concentración de  $\text{O}_2$ , realizándose casi a la misma velocidad en concentraciones bajas de  $\text{O}_2$  (2%) como en la concentración ambiental (20%), en cambio la tasa de fotorrespiración se incrementa a medida que la concentración de  $\text{O}_2$  se incrementa (de 2 a 20%). El proceso de fotorrespiración involucra el consumo de  $\text{O}_2$  y la liberación de  $\text{CO}_2$  en la luz, por lo que se considera como una respiración facilitada por la luz (Whittingham, 1976).**

**Generalmente se considera que la respiración principia con la glucosa que forma parte de la sacarosa y el almidón. La molécula de glucosa se desdobla gradualmente en tres etapas distintas: La glucólisis, el Ciclo de Krebs y el Sistema Transportador de Electrones.**

## **Factores que Afectan la Respiración.**

**La fisiología de la respiración es afectada por su relación con los otros procesos metabólicos, los requerimientos generales respecto al crecimiento y desarrollo, la disponibilidad de substratos apropiados y la situación física y fisiológica de la planta. Entre los principales factores que afectan la respiración se encuentran la edad y tipo de tejido, temperatura, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, sales, heridas y estímulos mecánicos (Bidwell, 1990).**

### **Edad y Tipo de Tejido**

**Los tejidos jóvenes respiran más intensamente que los viejos, los tejidos en desarrollo respiran más que los maduros y los que efectúan otras actividades metabólicas como la absorción de sales o agua respiran más que los tejidos que están en descanso. Por ejemplo, la tasa respiratoria de las plántulas generalmente asciende rápidamente durante la germinación hasta una máxima durante un periodo de mayor crecimiento y luego cae conforme maduran los tejidos formados inicialmente.**

**Cuando se mide la velocidad de respiración de un órgano (hoja), esta sigue una curva característica. La respiración alcanza un nivel alto cuando la hoja se expande y llega a su estado estable cuando la hoja está madurando. Existe un periodo corto de tiempo sobre el cual hay un incremento ligero de la actividad**

**respiratoria a un nuevo nivel, que señala la senescencia y muerte de la hoja. En este periodo las proteínas comienzan a romperse y forman un sustrato de la respiración.**

### **Temperatura**

**La respiración, al igual que otros procesos enzimáticos, es sensible a los cambios de temperatura, ya que las reacciones de la respiración están reguladas por enzimas y los límites dentro de los cuales pueden tener lugar son muy estrechos.**

**A temperaturas cercanas a 0 °C la intensidad de la respiración se hace muy baja y va incrementando a medida que la temperatura aumenta. Con incrementos de temperatura hasta los 40 °C, la tasa de respiración en realidad disminuye, en especial si las plantas se mantienen en tales condiciones durante largos periodos. Al parecer las enzimas que se requieren empiezan a desnaturalizarse con rapidez a temperaturas elevadas, impidiendo aumentos en la actividad metabólica que de otra manera podrían presentarse.**

**La mayoría de las plantas crecen al máximo si las temperaturas nocturnas son 5 °C más bajas que las del día, en que las temperaturas altas favorecen la fotosíntesis, produciendo más azúcares para crecimiento y almacenamiento. Las temperaturas más bajas durante la noche reducen la tasa de respiración, permitiendo el mayor crecimiento de la planta y el**

**almacenamiento de fotosintatos producidos durante el día.**

### **Disponibilidad de Oxígeno**

**El aporte de  $O_2$  también influye en la respiración, pero la magnitud de la influencia difiere mucho entre especies vegetales y aún entre órganos de la misma planta. La velocidad con que penetra el  $O_2$  en hojas, tallos, y raíces casi siempre es suficiente para mantener niveles normales de  $O_2$  en la mitocondria, sobre todo debido a que la enzima citocromo oxidasa tiene una afinidad tan elevada por el oxígeno que es capaz de trabajar aun cuando la concentración de  $O_2$  a su alrededor sería de sólo 0.05% la del aire. (Drew, 1979).**

**El oxígeno es un ingrediente esencial en la respiración. Con todos los demás factores constantes y no limitantes, la tasa de respiración decrece en la medida que la concentración de  $O_2$  se reduce; al ocurrir esto, por el incremento de la concentración de  $CO_2$  o nitrógeno, se pueden almacenar ciertos frutos y vegetales. Esta manera de modificar la atmósfera de los cuartos fríos de almacenamiento reduce muy significativamente la respiración de los productos vegetales.**

### **Concentración de $CO_2$**

**Se esperaría que el  $CO_2$  como producto final de la reacción inhibiera la respiración en altas**

**concentraciones, pero esto ocurre solo en concentraciones que sobrepasan en gran medida a las concentraciones encontradas normalmente en el aire. Los mecanismos de esto aún no están muy claros, sin embargo, se ha planteado que pudiera deberse más bien a un efecto indirecto.**

**El CO<sub>2</sub> tiene un fuerte efecto sobre los estomas. Las altas concentraciones de CO<sub>2</sub> generalmente causan el cierre de los estomas y el efecto inhibitorio que se ha observado en la respiración de la hoja puede deberse a este efecto.**

### **Sales**

**Cuando las raíces absorben sales, la tasa de respiración aumenta y se ha ligado este aumento al hecho de que la energía se gasta en absorber sales o iones y este requerimiento se enfrenta aumentando la respiración, por lo que a este fenómeno se le llama respiración salina (Bidwell, 1990).**

### **Heridas y Estímulos Mecánicos**

**La estimulación mecánica de los tejidos de la hoja causa un aumento en la respiración por un tiempo corto. Esto es debido a que la rápida oxidación de los compuestos fenólicos que tiene lugar cuando la organización que mantiene a estos substratos separados se rompe. Otra razón son los procesos normales de glicólisis y catabolismo oxidativo que aumentan conforma la disrupción de la célula causa**

**una mayor accesabilidad de los substratos a la maquinaria enzimática de la respiración y por último la consecuencia general de la herida es la reversión de ciertas células al estado meristemático, seguido por la formación de callo y la curación o reparación de la herida.**

### **Intensidad de Luz**

**Las plantas que crecen en menores intensidades de luz tienen menores tasas de respiración. La baja luminosidad reduce la tasa de fotosíntesis, que provoca una reducción en la cantidad de fotosintatos disponibles para la respiración.**

### **Disponibilidad del Sustrato**

**La respiración depende de la presencia de un sustrato disponible; las plantas privadas de recursos y que tienen reservas bajas de almidón, fructanos o azúcar, respiran a tasas bajas. Las plantas con deficiencia de azúcares muchas veces respiran con mayor rapidez cuando se les proporcionan tales azúcares. Las tasas respiratorias de las hojas son mucho mayor justo después de que se pone el sol, cuando los niveles de azúcar son altos, que cuando sale el sol, cuando dichos niveles son bajos. A medida que las hojas se tornan marchitas y amarillas, se degrada la mayor parte de la proteína y otros compuestos nitrogenados que hay en los cloroplastos.**

### **Transpiración**



**La pérdida de agua es inevitable en órganos fotosintéticos pero su regulación es esencial para el bienestar de toda la planta. La mayor parte del agua que pierde la planta se evapora de las superficies foliares por el proceso de la transpiración, la cual consiste en la evaporación del agua de las superficies celulares y su pérdida a través de las estructuras anatómicas de la planta como son los estomas, lenticelas y cutícula (Bidwell, 1990).**

**La transpiración es afectada por la apertura estomática, por lo cual, las condiciones que influyen sobre la apertura estomática también afectan la transpiración, especialmente cuando los estomas están casi cerrados. El contenido de agua de la planta afecta la transpiración indirectamente cuando influye sobre la apertura estomática y directamente cuando afecta el gradiente de concentración de vapor desde las superficies celulares de la hoja al aire (Salisbury, 1994).**

**La velocidad de transpiración es más baja por la noche, en que los estomas suelen estar cerrados y la temperatura más baja reduce la velocidad de evaporación de agua de las células del mesófilo. Los estomas son una vía eficaz para la difusión de vapor de agua,  $O_2$  y  $CO_2$ .**

**La deshidratación severa reduce la evaporación desde las paredes al interior de los espacios intercelulares. El contenido de humedad el aire (H.R.)**

**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.**

**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 desde las superficies húmedas en el mesófilo y en el parénquima. Mientras más delgada sea la capa límite, más se acentúa el gradiente de presión de vapor y por lo tanto es más rápida la transpiración.**

**La transpiración es un determinante primario del balance de energía de la hoja y el estado hídrico de la planta y junto con el intercambio de  $\text{CO}_2$  determina el uso eficiente del agua. Las mediciones de transpiración y los cálculos de la conductancia de las hojas al vapor de agua son importantes en casi todas las investigaciones de la relación agua-planta. El enlace entre la captación de  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$  por los estomas, ha permitido la separación del estoma y de las limitaciones bioquímicas para la fotosíntesis a través de cálculo de concentraciones de  $\text{CO}_2$  intracelular (Alexander, 1992).**

### **Control de la Transpiración**

**Este control se consigue principalmente a través del control estomático, sin embargo también existen modificaciones anatómicas y de conducción limitantes de la transpiración tales como la reducción del tamaño de la hoja, estomas hundidos, disminución y tamaño de los estomas, así como la presencia de pelos epidérmicos. Los mecanismos que abaten la transpiración bajo condiciones de estrés de agua incluyen la caída de la hoja, arrollamiento o rizado de las hojas.**

### **Necesidad de la Transpiración**

**La transpiración debe ocurrir en organismos que dependen del intercambio de gases y de la incidencia energética para su nutrición principal. El flujo de agua a través de la planta, causado por la transpiración, suministra un sistema transportador de minerales desde el suelo. La constante remoción de agua del suelo moviliza nutrimentos y los transporta hacia las raíces, capacitando a la planta para horadar un gran volumen de suelo sin necesidad de un crecimiento radial completo.**

**La transpiración es el eficaz enfriamiento de la hoja. El calor de la evaporación del agua es próximo a las 600 cal/g; esta magnitud de pérdida calórica ayuda a mantener temperaturas fisiológicamente eficientes en plena luz solar. La pérdida de temperatura por radiación y convección parece más eficiente para mantener las hojas frescas, excepto bajo condiciones especiales. La transpiración es necesaria para el**

**crecimiento normal de las plantas; al 100 % de humedad relativa algunas parecen desarrollarse con lentitud, mientras que otras sobreviven en tales condiciones. La transpiración aun se produce aún en el aire saturado, por lo que la temperatura foliar ante la luz solar es usualmente algo mayor que la temperatura del aire circundante (Bidwell, 1990).**

### **Los Estomas**

**Los componentes morfofisiológicos que regulan en parte la transpiración de las plantas se encuentran en las hojas. En la parte inferior de la hoja se encuentran numerosos estomas que regulan tanto la pérdida de agua en forma de vapor como la entrada de CO<sub>2</sub> para la fotosíntesis. La cutícula se encuentra sobre la epidermis, es una capa delgada de cera secretada por la misma epidermis que ayuda a proteger la planta de la deshidratación y de algunos patógenos.**

**La apertura de los estomas se debe a que las células guarda se hinchan cuando entra agua a su interior. Se considera que los cambios en potencial osmótico provocan que las células guarda se hinchen y se abran; esto explica las siguientes posibilidades: si el potencial osmótico de las células guarda se hace más negativo en relación con las células de los alrededores, entonces el agua se moverá hacia el interior por un proceso osmótico, que causara un incremento en la presión interna de las células guarda. Numerosos estudios indican que su potencial osmótico se hace más negativo cuando los estomas se abren, pero no**

**hay registros de cambios en la elasticidad de las paredes celulares.**

**Los estomas de la mayoría de las plantas se abren al amanecer y se cierran al anochecer, permitiendo la entrada de CO<sub>2</sub> durante el día para el proceso fotosintético. Los estomas se abren completamente en aproximadamente una hora, mientras que se cierran gradualmente en el transcurso de la tarde. Ciertas plantas suculentas, nativas de ambientes áridos y secos (cactus), actúan de manera opuesta: abren sus estomas en la noche, fijan dióxido de carbono en ácidos orgánicos en la oscuridad y cierran sus estomas durante el día. Esta manera de absorber CO<sub>2</sub> a través de los estomas abiertos durante la noche y conservar agua es muy adecuado, debido a la poca o nula transpiración durante el día (Rojas, 1984).**

**Las bajas concentraciones de CO<sub>2</sub> causan que los estomas se abran; por lo tanto, la remoción CO<sub>2</sub> de las células del parénquima y el mesófilo durante la fotosíntesis es la razón principal de que los estomas de la mayoría de las especies se abran con la luz. El potencial total del agua en el tejido de las hojas también ejerce un control sobre la apertura y cierre de los estomas. A medida que el potencial hídrico decrece (y se incrementa la tensión hídrica), el estoma se cierra, predominando este efecto sobre los niveles bajos de CO<sub>2</sub> o sobre la luz brillante; siendo de gran valor para las plantas pues las protege de la sequía. Las altas temperaturas (40 a 45 °C) promueven el cierre estomático; esto puede deberse a la tensión**

**hídrica o al incremento en la respiración, que tienden a aumentar la concentración de CO<sub>2</sub> en el interior de la hoja. En algunas plantas del desierto las altas temperaturas provocan que los estomas se abran en lugar de cerrarse. Los vientos fuertes incrementan la transpiración, que promueve pérdidas de agua por las hojas y que los estomas tienden a cerrarse. Las brisas suaves causan mayor apertura de estomas.**

# **MATERIALES Y MÉTODOS**

## **Descripción del Área Experimental**

### **Localización Geográfica**

**El trabajo fue realizado en el Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA), localizado al Noreste de Saltillo, Coahuila dentro de las coordenadas geográficas 25° 27' latitud Norte y 101° 02' longitud Oeste con una altitud de 1610 msnm.**

### **Clima**

**De acuerdo a la clasificación de Köepen modificado por Enriqueta García (1984) el clima del CIQA es : Seco, con un coeficiente de P/T de 22.9 templado, con verano cálido y temperatura media anual que oscila entre 12 y 18°C; presentando un régimen de lluvia intermedia entre verano e invierno, con precipitación media anual de 320 mm siendo los meses más lluviosos de Julio a Septiembre.**

### **Suelo**

**El tipo de suelo que presenta el sitio experimental es de textura limo-arcillosa, con contenidos de arcilla**

**(42%), limo (45.4%) y arena (12%). Es ligeramente salino, con una conductividad eléctrica de 9.7 milimhos/cm y medianamente alcalino, presentando un pH de 8.1. Se le considera medianamente rico en materia orgánica (2.38%), con contenidos pobres de nitrógeno total y potasio intercambiable, contenidos medianos de fósforo aprovechable y altos contenidos en carbonatos totales. La capacidad de campo es de 28 y el punto de marchitez permanente de 15.22%, con una densidad aparente de 1.25 g/cc. El agua de riego es de clase C<sub>3</sub> S<sub>1</sub>, de calidad media, apta para suelos bien drenados. ( Munguía , 1985)**

### **Diseño Experimental**

**El experimento se estableció bajo un diseño de bloques al azar con 7 tratamientos y 4 repeticiones. El área experimental fue de 724.5 m<sup>2</sup>, con 28 unidades experimentales, cada una de 22.5 m<sup>2</sup>, constituida por tres surcos de 5 m de longitud y una separación entre ellos de 1.5 m, considerándose como parcela útil el surco central con 7.5 m<sup>2</sup>.**

#### **Los tratamientos estudiados fueron los siguientes:**

- 1) Testigo, sin acolchado y sin cubierta (T)
- 2) Acolchado Plástico negro solo (A)
- 3) Acolchado + cubierta flotante color blanco (ACFB)
- 4) Acolchado + cubierta flotante color negro (ACFN)
- 5) Acolchado + cubierta flotante color café (ACFC)
- 6) Acolchado + cubierta flotante color vino (ACFV)



7) Acolchado + cubierta flotante multiperforada transparente (ACFM)

**El procedimiento para la revisión de los resultados fue mediante el análisis de varianza, aplicando un diseño de bloques al azar en el Statical Analysis System (SAS). Se utilizó la prueba de Diferencia Mínima Significativa para los resultados que mostraron significancia estadística a los niveles de probabilidad requeridos.**

## **Establecimiento del Experimento**

### **Preparación del Terreno**

**Antes de establecer el cultivo se preparó el terreno realizándose las siguientes labores: barbecho con arado a 30 cm de profundidad, después de esto se paso doble rastra para desmenuzar los terrones y nivelar el terreno.**

### **Trazo del Experimento**

**Consistió en delimitar primero el ancho y largo del experimento para luego marcarse las camas y los pasillos empleando cinta de medir, estacas de madera e hilo de polipropileno. Las camas se espaciaron a 1.5 m y la distancia entre plantas fue de 0.3 m, se levantaron en forma manual colocando dos hilos a lo largo, para ser utilizados como guías y poder levantar las camas con ayuda del azadón. Posteriormente se fertilizó utilizando la fórmula 200-100-100 de NPK, utilizando como fuentes Poderoso (11-52-0), Nitrato**

**chileno (14-0-40) y Urea (46-0-0), después, en el manejo del cultivo solo se aplicó fertilizante foliar como el Poliquel y el K-fol.**

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

**Para la instalación se utilizó poliducto hidráulico de una pulgada de diámetro en el pasillo central entre las repeticiones II y III como línea principal de distribución de riego, después se colocaron dos líneas, una dirigida a regar los testigos y otra a los tratamientos acolchados. Se colocó una línea de riego con cintilla T-tape, con gasto de 496 lph/100 metros lineales a una presión de operación de 8 psi, al centro de cada una de las camas, conectados a un tubing por medio de conectores tipo omni y de éste a la línea principal, la cintilla se selló en el extremo final. Para el suministro de agua en los tratamientos en estudio se emplearon válvulas de esfera de ½ pulgada.**

### **Material de Acolchado y Cubierta**

**Se utilizó una película plástica para el acolchado de polietileno negro de 37.5 micras (calibre 125) y de 1.2 m de ancho. El acolchado se colocó manualmente el día 30 de Marzo de 1998, anclándose bien con tierra para que no quedara flojo el plástico. Las perforaciones se hicieron al centro de la cama, espaciado a 0.3 m de distancia, utilizándose perforadores manuales de 8 cm de diámetro aproximadamente, mismos que se calentaron previamente para sellar la perforación y evitar así el**

**rasgado de la película en el área circundante a la perforación.**

### **Transplante**

**Se efectuó manualmente, con una distancia entre plantas de 0.3 cm y 1.5 m entre camas el 28 de Abril , antes de colocar la planta, en las oradaciones que se le hicieron al plástico, se perforó el suelo utilizándose una estaca de madera para que el hoyo coincidiera con el cepellón de las plántulas de pimiento.**

### **Colocación y Remoción de las Cubiertas**

**Antes de la instalación de las cubiertas se colocaron de 4 a 5 estacones por cama, aproximadamente a 15 cm de altura de la base se colocó alambre a todo lo largo, así como también en la parte alta del estacón, esta segunda línea de alambre sirvió para sujetar las cubiertas.**

**El material utilizado para la cubierta flotante fue el Agribon 17, es un material que debido a sus características puede colocarse directamente sobre el cultivo, o puede estar soportado sobre estructuras a manera de microtúnel protegiendo al cultivo de condiciones adversas del medio ambiente, insectos y pájaros, dentro las características principales se citan las siguientes: Magnífica resistencia, nula absorción de agua en la cubierta, no es atacada por productos químicos, tiene excelente estabilidad en altas y bajas temperaturas así como una alta permeabilidad al aire y**

**al agua, por lo que también se le puede utilizar en túneles, racimos frutales y en empaque de semillas (Rodríguez, 1994).**

**Después de colorear las cubiertas flotantes, el día 30 de Abril se colocaron en forma manual, sujetándose al suelo con tierra para que no la levantara el aire y en la parte alta al alambre que quedó tensado en los estacones, sujetándose con pinzas para ropa, de manera que las cubiertas quedaron en forma de 2 aguas. Las cubiertas de color blanco tuvieron que removerse 8 días después de ser colocadas, debido a que las plantas sufrieron quemaduras. El resto de las cubiertas se removieron el 1° de Junio, antes de que iniciara la floración, a excepción de la cubierta de color negro que se dejó para comparar los efectos de ésta sobre las plantas durante un mayor periodo de exposición.**

## **Manejo del Cultivo**

### **Riegos**

**Antes del transplante se dio un riego para que al momento de transplantar el suelo estuviera a Capacidad de Campo (CC), utilizándose el sistema de riego por goteo, los riegos posteriores se efectuaron de acuerdo a la necesidad del cultivo, con una duración de 2 horas para los tratamientos acolchados y 3 para los testigos, sin acolchado cada tercer día**

## **Labores Culturales**

**Los deshierbes se realizaron en los tratamientos sin acolchado, pasillos y en las perforaciones del plástico. Los aporques se hicieron solo al principio, en el tratamiento sin acolchado para darle más firmeza a la planta y evitar el acame. Se inició el entutorado una vez que las plantas iniciaron la fructificación, para que no se acamaran por el peso del fruto, para esto se colocó un hilo de polipropileno en los estacones.**

## **Control de Plagas y Enfermedades.**

**Se aplicó en forma preventiva y curativa para controlar plagas y enfermedades diferentes productos agroquímicos. Las plagas que se presentaron fueron: Minador de la hoja, (*Liriomyza munda*), gusano soldado (*Spodoptera exigua*), falso medidor (*Trichoplusia ni*) y pulgones. No se presentó ninguna enfermedad, los fungicidas utilizados fueron preventivos.**

**Posterior al transplante, se aplicó tecto para prevenir enfermedades, otros fungicidas utilizados fueron: Ridomil Bravo, Benlate, Tecto 60 y los insecticidas: Perfekthion, Metox, Ambush 34, Sevin 80 PH, Thiodan, Permetrina 500 CE, Disparo, Trigard.**

## **Variables Evaluadas**

## Variables Fisiológicas

**Para la evaluación de las variables fisiológicas: fotosíntesis, transpiración y conductancia estomática, se realizaron las mediciones en tres fechas: 14 de Julio (77 días después del trasplante), 4 y 12 de Agosto (98 y 105 ddt), para lo cual se seleccionó a una hoja de la parte intermedia de una planta de cada una de las parcelas útiles de cada unidad experimental y se colocaba dentro de la cámara de gases del equipo. Las evaluaciones se llevaban a cabo por la mañana, tratando de que las condiciones ambientales no fluctuaran tanto y de que hubiera radiación solar al momento de la toma.**

**Para las evaluaciones se utilizó el equipo Portable Photosynthesis System Li-cor, modelo LI-6200 (PPS Li-cor). Una vez tomada la lectura, se almacenaba en la memoria del equipo y posteriormente se pasaban a la computadora para su ordenamiento y análisis de los datos registrados.**

## Variables de Crecimiento y Desarrollo

**Para la evaluación de las variables: Diámetro de tallo, altura y cobertura de planta se seleccionaron tres plantas por tratamiento y repetición, que no fueran del surco de evaluación, las cuales fueron identificadas mediante una etiqueta para seguir evaluando las mismas plantas durante los siguientes muestreos.**

**Las evaluaciones se realizaron a los 35, 65 y 95 ddt. Para medir el diámetro de tallo se utilizó un vernier, tomando la lectura en la base del tallo, aproximadamente a 1 cm del nivel del suelo, las lecturas se registraron en cm. Posteriormente se sacaron las medias de tres plantas evaluadas por tratamiento , ordenándose los datos para su posterior análisis.**

**Para altura de planta, se midieron las plantas desde la base del suelo hasta la parte más alta de la planta, utilizándose una cinta de medir. Para cobertura, las mediciones se realizaron también con una cinta de medir tomando el largo por el ancho del follaje de la planta, las unidades para ambas evaluaciones fueron centímetros.**

**Se cosecharon tres plantas por tratamiento y repetición para la evaluación de la variable número de hojas. Las plantas se seccionaron en hojas y tallos, procediéndose al conteo de las hojas en forma manual y promediándose para determinar el número de hojas por planta. Posteriormente las hojas y tallos de las plantas se metieron en una estufa de aire caliente marca Felisa para secar las muestras durante 48 horas a una temperatura constante de 70 °C para determinar las variables peso seco de hojas y tallo. El peso seco de planta se determinó sumando el peso seco de hoja más el peso seco de tallo en cada uno de los tratamientos de estudio.**

**La temperatura del suelo se evaluó a 10 cm de profundidad en dos fechas , 16 y 28 de Mayo, las determinaciones se hicieron con un Microvoltímetro de punto de rocío HR-33T Dew Point Wescor y termopares tipo PST - 55 - 30 (Wescor). Para la colocación de los sensores en cada tratamiento, se hicieron hoyos con una varilla a la que previamente se le había marcado la profundidad deseada y se colocaron los sensores procurando que quedaran bien fijos con tierra y evitar se movieran.**

**El inicio de cosecha se determinó contando los días que transcurrieron desde el trasplante hasta el primer corte. La cosecha inició el 2 de Julio y terminó el 19 de Agosto. Los cortes se realizaron cada 7 días. Para rendimiento precoz se tomo la producción acumulada hasta el segundo corte, cuantificándose por calidad (comercial y rezaga). Rendimiento comercial, en este se evaluó la producción de cada uno de los cortes hasta el final de la cosecha, tomándose en cuenta los frutos que reunían las características deseables para el mercado, o sea que estuvieran libres de daños . Como rezaga , se tomaron los frutos que presentaran deformaciones, quemaduras de sol y daños causados por plagas. Los cortes se realizaron semanalmente, pesándose los frutos de cada tratamiento y sumándose todos los cortes de cada uno de los rendimientos, precoz, comercial y rezaga para determinar el rendimiento total.**



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Variables Fisiológicas

#### Fotosíntesis

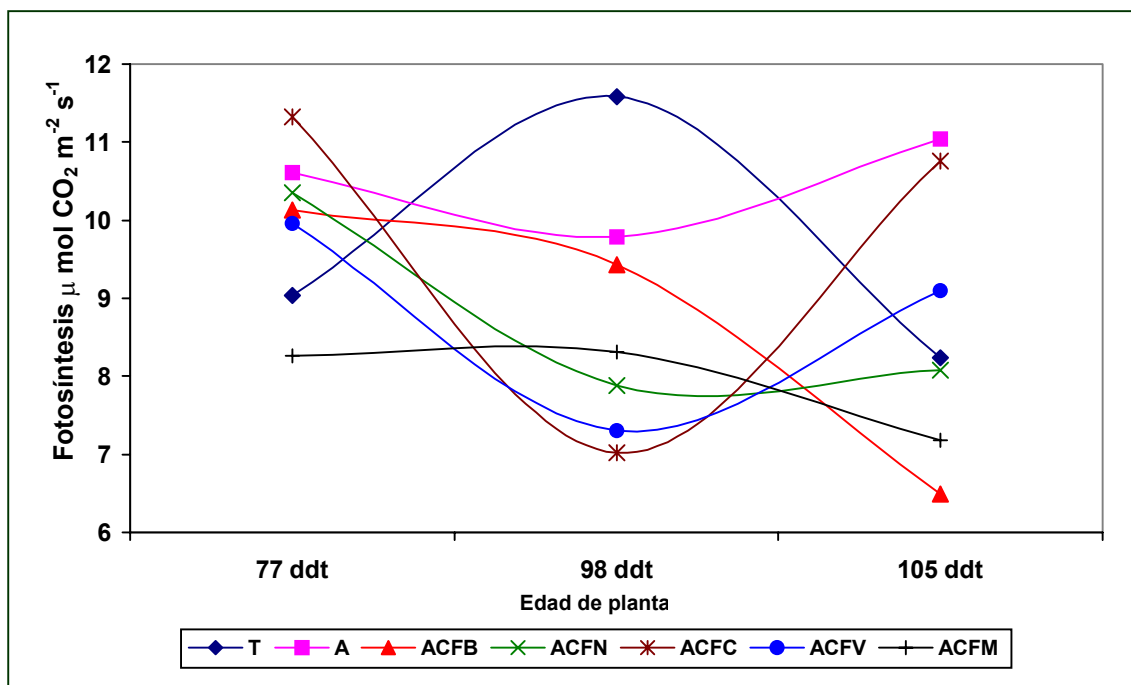
**El análisis de varianza a los datos registrados por el equipo portátil de medición PPS Li-cor, Inc, Modelo LI-6200 para la variable fotosíntesis en las tres fechas de medición no presentan significancia entre tratamientos ni entre repeticiones, al observar las medias de los tratamientos encontramos que los resultados no siguen una misma tendencia. Para la evaluación realizada a los 77 ddt, el tratamiento ACFC resultó con la más alta tasa de fotosíntesis con  $11.323 \mu \text{ mol cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , sin embargo para la segunda evaluación la tasa fotosintética decreció hasta el último lugar registrando  $8.315 \mu \text{ mol cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , en la tercera evaluación hasta el segundo lugar con  $10.753 \mu \text{ mol cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , este tratamiento presentó una tendencia similar a los tratamientos A, ACFN y ACFV aunque la variación de la primera a segunda o tercera evaluación es menos evidente, esto indica probablemente que los tratamientos de cubierta flotante y acolchado, modifican los factores microambientales que influyen sobre la tasa fotosintética.**

**El comportamiento de los tratamientos anteriores es muy diferente a lo que ocurrió en las tres evaluaciones del testigo, que a los 77 ddt presentó una de las menores tasas de fotosíntesis siendo superando únicamente al tratamiento Acolchado mas cubierta flotante multiperforada ( ACFM,) estos dos tratamientos siguieron una tendencia similar aunque con cambios mas marcados por parte del testigo. El comportamiento del testigo y tratamiento con ACFM, ratifica lo indicado para el grupo de tratamientos antes citado, donde se señala que las cubiertas flotantes modifican algunos factores que influyen sobre la fotosíntesis, aunque también es posible que se estén modificando otros factores a nivel medio de cultivo y que también se manifiestan en la fotosíntesis, estos factores pueden ser temperatura del suelo que a la vez influye en la absorción o disponibilidad de agua y nutrientes y esto a la vez en transpiración y temperatura de la hoja.**

**A los 98 ddt el valor más alto de fotosíntesis fue para el testigo con  $11.577 \mu \text{ mol cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , seguido del tratamiento A que fue el único tratamiento en el que su tasa de fotosíntesis tuvo una tendencia a la alta en comparación con los demás tratamientos evaluados, ya que a los 77 y 98 ddt ocupó el segundo lugar para ocupar al primer lugar en la última evaluación con  $11.038 \mu \text{ mol cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , por lo que podría pensarse que los tratamientos con cubiertas flotantes si influyen positivamente sobre la fotosíntesis, la cual es un factor**

**muy importante en la de acumulación de materia seca por las plantas.**

**Para la última evaluación de fotosíntesis (105 ddt), el tratamiento acolchado registró la tasa más alta de fotosíntesis, seguido del tratamiento ACFC con 10.753  $\mu \text{ mol cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , este tratamiento presentó diferencias, ya que en la primera evaluación ocupó el primer lugar, para ocupar el último en la segunda medición y pasar al segundo lugar en esta última evaluación (Figura 1). El tratamiento menos eficiente fue el tratamiento ACFB con 6.945  $\mu \text{ mol cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ .**



**Figura 1. Influencia del acolchado y las cubiertas flotantes en la fotosíntesis de pimiento morrón.**

**En la figura anterior se observa que los tratamientos ACFC, ACFV y el acolchado plástico solo (A), disminuyen su tasa fotosintética de los 77 a los 98 ddt, pero de los 98 a los 105 ddt incrementa su tasa fotosintética, con relación a los tratamientos ACFN, ACFM y el testigo. Los tratamientos ACFN, ACFB y ACFM disminuyeron su tasa fotosintética de los 77 a los 98 ddt y así continúan hasta los 105 ddt, a excepción del testigo en que la tasa fotosintética cambió considerablemente de los 77 a los 98 ddt y disminuyó a los 98 ddt.**

**Una posible explicación es que se presentó una mayor resistencia estomática (RS) en los tratamientos ACFN, ACFV y ACFM, por lo tanto es posible que la entrada de CO<sub>2</sub> a la hoja, sin embargo en el testigo de los 77 a lo 98 ddt disminuya la RS y de los 98 a los 105 ddt se incrementó, permitiendo mayor entrada de CO<sub>2</sub>.**

**Salisbury (1994), indica que las temperaturas mayores a los 40 °C afectan la tasa fotosintética de la mayoría de las plantas no adaptadas, debido a que la tasa de transpiración supera la tasa de absorción de agua, con lo se que reduce el potencial hídrico interno y disminuye la presión de turgencia de las células guarda y el estoma se cierra para evitar la deshidratación del tejido de las plantas. Cuando disminuye la disponibilidad de agua en la planta, se restringe el intercambio de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> resultando una reducción en la tasa fotosintética.**

## Transpiración

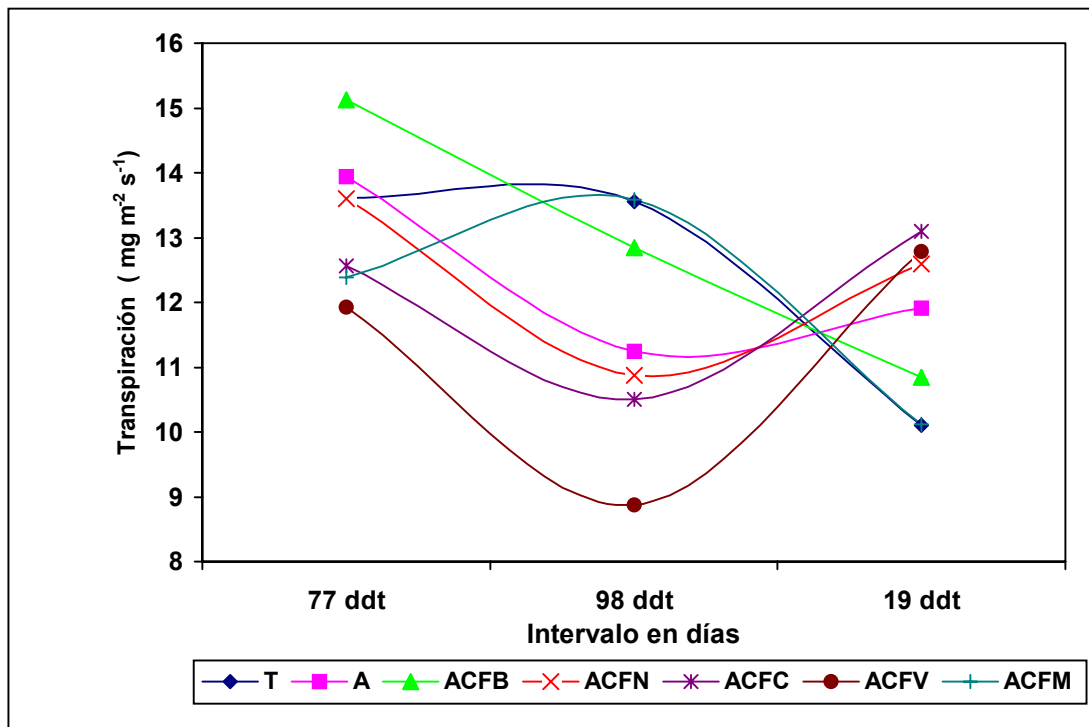
**El análisis realizado muestra significancia estadística para la primera y última evaluación. A los 77 ddt, el tratamiento ACFB resultó con la más alta transpiración con  $15.12 \text{ mg m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , seguido del tratamiento con acolchado solo con  $13.94 \text{ mg m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , registrando la menor tasa transpiratoria el tratamiento ACFV con  $11.93 \text{ mg m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ . A los 98 ddt, no se encuentra diferencia estadística en los tratamientos, sin embargo el valor más alto fue para el tratamiento ACFM con  $13.59 \text{ mg m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , siendo el mas bajo el tratamiento ACFV con  $8.87 \text{ mg m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ . Para el último muestreo, a los 105 ddt la mayor tasa transpiratoria se presentó en el tratamiento ACFC con  $13.10 \text{ mg m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , en tanto que la menor tasa transpiratoria correspondió al testigo con  $10.11 \text{ mg m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ .**

**En la Figura 2, se muestra que los tratamientos con los mayores valores de transpiración son: el ACFB, T, ACFM para cada uno de las evaluaciones realizadas, y de ellos, el tratamiento ACFB fue el que registró el mayor valor de transpiración así como uno de los valores mas altos en rendimiento, ocupando el segundo lugar en cuanto a rendimiento comercial y total, debido probablemente a que los estomas están mas tiempo abiertos permitiendo la entrada de la luz solar generando así una eficiente actividad metabólica; este tratamiento solo fue superado por el tratamiento acolchado (A), esto puede deberse a que el acolchado retiene mayor tiempo la humedad, provocando la apertura estomática, permitiendo quizá la entrada de**

**CO<sub>2</sub>, y una mayor energía metabólica a diferencia de un suelo desnudo (T), sin cubierta, que al no retener la humedad provoca el cierre estomático formando un equilibrio en la entrada y salida del agua, esto se traduce a menos fotosintatos para el metabolismo de la planta, reflejándose en el rendimiento que fue uno de los valores mas bajos.**

**La transpiración permite el enfriamiento de la hoja calentada por el sol, por lo tanto se dice que la transpiración es un proceso refrigerante, los resultados no mostraron diferencia significativa, se esperaba que por el microclima que se forma dentro de las cubiertas flotantes provocara un incremento en la temperatura, pero las lecturas de transpiración se hicieron sin las cubiertas flotantes.**

**Salisbury (1994) indica que conforme se incrementa la transpiración durante el día, el potencial**



**hídrico en el mesófilo de las hojas decrece. Esta disminución se transmite progresivamente a través de la planta, hasta la pared celular de los pelos radicales, con lo que se desarrolla un gradiente de potenciales hídricos de menor a mayor nivel de energía.**

**Figura 2. Comportamiento de la transpiración en el cultivo de chile morrón bajo diferentes tratamientos de acolchado y cubiertas flotantes.**

### Resistencia Estomática

**Al analizar estadísticamente los datos de resistencia estomática (RS), se encontró que existe diferencia estadística para el primer y segundo muestreo, en tanto que para el tercer muestreo, los tratamientos tuvieron un comportamiento igual. ( ver cuadro 8 figura 2).**

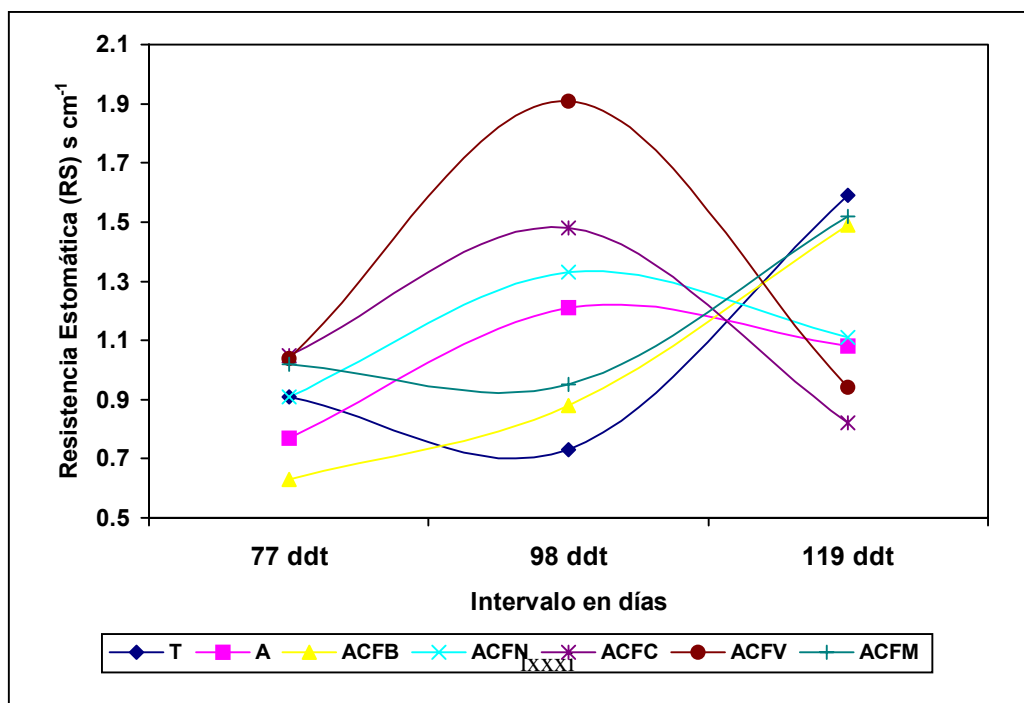
**A los 77 ddt se presentó mayor resistencia estomática en el tratamiento ACFC de 1.05 s cm<sup>-1</sup>, superando apenas con .01 y .02 s cm<sup>-1</sup> a los tratamientos ACFV y ACFM, el testigo registró el mismo valor que el ACFN (0.910 s cm<sup>-1</sup>), mientras que la menor RS se observó en el tratamiento ACFB con 0.63 s cm<sup>-1</sup>. Para la segunda evaluación, a los 98 ddt, la diferencia entre tratamientos estuvo más marcada, siendo el tratamiento con mayor RS el tratamiento ACFV con 1.91 s cm<sup>-1</sup>, seguido del ACFC al que superó con 0.42 s cm<sup>-1</sup> y con 1.11 s cm<sup>-1</sup> al T que fue el que registró el menor valor de RS con 0.79 s cm<sup>-1</sup>. Para el último muestreo realizado a los 105 ddt, se invirtieron los resultados en cuanto al testigo, ya que en el anterior muestreo obtuvo el valor más bajo de RS, en tanto que para este muestreo fue el que presentó la mayor RS con 1.59 s cm<sup>-1</sup> y los valores más bajos fueron para los tratamientos ACFV y ACFC con 0.94 y 0.82 s cm<sup>-1</sup> respectivamente.**

**En la fase de desarrollo del cultivo las plantas de pimiento morrón presentaron menor resistencia estomática en todos los tratamientos de acuerdo a los resultados obtenidos a los 77 ddt, esto indica que hubo una mayor apertura de estomas, con la consecuente**



mayor entrada de CO<sub>2</sub>, mayor fotosíntesis y mayor transpiración tal y como se muestra en la Figura 3. En cambio, para el último muestreo a los 105 ddt los tratamientos T, ACFM y ACFB, registraron valores de 1.59, 1.52, y 1.49 s cm<sup>-1</sup>, mismos que incrementaron su resistencia estomática indicando una menor entrada de CO<sub>2</sub> y una disminución en fotosíntesis, mientras que los tratamientos ACFN, A, ACFV y ACFC, mostraron lo contrario al disminuir su resistencia estomática cuyos valores fueron de 1.10, 1.08, 0.94, y 0.82 s cm<sup>-1</sup>.

No se puede comentar del comportamiento de la resistencia estomática en respuesta a un solo factor como la temperatura, ya que otros factores como la humedad relativa no se mantuvieron constantes en el sitio del experimento. Los resultados de este trabajo indican que para el pimiento morrón la resistencia estomática oscila entre 0.63 y 1.91 s cm<sup>-1</sup>, de acuerdo a las evaluaciones realizadas en este cultivo.



### **Figura 3. Comportamiento de la resistencia estomática en el cultivo de pimiento morrón bajo diferentes tratamientos de acolchado y cubiertas flotantes**

**Estos resultados no concuerdan con Slatyer (1966) citado por Díaz-Infante (1988), en otros resultados mencionados por el mismo autor que reporta resistencias estomáticas para trigo de 0.25 - 2.4 (Denman y Long; 1960); en nabo de 1.6 - 1.8 (Gaastra, 1959); para betabel dulce de 1.6 1.8 (Gaastra, 1959); y en algodón 1.0 (Slatyer, Bierhuizen, 1964).**

Variables de Crecimiento y Desarrollo

#### **Diámetro de Tallo**

**Esta variable es un indicativo indirecto de la capacidad de la planta para movilizar los nutrientes desde la raíz a las partes aéreas y viceversa, se evaluó en tres fechas, a los 35, 65 y 94 días después del transplante. Al analizar los resultados mediante el análisis de varianza, se encontró una diferencia altamente significativa al 0.01 de probabilidad entre los tratamientos para el primer y segundo muestreo, en tanto que para la última evaluación la diferencia solo fue significativa al 0.05. (ver cuadro 10).**

**El tratamiento ACFV fue el que presentó el mayor diámetro de tallo durante todo el ciclo del cultivo, reportando para el primer muestreo un diámetro de 0.81 cm, mientras que para el segundo y tercer muestreo presenta diámetros de 1.43 y 1.64 cm respectivamente, aunque esto no se reflejó en el rendimiento ya que este tratamiento ocupó el tercer lugar en cuanto a rendimiento tanto comercial como total. De igual manera, el menor diámetro de tallo se presentó en un mismo tratamiento, el ACFN, a través de cada uno de los muestreos llevados a cabo.**

**En la primera evaluación, superó con 0.12 cm al testigo y con 0.27 cm de diámetro al tratamiento ACFN que presentó el menor diámetro de tallo (0.54 cm) en esta evaluación. Para el segundo muestreo realizado a los 65 ddt el ACFV tuvo un incremento del 16.39% en relación al testigo y del 38.88% en relación al tratamiento ACFN que fue el que obtuvo el menor diámetro (1.03 cm). En cuanto a la tercera evaluación, llevada a cabo a los 94 ddt existió una variación de diámetro de tallo de 0.02 a 0.232 cm, ya que los resultados para esta variable oscilaron entre 1.415 cm registrado en el tratamiento ACFN que fue el menor valor y 1.647 cm de diámetro para el mejor tratamiento ACFV.**

**En el Cuadro 2 se muestran los resultados obtenidos para diámetro de tallo en cada uno de los muestreos realizados. Estos resultados coinciden con los reportados por Burgueño (1983), quien obtuvo el mayor diámetro de tallo con el tratamiento con película**

**plástica negra de 175 micras. Así mismo, Linares en 1993, al evaluar el cultivo sandía bajo diferentes tratamientos con películas fotoselectivas, menciona que con el plástico negro obtuvo los mayores promedios de diámetro de tallo en comparación con los tratamientos sin cubierta plástica. De igual manera, Lara (1993) al evaluar pimiento morrón con películas fotoselectivas encontró que bajo los tratamientos con acolchado negro se obtuvieron los mayores diámetros de tallos.**

Cuadro 2. Comparación de medias para diámetro de tallo de pimiento morrón bajo diferentes tratamientos de acolchado y cubiertas flotantes en cada uno de los muestreos realizados.

<b>Tratamiento</b>	<b>Diámetro de tallo (cm)</b>		
	<b>35 ddt</b>	<b>65 ddt</b>	<b>94 ddt</b>
ACFV	0.81 a	1.43 a	1.64 a
ACFC	0.73 ab	1.17 bc	1.50 ab
TESTIGO	0.69 bc	1.23 b	1.53 ab
ACFB	0.68 bc	1.24 b	1.62 ab
ACOLCHADO	0.61 cd	1.24 b	1.60 ab
ACFM	0.60 cd	1.15 bc	1.53 ab
ACFN	0.54 d	1.03 c	1.41 b
CV	10.11	8.11	9.45
DMS (0.05)	0.10	0.14	0.21

Tratamientos con la misma literal en cada columna son iguales al 0.05 de probabilidad

### Altura de Planta

Esta variable, al igual que la anterior se evaluó a los 35, 65 y 94 ddt, al analizar estadísticamente los resultados se encontró que para el primer muestreo se obtuvo diferencia altamente significativa, en tanto que para el segundo y tercer muestreo solo hubo diferencia significativa al 0.05 de probabilidad.

De igual manera que en la variable anterior, el tratamiento que presentó la mayor altura de planta a través de los muestreos realizados fue el ACFV con 29.4, 45.33 y 53.35 cm a los 35, 65 y 94 ddt respectivamente. Durante el primer muestreo este tratamiento superó con 5 cm de altura al testigo. Solamente los tratamientos ACFV y ACFM superaron al testigo en altura, ya que las plantas desarrolladas sin acolchado ni cubierta flotante presentaron mayor altura que las desarrolladas bajo los tratamientos ACFC, ACFB, A y ACFN cuyas alturas promedio para este muestreo fueron de 23.67, 22.95, 22.27 y 19.95. Para la segunda evaluación al testigo lo superó el tratamiento ACFV obtuvo un incremento de 21.07%, siendo superior el testigo a todos los demás tratamientos con acolchado y cubierta flotante evaluados, el tratamiento con menor altura fue el ACFC, al cual superaron con 1.32 y 9.21 cm de altura los tratamientos T y ACFV respectivamente.

Para la tercera evaluación, los tratamientos con acolchado y cubierta flotante no tuvieron influencia sobre la altura de planta, a excepción del tratamiento ACFV cuyas plantas fueron las de mayor altura, superando con incrementos de 8.06 y 10.96% a los tratamientos A y T. Estos resultados indican que aunque el tratamiento ACFV obtuvo los mayores resultados de altura y diámetro de tallo, esto no condujo a un mayor rendimiento aunque ocupó el tercer lugar en rendimiento comercial y total, fue superado por 2.032 y 2.445 ton/ha con respecto al tratamiento A que obtuvo el mayor rendimiento tanto comercial como total.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo coinciden con Rodríguez (1994) quien reporta para la última evaluación de su trabajo mayor altura en el cultivo de tomate, contrariamente a lo reportado por Martínez (1999) quien evaluó diferentes cultivares de pimiento morrón reporta alturas menores en los tratamientos sin acolchado que los obtenidos en suelo desnudo.

Cuadro 3. Comparación de medias para altura de planta en pimiento morrón bajo diferentes tratamientos de acolchado y cubiertas flotantes en cada uno de los muestreos realizados.

<b>Tratamiento</b>	<b>Altura de planta (cm)</b>		
	<b>35 ddt</b>	<b>65 ddt</b>	<b>94 ddt</b>
ACFV	29.40 a	45.33 a	53.35 a
ACFM	25.17 b	36.29 b	43.87 b
TESTIGO	24.42 bc	37.44 b	48.08 b
ACFC	23.67 bcd	36.12 b	47.16 ab
ACFB	22.95 cd	36.52 b	47.58 ab
ACOLCHADO	22.27 d	36.49 b	49.37 ab
ACFN	19.95 e	36.78 b	49.16 ab
CV	5.87	12.04	12.68
DMS (0.05)	2.09	6.77	9.00

Tratamientos con la misma literal en cada columna son iguales al 0.05 de probabilidad

### Cobertura

Al analizar estadísticamente los resultados no se encontró diferencia significativa entre tratamientos para ninguno de los muestreos realizados. Para cobertura de planta, el

manejo de acolchado más cubiertas flotantes reflejan una importante influencia a los 35 ddt ya que 4 de los tratamientos en estudio superaron al testigo, siendo el tratamiento ACFB el que registró mayor cobertura con 1003.2 cm<sup>2</sup>.

Por el contrario, a los 65 ddt ninguno de los tratamientos evaluados superó al tratamiento con suelo desnudo, reflejándose esto en el rendimiento tanto comercial como total con 13.462 y 14.427 t.ha<sup>-1</sup>, en contraste con el tratamiento A que a los 65 ddt obtuvo el segundo lugar en cuanto a cobertura de planta se refiere, sin embargo en rendimiento total registró el primer lugar con 25.083 t.ha<sup>-1</sup>.

Cuadro 4. Comparación de medias para cobertura de planta en pimiento morrón bajo diferentes tratamientos de acolchado y cubiertas flotantes en cada uno de los muestreos realizados.

<b>Tratamiento</b>	<b>Cobertura de planta (cm<sup>2</sup>)</b>		
	<b>35 ddt</b>	<b>65 ddt</b>	<b>94 ddt</b>
ACFB	1003.2	1701.2	1887.8
ACFN	925.5	1813.1	1662.1
ACFV	895.4	1613.2	1704.1
ACOLCHADO	868.7	1819.0	1780.5
TESTIGO	832.6	1855.3	1860.5
ACFC	793.2	1722.6	1495.8
ACFM	776.6	1489.2	1815.2
DMS (0.05)	NS	NS	NS

NS=No significancia

Los resultados obtenidos a los 94 ddt concuerdan con Sandoval (1993) quien al estudiar la respuesta de diferentes periodos de remoción de cubierta en zanahoria encontró que a mayor periodo de cubierta se incrementa la cobertura.

**El análisis estadístico practicado a los resultados obtenidos en las tres evaluaciones realizadas para esta variable nos indican que para el primer y tercer muestreo existen diferencias altamente significativas al 0.01 de probabilidad entre tratamientos lo cual nos indica un comportamiento diferente entre ellos, en tanto que para el segundo muestreo, llevado a cabo a los 65 ddt no hubo significancia, por lo que los tratamientos tuvieron un comportamiento similar en cuanto a número de hojas se refiere.**

**Los resultados que se muestran en el Cuadro 5 representan las medias de los tratamientos considerando las tres evaluaciones. En éste se puede observar que durante el primer muestreo el tratamiento A presentó mayor número de hojas por planta con 77, seguido del tratamiento ACFB al que superó con 19 hojas, siendo el tratamiento ACFN el que presentó el menor número de hojas promedio (31 hojas). Para el segundo muestreo, a los 65 ddt el ACFB registró el mayor número de hojas con 145.5, seguido muy de cerca por el tratamiento A al que solo superó con 4 hojas por planta, en tanto que el menor número de hojas se presentó en el testigo con 117 hojas promedio, siendo superado por 28.5 hojas por planta lo que significa un incremento de 24.35% del ACFB con respecto al testigo.**

Cuadro 5. Comparación de medias para número de hojas por planta en pimiento morrón bajo diferentes tratamientos de acolchado y cubiertas flotantes en cada uno de los muestreos realizados.



<b>Tratamiento</b>	<b>Número de hojas por planta</b>		
	<b>35 ddt</b>	<b>65 ddt</b>	<b>94 ddt</b>
ACOLCHADO	77.00 a	141.50	179.50 b
ACFB	58.00 b	145.50	159.75 bc
ACFM	48.25 bc	128.50	238.25 a
ACFC	46.50 bc	132.00	178.75 ab
TESTIGO	37.75 cd	117.00	112.50 c
ACFV	36.75 cd	127.25	194.50 ab
ACFN	31.00 d	126.00	150.50 bc
C.V.	16.72	20.57	20.62
DMS (0.05)	11.89	NS	53.57

**Tratamientos con la misma literal en cada columna son iguales al 0.05 de probabilidad**

**A los 94 ddt se realizó la tercera evaluación, encontrándose que el mayor número de hojas promedio fue para el tratamiento ACFM con 238.25 hojas, superando al tratamiento ACFV con un incremento del 22.46%, mientras que el menor número de hojas se presentó de nueva cuenta en el testigo, el cual fue superado con 125.7 hojas con respecto al tratamiento ACFM. Los tratamientos se comportaron estadísticamente diferentes, como consecuencia del uso del acolchado solo o combinado con cubiertas flotantes por lo que se considera que el uso de estas técnicas tiene influencia sobre el incremento de la cobertura foliar.**

La temperatura es el factor ambiental que más influye en el desarrollo de la superficie de la hoja, esto puede asociarse a las condiciones de mayor temperatura bajo las cubiertas que incrementan el porcentaje de desarrollo del follaje. Cuando hay un exceso de humedad ambiental, se traduce en un menor desarrollo vegetativo debido a que disminuye la transpiración. También el acolchado puede influir significativamente en el incremento foliar al encontrar las plantas una mayor disponibilidad de nutrimentos en el suelo, mismos que pueden translocarse al interior de la planta en donde son transformados para promover el desarrollo vegetativo, en el cual habrá un mayor número de hojas y mayor cobertura, por lo que se incrementará el área foliar que realice la

fotosíntesis. De igual manera, las cubiertas flotantes influyen positivamente en el número de hojas al modificar el ambiente bajo la cubierta incrementando la temperatura ambiental y manteniendo por más tiempo la humedad del suelo.(Bidwell,1990)

### Peso Seco de Planta

**Esta variable se evaluó a partir de las plantas que se muestrearon para determinar el número de hojas, mismas que se seccionaron en hojas y tallos y se pusieron a secar, siendo esta variable el resultado de la suma de los pesos secos del tallo y hojas. Al analizar estadísticamente los resultados se encontró que para la primera y tercera evaluación se obtuvo una diferencia altamente significativa al 0.01 de probabilidad entre tratamientos, en tanto que para el segundo muestreo, éste solo mostró diferencia significativa al 0.05 de probabilidad entre los tratamientos evaluados. ( Ver Cuadro11).**

**Los resultados se muestran en el Cuadro 6, en el que se puede observar que para el primer muestreo, a los 35 ddt, el tratamiento A registró mayor peso seco de planta con 7.05 g, seguido de ACFM con 6.23 g y el tratamiento que registró menor peso seco de planta fue el ACFN con 1.90 g. Para la segunda evaluación el tratamiento ACFV obtuvo el mayor valor de peso seco de planta con 29.73 g, superando apenas con 4.65 g al tratamiento A que ocupó el segundo lugar, en tanto que el testigo quedó en último lugar con solo 13.92 g, siendo superado con 15.8 g por el tratamiento ACFV, lo**

**que representa un incremento del 113.5% con respecto al testigo. Todos los tratamientos con acolchado y acolchado más cubierta flotante presentaron incrementos desde un 18.55 hasta un 113.5% en comparación con el tratamiento sin cubierta (T).**

Cuadro 6. Comparación de medias para peso seco de planta en pimiento morrón bajo diferentes tratamientos de acolchado y cubiertas flotantes en cada uno de los muestreos realizados.

<b>Tratamiento</b>	<b>Peso seco de planta (g)</b>		
	<b>35 ddt</b>	<b>65 ddt</b>	<b>94 ddt</b>
ACOLCHADO	7.05 a	25.07 ab	38.25 bc
ACFM	6.23 a	14.86 b	51.38 a
ACFV	5.72 ab	29.73 a	42.26 ab
ACFB	4.50 bc	18.45 ab	29.36 cd
ACFC	3.74 cd	16.85 b	36.60 bc
TESTIGO	2.70 de	13.92 b	18.92 d
ACFN	1.90 e	17.31 ab	28.58 cd
C.V.	20.55	44.09	23.92
DMS (0.05)	1.39	12.74	12.46

**Tratamientos con la misma literal en cada columna son iguales al 0.05 de probabilidad**

**La última evaluación reporta el mayor peso seco de planta para el tratamiento ACFM con 51.38 g, seguido del ACFV con 42.268 g al que superó solo con 9.11 g, en tanto que al testigo que fue el que registró el menor peso seco de planta lo superó con 32.45 g, lo que significa un incremento del 171.49%. El peso seco de planta para este muestreo tuvo incrementos desde el 21.55% del tratamiento ACFV hasta 171.49% del testigo con respecto al ACFM que presentó el mayor valor de peso seco de planta.**

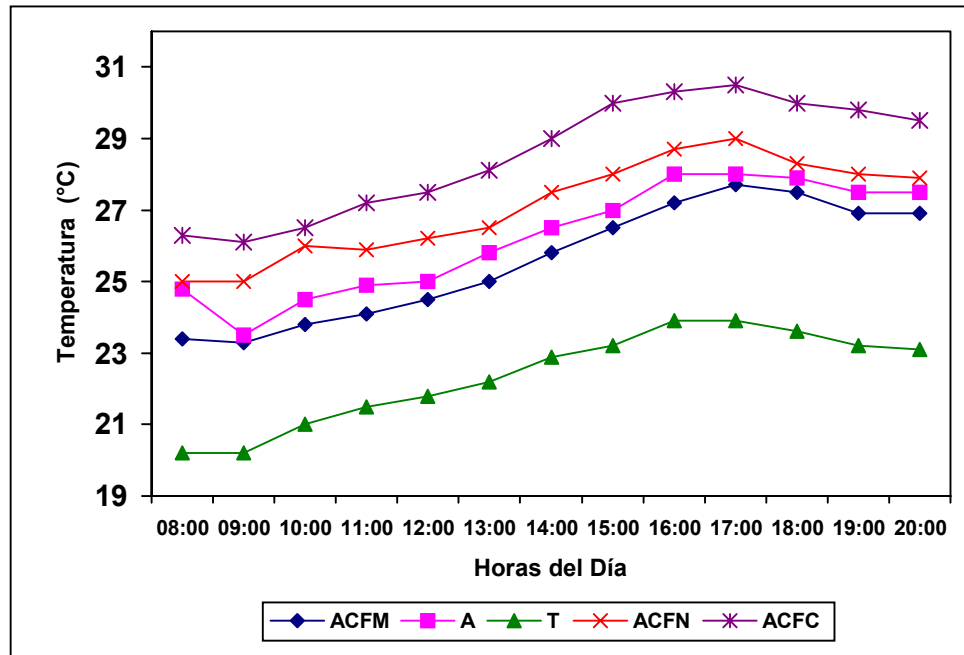
**Los resultados del estudio concuerdan con los realizados por Halfacre y Barden (1984) que confirman como regla general que el uso de acolchado y cubiertas flotantes estabilizan la variación de temperatura del suelo y la humedad existentes, favoreciendo el crecimiento de raíces y provocando un buen desarrollo vegetativo (masa seca).**

**Por su parte, Hemphill y colaboradores (1986) al trabajar con melón bajo cubiertas flotantes encontraron que las cubiertas flotantes solas incrementan la temperatura del aire y suelo, la temperatura diaria fue incrementada entre 1 y 4 °C con el uso de cubiertas flotantes en comparación con el uso de acolchado solo que solo incrementó la temperatura del suelo, la acumulación de unidades calor (UC) (10 °C base) fue casi al doble bajo las cubiertas flotantes comparados con el acolchado negro, con las altas temperaturas posiblemente se presentó un efecto positivo de las cubiertas sobre el crecimiento del cultivo de las plantas, lo que se tradujo en mejor peso seco de plantas.**

**Esta variable esta íntimamente relacionada con el crecimiento desde el punto de vista de producción de materia seca, es el medio de desarrollo del área foliar para interceptar la luz (Hsiao et al. 1976).**

## Temperatura del Suelo

Las temperaturas de suelo que se registraron durante el periodo primavera-verano fueron muy variables, un ejemplo se representan en las figuras 4 y 5. Estos datos se registraron los días 16 y 26 de Mayo



de 1998.

**Figura 4. Comportamiento de las temperaturas de suelo registradas el 16 de Mayo, 1998, en el cultivo de pimiento morrón bajo diferentes tratamientos de acolchado y cubiertas flotantes.**

Los tratamientos ACFB y ACFV tuvieron que removerse a los 8 días de instaladas debido a los daños por quemaduras que sufrieron las plantas, por lo

**anterior solo se reportan las temperaturas de los tratamientos restantes.**

**En la primera evaluación de temperatura (Figura 4) se puede observar que todos los tratamientos acolchados con y sin cubierta superaron al testigo (suelo desnudo), el tratamiento ACFC registró las temperaturas más altas durante el día, seguido del tratamiento ACFN, que el tratamiento ACFM registró las menores temperaturas de los tratamientos acolchados. Durante el período de la evaluación la temperatura más elevadas ocurrió entre las 16:00 y 17:00 horas, alcanzando el tratamiento ACFC los 30.5 °C, superando con 6.6 °C al testigo.**

**Con el fin de poder observar mejor el incremento de la temperatura por efecto del acolchado, se tomó en cuenta el promedio diario de cada tratamiento evaluados (Cuadro del Apéndice), donde se puede apreciar que el acolchado solo genera un incremento de 3.52 °C en comparación con el testigo, al combinarse con las cubiertas flotantes alcanza incrementos de 4.37 y 5.8 °C con los tratamientos ACFN y ACFC respectivamente, en tanto que el promedio de temperatura diaria registrado para el tratamiento ACFM incrementa solo en 3.1 °C, lo que significa 0.42 °C menos que el promedio registrado para el tratamiento A.**

La segunda evaluación, el comportamiento de la temperatura de suelo sigue la misma tendencia, con respecto a la primera evaluación todos los tratamientos con acolchado superaron al suelo desnudo hasta con 6.24 °C por el tratamiento ACFC

respecto al testigo. De igual manera, todos los tratamientos acolchados en combinación con las cubiertas flotantes alcanzaron incrementos de 4.16, 5.51 y 2.34 °C más de temperatura de suelo promedio para los tratamientos ACFN, ACFC y ACFM ,respectivamente que la reportada por el tratamiento con solo acolchado.

**Con estos resultados se determina que el acolchado en combinación con las cubiertas flotantes generan un incremento de temperatura con relación al testigo, las cubiertas flotantes de diferente color permiten la entrada de la radiación solar y permite la salida de la misma con menor intensidad lo que provoca que se forme un microclima que aumenta la temperatura en torno al cultivo y por consiguiente en el suelo.**

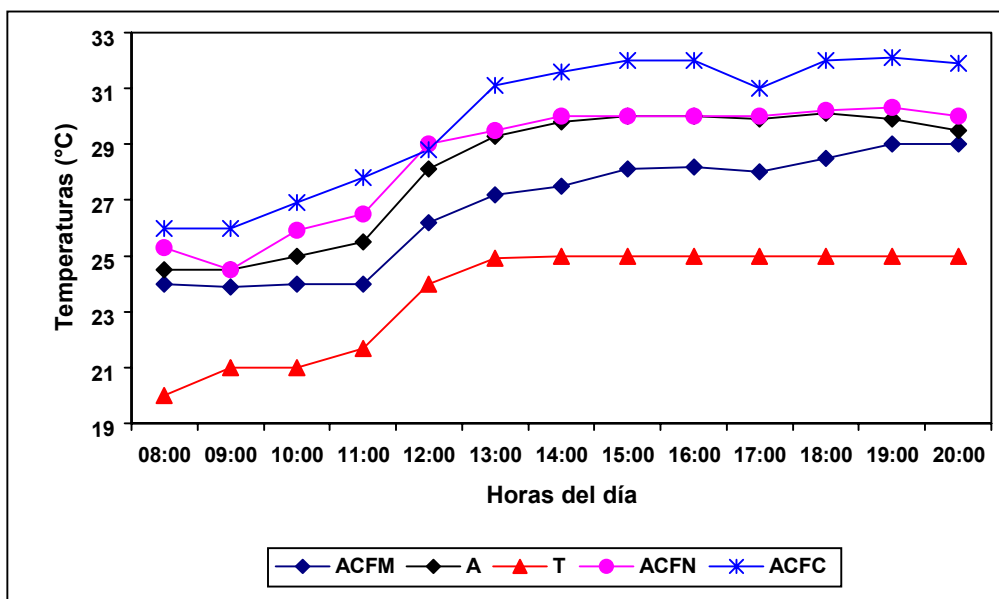


Figura 5. Comportamiento de las temperaturas de suelo registradas el 28 de Mayo 1998, en el cultivo de pimienta morrón bajo diferentes tratamientos de acolchado y cubiertas flotantes.

**El acolchado plástico negro aumenta la temperatura del suelo al permitir que la energía**

**calorífica penetre al suelo por conducción, transmisión, y convección y al mismo tiempo evite la pérdida del calor acumulado en el suelo hacia la atmósfera. En estudios realizados por Maeda (1987) en frijol acolchado, observó que en el caso de suelos cubiertos con plástico transparente los incrementos de temperatura de suelo fueron desde 5 hasta 13 °C en relación con el suelo desnudo y de 3 a 5 °C en los tratamientos con plástico negro.**

**En el presente estudio se presentaron diferencias de temperatura de suelo durante el transcurso del día, las temperaturas fueron mayores en todos los tratamientos acolchados en relación con el testigo, debido a que la radiación global, compuesta de radiación de onda corta y onda larga es la fuente elemental de energía para el calentamiento de suelos. La mayor parte de esta energía es la transmitida hacia el suelo, sin embargo alguna parte es absorbida por el acolchado plástico o reflejada hacia la atmósfera. El calentamiento del suelo incluye además de la intensidad de la radiación solar, algunos otros factores como la temperatura del aire, humedad relativa, velocidad del viento y características del suelo. Estos resultados concuerdan con lo descrito por Lamont (1994) y Benavides (1999) quienes citan que los acolchados negros u opacos incrementan la temperatura del suelo, así como Wolfe et al (1989), que encontraron que con el uso de acolchados y cubiertas flotantes se incrementan tanto la temperatura del aire como la del suelo en comparación con el suelo**



**desnudo al estudiar los efectos de estas técnicas en tomate y pepino.**

**La temperatura en el presente estudio es posible que afectó el desarrollo de la planta a través de su influencia sobre la velocidad de los procesos metabólicos. Temperaturas bajas retardan el desarrollo, altas temperaturas (hasta cierto límite) lo aceleran y acortan el ciclo vegetativo de las plantas (Villalpando,1984; Ortiz,1987). En el crecimiento de las plantas la temperatura es un factor importante, interesando en primer lugar la temperatura del aire, la temperatura de la planta y la del suelo, ya que la temperatura afecta la tasa de desarrollo de las plantas, así como la tasa de producción (Ludlow, 1982)**

### **Rendimiento Precoz**

**Al analizar estadísticamente los resultados, se encontró para esta variable una diferencia altamente significativa entre tratamientos(Ver cuadro 12). Los resultados mostrados en la Figura 6, nos indican que los mayores rendimientos promedios, los registraron los tratamientos A, ACFB y ACFM con 4.750, 4.244 y 3.161 t.ha<sup>-1</sup> respectivamente, lo que representa un incremento de 452.32, 393.48 y 267.55% respecto al testigo produjo 0.86 ton, siendo el tratamiento ACFN el que produjo el menor rendimiento precoz con 0.561 t.ha<sup>-1</sup>, mismo que fue superado por el testigo con un incremento del 53.29% y por el tratamiento acolchado con 746.7% de incremento.**

Las cubiertas flotantes combinadas con acolchado provocan la aceleración del metabolismo de las plantas debido al incremento de temperaturas dentro de las cubiertas, estimulando un crecimiento vegetativo vigoroso que permite el desarrollo temprano de las yemas florales, que originan frutos precoces. Esto es atribuido al calentamiento del suelo que origina el plástico con relación al testigo, la influencia de las cubiertas aparentemente fue menos importante.

Estos resultados de precocidad coinciden con lo reportado por Ibarra y Rodríguez (1991) quienes mencionan una precocidad de 3 a 28 días dependiendo del cultivo y de la estación de crecimiento. De igual manera Wolfe et al (1989) indican que se obtuvo incrementos en rendimiento precoz de 2 a 6 veces en pepino mediante el uso de acolchado y cubiertas flotantes.

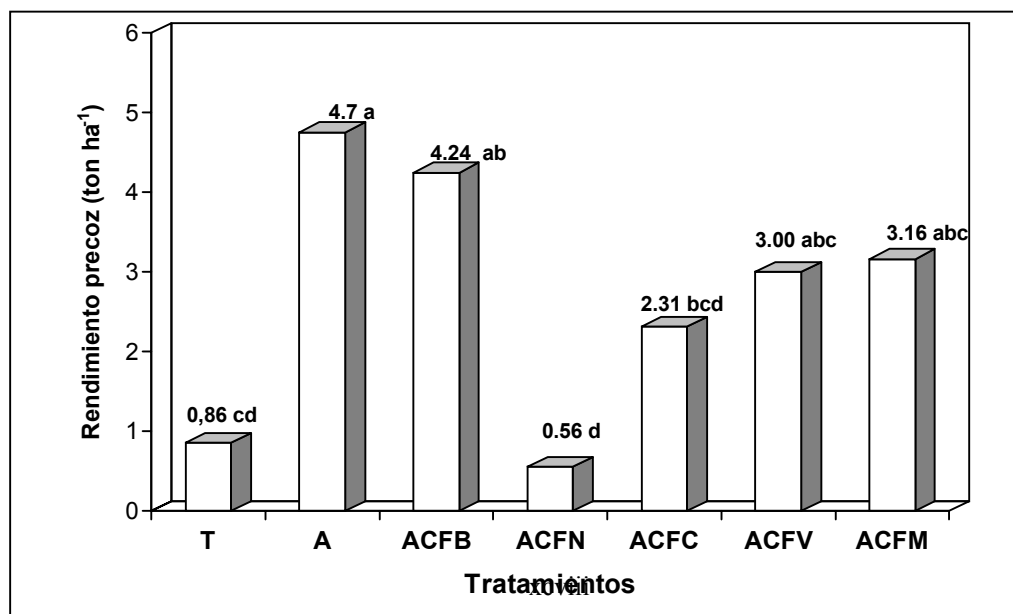
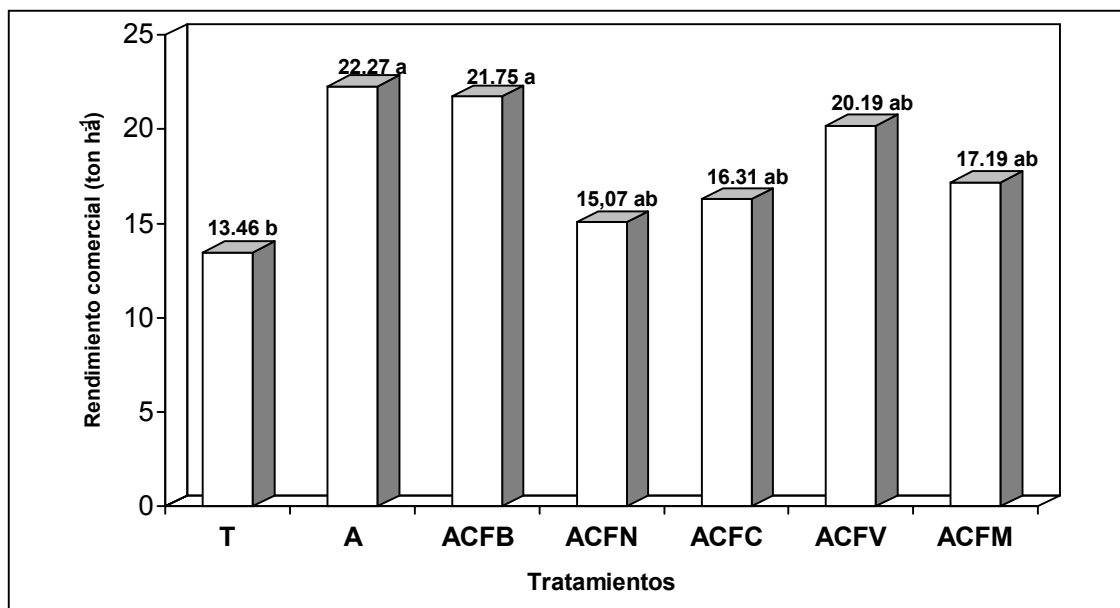


Figura 6. Efecto del acolchado y cubiertas flotantes en el rendimiento precoz de pimiento morrón

## **Rendimiento Comercial**

**Al igual que para la variable anterior, en ésta se encontró diferencia altamente significativa entre tratamientos. En los resultados de la Figura 7, se puede apreciar que en esta variable existe una tendencia similar que para rendimiento precoz en los tratamientos con acolchado y cubiertas flotantes, siendo el testigo el que obtuvo el rendimiento comercial más bajo. Los mayores rendimientos promedios se lograron con los tratamientos A, ACFB**



**y ACFV con valores de 22.277, 21.752, y 20.195 t.ha<sup>-1</sup> superando al testigo en 65.48, 61.58 y 50.195 %, respectivamente. El tratamiento con acolchado solo superó con 0.525 t.ha<sup>-1</sup> al mejor tratamiento con acolchado y cubierta flotante que fue el ACFB, lo que indica que las cubiertas flotantes no tuvieron un efecto positivo sobre el rendimiento comercial del cultivo, ya que los incrementos fueron desde un 2.41% hasta un 47.82% de incremento en rendimiento comercial del A con respecto a los tratamientos ACFB y ACFN respectivamente.**

## **Figura 7. Efecto del acolchado y cubiertas flotantes en el rendimiento comercial del pimiento morrón.**

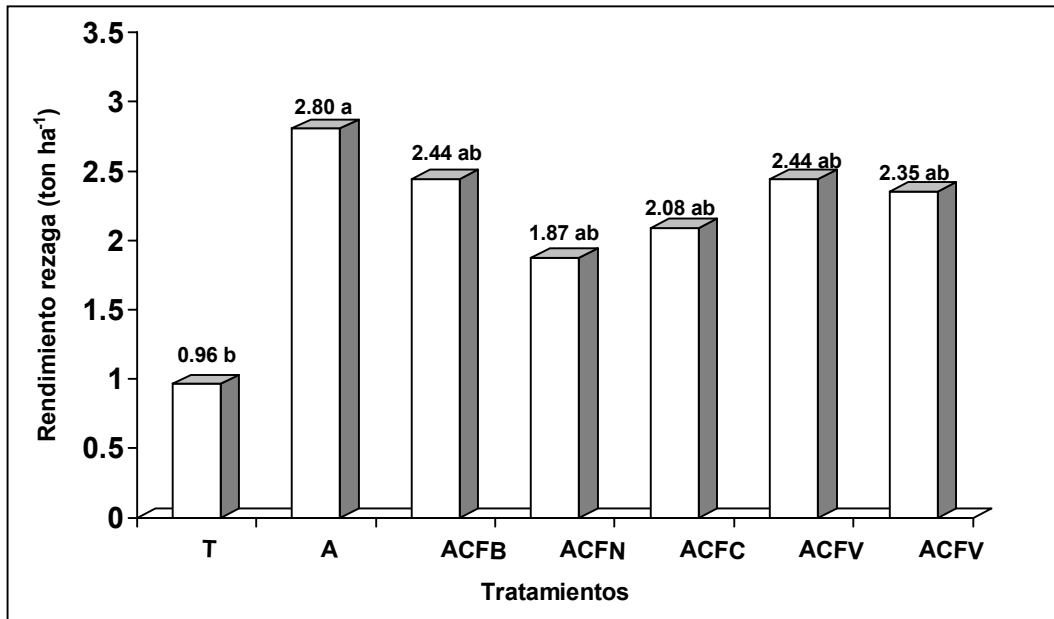
**El uso de acolchado plástico en combinación con cubiertas flotantes no registró una diferencia significativa en cuanto al incremento de la producción, pero si con respecto al testigo, lo que indica, que ésta especie responde más favorablemente al uso de acolchado solo.**

**El tratamiento ACFN cuya cubierta se dejó por más tiempo que el resto de los tratamientos obtuvo un rendimiento comercial de 15.070 t.ha<sup>-1</sup>, lo que representa un incremento de 11.94 % respecto al testigo. El tratamiento ACFN fue el más bajo de los tratamientos acolchados y cubierta flotante. Parte de los resultados obtenidos coincide con los trabajos realizados por Senni y Stewart (1989) quienes observaron que los períodos de cobertura más largos tendían a disminuir el rendimiento comercial en el cultivo de apio dulce (*Apium graveolens*) cultivares “Utah 52-70” y “Florida 683”, en cambio, no concuerdan con los resultados de Carrillo et al (1992) quienes evaluaron distintos períodos de cobertura en pimiento morrón, encontrando que los que permanecieron más tiempo cubiertos obtuvieron mayor producción con respecto al testigo.**

Rendimiento Rezaga

**Al analizar estadísticamente los resultados de esta variable se encontró diferencia estadística significativa entre tratamientos Cuadro 7. El tratamiento Acolchado registró 2.8 t.ha<sup>-1</sup> promedio, de rendimiento rezaga, seguido por los tratamientos ACFV, ACFB y ACFM que registraron 2.443, 2.441 y 2.352 t.ha<sup>-1</sup> respectivamente; lo cual no es favorable sería de esperarse que a menor rendimiento rezaga se obtuvieron mayor rendimiento comercial, lo que no sucedió en este caso, ya que el tratamiento A obtuvo el mayor valor tanto de rendimiento rezaga como de rendimiento precoz, comercial y por consecuencia el rendimiento total.**

**En base a estos resultados de rendimiento rezaga, el mejor tratamiento resultó ser el testigo con solo 0.964 t.ha<sup>-1</sup>, sin embargo esto no se reflejó en ninguno de los demás tipos de rendimiento, ya que ocupó el último lugar: 0.86, 13.462 y 14.427 t.ha<sup>-1</sup> para rendimiento precoz, comercial y total respectivamente.**

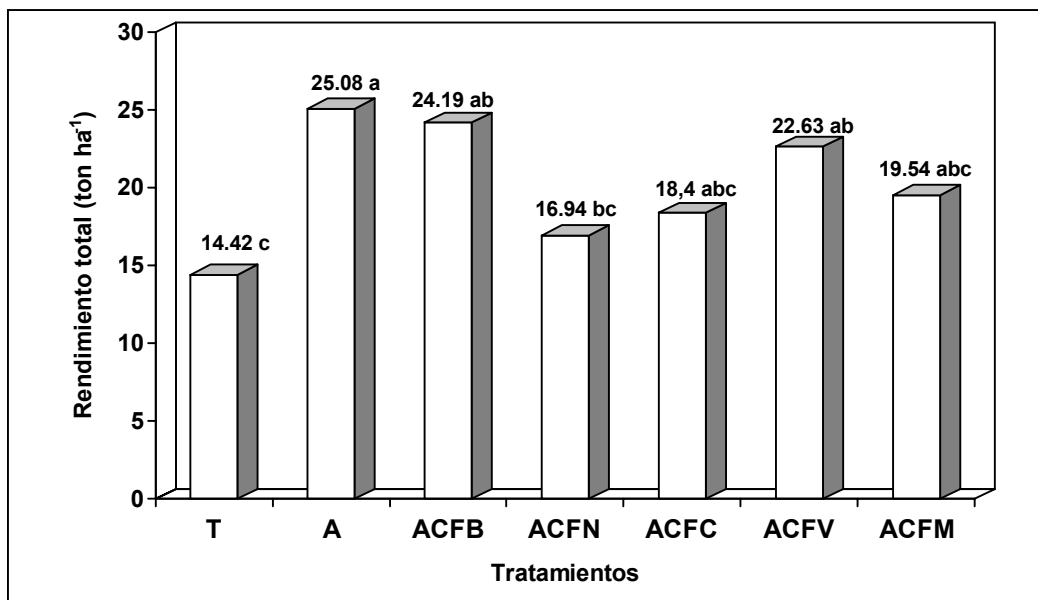


**Figura 8. Efecto del acolchado y cubiertas flotantes en el rendimiento rezaga de pimiento morrón.**

**En pimiento, el follaje de las plantas es razonablemente tolerante a las altas temperaturas, bajo las cubiertas es dañado a temperaturas arriba de 30 °C. Si comparamos la cobertura del acolchado con la del testigo a los 94 ddt, encontramos que el testigo presentaba mayor cobertura lo que seguramente protegió mejor los frutos que en el acolchado, siendo esto una posible explicación al rendimiento rezaga del acolchado.**

#### Rendimiento Total

**Los resultados muestran para esta variable una diferencia altamente significativa entre tratamientos Figura 9. Todos los tratamientos superaron al testigo, el más alto rendimiento correspondió al acolchado con 25.083 t.ha<sup>-1</sup>, superando con 0.89 y 2.245 t.ha<sup>-1</sup> a los tratamientos ACFB y ACFV, representando incrementos de 3.67 y 10.8% respectivamente, siendo el testigo el tratamiento con menor rendimiento.**



**Figura 9. Efectos del acolchado y cubiertas flotantes en el rendimiento total de pimienta morrón.**

**Lo anterior indica que todos los tratamientos con acolchado y cubiertas flotantes superaron al testigo, siendo el mejor el tratamiento con acolchado solo el cual superó con 10.656 t.ha<sup>-1</sup> al testigo. De los tratamientos con acolchado más cubierta flotante, resultó superior el tratamiento ACFB, en tanto que el**



**tratamiento ACFN obtuvo el menor rendimiento total con 16.945 t.ha<sup>-1</sup>, superando al testigo con 2.518 ton.**

Cuadro 7. Comportamiento del rendimiento precoz, comercial, rezaga y total en el cultivo de pimiento morrón bajo diferentes tratamientos de acolchado y cubiertas flotantes

Tratamiento	Rendimiento t.ha <sup>-1</sup>			
	Precoz	Comercial	Rezaga	Total
ACOLCHADO	4.750 a	22.277 a	2.806 a	25.083 a
ACFB	4.244 ab	21.752 a	2.441 ab	24.193 ab
ACFM	3.161 abc	17.195 ab	2.352 ab	19.547 abc
ACFV	3.002 abc	20.195 ab	2.443 ab	22.638 ab
ACFC	2.314 bcd	16.311 ab	2.089 ab	18.400 abc
TESTIGO	0.860 cd	13.462 b	0.964 b	14.427 c
ACFN	0.561 d	15.070 ab	1.875 ab	16.945 bc
CV	59.53	26.98	50.69	26.56
DMS (0.05)	2387.1	7229.7	1610.9	7962

Tratamientos con la misma literal en cada columna son iguales al 0.05 de probabilidad

## **CONCLUSIONES**

El uso del acolchado y las cubiertas flotantes tienen efecto sobre la fisiología del pimiento morrón, ya que influyeron en cierta manera sobre la fotosíntesis, y al microclima en torno a la planta, la resistencia estomática también fue modificada, no hubo efecto sobre la transpiración del pimiento morrón ..

El uso de cubiertas flotantes de diferentes colores no tuvieron influencia positiva sobre el rendimiento del cultivo ya que al mayor rendimiento se obtuvo con el acolchado plástico solo.

El acolchado plástico mas cubiertas flotantes influyen de manera significativa sobre la variable altura de planta, pero no en relación con la variable cobertura.

El uso de las cubiertas flotantes en combinación con el acolchado tienen una influencia positiva sobre la producción de biomasa en el cultivo de pimiento morrón. De igual manera influyen sobre la precocidad del cultivo. El acolchado plástico solo influyó de manera significativa al incrementar el rendimiento total, en comparación con el testigo, sin embargo, al utilizar el acolchado plástico en combinación con las cubiertas flotantes no hubo influencia sobre el rendimiento.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación, no se recomienda el uso de cubiertas flotantes en el cultivo del pimiento morrón , y se sugiere el uso de acolchado plástico solo.

## BIBLIOGRAFIA

**Alexander, P. 1992. Biología. Prentice Hall. New Jersey. U.S.A. pp. 57-61**

Aserca, 1998. Claridades Agropecuarias. Editorial Abriendo Surcos. No. 56, Abril,1998.

**Biblioteca de Agricultura. 1997. Tomo Horticultura. Editorial Idea Books. Volumen 3. Barcelona, España. pp. 769**

**Baruch, R.B. Abraham. 1983. Solar heation of the soli effect on weed control and soil – incorpored herbicides. Weed Science. Vol. 31, pp. 819 – 825.**

**Bidwell S., R.G. 1990. Fisiología Vegetal. 1ª Edición en Español. 1ª Reimpresión. A.G.T. Editor, S.A. México, D.F.**

Burgueño C., J. H. 1982. Comportamiento del pimiento morrón c.v Yolo Wonder *Capsicum annuum* var. gossum sendt. bajo acolchado plástico. Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.

**Cantwell M. 1989. Postharvest handling of Bell Peppers. Progress Report. Dept. Veg. Crops. UC Davis. December 5, 1989.**

**Casseres, E. 1981. Producción de hortalizas. Tercera edición (1° reimpresión). Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José, Costa Rica.**

**Castaños C., M. 1993. Horticultura. Manejo simplificado. Colección Fénix. UACH. pp. 240-243**

**Chávez M., B. 1990. Efecto de las cubiertas flotantes y el acolchado plástico en el desarrollo y rendimiento de calabacita *Cucurbita pepo* L. cv Gray Zucchini. Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.**

**Chen, Y. y J. Katan. 1980. Effect of solar heating of soil by transparent polyethylene mulching on the chemical properties, *Soli Science*. Vol. 130. Pag. 271- 277.**

**Claridades Agropecuarias. 1998. De nuestra cosecha. El chile verde y su trascendencia cultural. Publicación periódica. Organo de Difusión de Apoyos y Servicios a la Comercialización**

**Agropecuaria (ASERCA). Editorial Abriendo Surcos. México.**

**Conde N., J. 1998. Determinación del efecto del acolchado plástico y las cubiertas flotantes, sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento de chile pimiento morrón *Capsicum annuum* L. en túnel. Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.**

**Damián G., D. 1999. Efecto del acolchado y diferentes colores de cubiertas flotantes sobre los caracteres agronómicos de pimiento morrón *Capsicum annuum* L. cv Júpiter. Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.**

**Daponte F., T.L. and P. Verschaeren. 1994. New photoselective films for use in horti and agriculture. 13<sup>th</sup> International Congress of CIAPA (Comité International des Plastiques en Agriculture. 8-11 March, 1994. Verona, Italia**

**De la Rosa I., M. 1997. Apuntes de Fisiología Vegetal. Curso de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 22 pp.**

**De Robertis E., D.P.; A.F. Saez; E.M.F. De Robertis. 1977. Biología Celular. 9<sup>a</sup> Edición. Editorial El Ateneo. Buenos Aires, Argentina. pp. 43-58**

Díaz-Infante M., G. 1988. Fotosíntesis, Conductancia Estomática y Transpiración del Frijol *Phaseolus vulgaris* L. Bajo Condiciones de Campo. Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.

**Drew. M.C. 1979. Plants responses to anaerobic condition in soil and solution culture. Current Advances in plant science. 36: 1- 14.**

**Dubois, P. 1978. Plastics in agriculture. Applied Science Publ. London.**

**Duchesne R., M., 1990. The use of rowcover as a portection against the colorado potato beetle. Proc. Natl. Agr. Plastics Congress. 22 : 84 (Abstract).**

**Flores, V.J. 1996. Caracterización agronómica de películas fotoselectivas para acolchado en el cultivo de chile Anaheim con fertirrigación. Tesis Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.**

Goyal R. Megh et al. 1984. How plastic mulch types affect growth parameters of drip irrigated summer peppers. Vol. LXVIII, No. 4, Oct.

Halfacre G., R y Barden A., J., 1984. Horticultura. A.G.T. Editor, S.A. México. pp. 295-298.

**Ham, J.M., et. Al. 1993. Las características ópticas del acolchado plástico afectan el regimen de**

**temperatura en el campo. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 118(2): 1888 – 1993.**

Hemphill D., D. Jr. and N. S. Mansour. 1986. Response of muskmelos to three floating row cover. Journal American. Soc. HortSc. 111 (4): pp 513-517.

**Hochmuth, G. 1995. Maneje mejor el nitrógeno con acolchados plásticos. Publicación Periódica. Revista Productores de Hortalizas. Año 4, No.9. Septiembre, 1995. Meister Publishing Co. pp. 52-53.**

**Hernández D., J. 1994. Apuntes del Curso de Fisiología de Hortalizas. Maestría en Horticultura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.**

Hsiao T., C.; E. Fereres; E. Acevedo and D.W. Heenderson. 1976. F. Water Stress and Dinamics of Growth and Yield of Crop Plants: in Ecological Studies 19. Spinger Verlag, New York Heidelberg Berlin.

**Ibarra J., L. y A. Rodríguez. 1991. Acolchado de suelos con películas plásticas. Primera Edición. Editorial Limusa, S.A. de C.V. México.**

**Jolliffe P., A. and M.M. Gaye. 1995. Dynamics of growth and yield component responses of bell peppers *Capsicum annuum* L. to row covers and population density. Scientia Horticulturae. 62 : 3, 153-164.**

**Kader A., A. 1992. Indices de Madurez, Factores de Calidad, Normalización e Inspección de Productos Hortícolas. En: Yahia, E.M. (Ed.). Fisiología y Tecnología Postcosecha en Productos Hortícolas. 1ª Edición. Editorial Limusa. México.**

**Lara Z., M.A. 1993. Efecto del uso de películas fotoselectivas de plástico para acolchado de suelos en el cultivo de pimiento morrón *Capsicum annuum* L. cv Yolo Wonder. Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.**

Linares M., J.E. 1993. Efecto de películas fotoselectivas de plástico para acolchado de suelos en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*) cv. Charleston gray. Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. pp. 58.

**Lira S., R.H. 1994. Fisiología Vegetal. 1ª Edición. Editorial Trillas, S.A. de C.V. México, D.F.**

**Lorenz, A.O. and D.N. Maynard. 1988. Knott's Handbook for vegetable growers. Third Edition. A Wiley-Interscience Publication. U.S.A.**

**Loy J., B. and O.S. Wells. 1982. A comparison of slitted polyethylene and spunbonded polyester for plant row covers. HortScience. 17 (3) : 406-407.**

Ludlow M., M. 1982. Microclima y Relaciones Planta-Agua. Desierto y Ciencia. Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA). Saltillo, Coahuila. pp. 33-35.



Maeda, M.C. 1987. Efecto sobre el microambiente subterráneo y aéreo al utilizar una película de plástico como arropado. Informe de investigación. SARH-PRONAPA.

**Mahrer, H; et, al. 1984. Temperature and moisture regimes in soil mulched with transparent polyethylene. Soil Science Society of America. Vol. 48. Pag. 362 – 367.**

Martínez S., A. 1999. Evaluación de Dos Cultivares de Pimiento Morrón *Capsicum annuum* L. Bajo Sistema de Acolchado de Suelos y Riego por Goteo. Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.

**Mc Collum, J.P. 1980. Vetable crops. The interstate Printer & Publishers, Inc. Danville, Illinois.**

Ortiz S., C. 1987. Elementos de Agrometereología Cuantitativa. 3<sup>a</sup> Edición, Departamento de Suelos. Universidad Autónoma Chapingo, México.

**Palomar O., F. 1988. Nuevas Técnicas en Horticultura. Confederación Española de Cajas de Ahorros M. P. Y Caja de Ahorros de Almería.**

**Purser, J. 1993. Using plastics mulch and row covers to produce vegetables in Alaska. Revista Plasticulture No. 99 – 1993/3. pp. 11-18. París, Francia.**

**Quero G. E. 1991. Agroplasticultura: tecnología aplicada a la horticultura de exportación (Y)**

**revista hortalizas, frutas y flores. No. 4, Abril 30, 1991. Editorial Año Dos Mil, S.A.**

**Reiners, S. and P.J. Nitzsche. 1993. Rowcovers improve early season tomato production. HortTechnology. April/June. pp. 197-199**

**Rodríguez L., M. E. 1994. Cubiertas Flotantes en Hortalizas. Monografía. Licenciatura. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila.**

**Rodríguez, J.L. 2001. Análisis de la producción de chiles y pimientos. Publicación Periódica. Revista Productores de Hortalizas. Año 10, No.7. Julio, 2001. Meister Publishing Co. Pág. 40-46**

Rojas G., M. 1984. Fisiología Vegetal Aplicada. 2ª. Edición. Editorial Mc Graw-Hill. México. 292 pp.

**Salazar G. 1995. Tecnología que aumenta rendimiento de hortalizas, flores y frutas. Publicación periódica. Editorial Año Dos Mil, S.A. México, D.F. 12 pp.**

**Salisbury B., F. 1994. Fisiología Vegetal. Grupo Editorial Iberoamérica. Versión al español de la obra: Plant Physiology Fourth Edition.**

**Sánchez L., A. 1995. Apuntes de Producción e Hortalizas de Clima Cálido. Maestría en Horticultura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.**

Sandoval M., M. 1993. Determinación de Unidades Calor en el cultivo de Zanahoria *Daucus carota* L. var. Nantes Strong con el uso de Cubiertas Flotantes. Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.

**Santiago, J. de. 2000. Manejo Integral de Formulaciones. Publicación Periódica. Revista Productores de Hortalizas. Año 9, No.9. Septiembre, 2000. Meister Publishing Co. Pág. 10-14.**

Senni, S y K.A. Stewart. 1989. XII Congreso Internacional de Plásticos en la Agricultura (Parte II). (internet).

**Serrano C., Z. 1990. Técnicas de invernadero. PAO. Suministros Gráficos, S.A. Sevilla, España.**

**Siller C., J.H. 2000. Análisis de la Horticultura en México. Publicación Periódica. Revista Productores de Hortalizas. Año 9, No.10. Octubre, 2001. Meister Publishing Co. Pág. 8-12**

**Splittstoesser E., W. 1979. Vegetable growing Handbook. AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut. U.S.A**

**UNPH (Unión de Organismos de Productores de Hortalizas y Frutas). 1987. Descripción del proceso de empacado, maquinaria que se emplea en tomate, pepino y chile Bell de exportación. Boletín Bimestral. Año 14. Marzo-Abril, 1987.**

**UNPH (Unión de Organismos de Productores de Hortalizas y Frutas). 1979. Normas Norteamericanas de Calidad para Chile Dulce. 2ª Edición. Editado por Subgerencia Técnico-Comercial. Julio, 1979.**

**Valadez, L. A. 1993. Producción de hortalizas. Tercera reimpresión, Editorial Limusa. S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores, México, D.F.**

**Valadez, L. A. 1994. Producción de hortalizas. Cuarta reimpresión. Editorial Limusa. S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores, México, D.F.**

**Valadez, L. A. 1996. Producción de hortalizas. Quinta reimpresión. Editorial Limusa. S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores, México, D.F.**

**Vilmorín, D.F. 1976. El cultivo del pimiento dulce tipo Bell. Editorial Diana. México, D.F.**

Villalpando I., J.F. 1984. Metodología de Investigación en Agricultura. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Consejo Directivo de la Investigación

Agrícola, Pecuaria y Forestal. Curso de Orientación para Aspirantes e Investigadores de INIP, INIF e INIA (T.C.). pp. 48 - 56.

Weiss D. 1995. Cubiertas de plástico para invernadero como filtro lumínico para controlar el desarrollo vegetativo. Memorias del Simposium Internacional de Tecnologías Agrícolas con Plásticos. León, Guanajuato. 5-7 Octubre, 1995.

Wells O., S. and J.B. Loy. 1985. Rowcovers: A changing landscape. HortScience. 20 (5): 800.

Wells O., S. and J.B. Loy. 1993. Rowcovers and high Tunnels Enhance Crop production in the Northeastern United State. Hort Technology. Vol. Jan/march 3 (1): 92.

**White, J.G. 1987. Plastic mulch, row cover use growing with drip. Micro irrigation, pp. 4-6.**

**Whittingham C., P. 1976. El mecanismo de la fotosíntesis. Traducción del In. The mechanism of photosynthesis por P. Estévez López. Editorial Blume. Madrid, España. 176 pp.**

**Wilder V., R. 1990. Degradables. Revista de Plásticos Modernos. No. 408. Junio, 1990. España.**

**Wolfe D., W., L.D. Albright and J. Wyland. 1989. Modeling rowcover effects on microclimate and yield: I. Growth response on tomato and cucumber. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114 (4) : 562-568.**

# APENDICE

**Cuadro 8. Comparación de medias de las variables que caracterizan la fisiología del cultivo de pimiento morrón con acolchado y cubiertas flotantes. CIQA 1998.**

Tratamiento	Fotosíntesis ( $\mu \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )			Transpiración ( $\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )			Conductancia estomática ( $\text{cm s}^{-1}$ )		
	77 ddt	98 ddt	105 ddt	77 ddt	98 ddt	105 ddt	77 ddt	98 ddt	105 ddt
<b>TESTIGO</b>	<b>9.040</b>	<b>11.577</b>	<b>8.233</b>	13.610 ab	13.562 a	10.115 a	1.190 b	1.350 a	0.757
<b>ACOLCHADO</b>	<b>10.605</b>	<b>9.792</b>	<b>11.038</b>	13.945 ab	11.245 ab	11.915 a	1.328 ab	0.962 abc	1.150
ACFB	10.133	9.435	6.945	18.125 a	12.840 a	10.850 a	1.582 a	1.145 abc	0.857
ACFN	10.350	7.877	8.075	13.608 ab	10.878 ab	12.605 a	1.130 b	0.800 bc	1.052
ACFC	11.323	7.025	10.753	12.578 b	10.518 ab	13.105 a	1.008 b	0.755 c	1.255
ACFV	9.960	7.305	9.103	11.930 b	8.870 b	12.788 a	1.013 b	0.653 c	1.125
ACFM	8.263	8.315	7.182	12.390	13.592 a	10.128 a	1.037 b	1.272 ab	0.740
DMS (0.05)	NS	NS	NS	<b>2.088</b>	<b>3.59</b>	<b>NS</b>	0.3843	0.5142	NS
	Resistencia estomática ( $\text{s cm}^{-1}$ )			Humedad Relativa (%)			Dióxido de carbono ( $\text{m l l}^{-1}$ )		
	77 ddt	98 ddt	105 ddt	77 ddt	98 ddt	105 ddt	77 ddt	98 ddt	105 ddt
<b>TESTIGO</b>	0.910 ab	0.793 b	1.598	44.568 ab	45.510	38.980 b	210.82 b	238.92 ab	257.32 ab
<b>ACOLCHADO</b>	0.778 ab	1.210 ab	1.087	48.313 ab	42.715	43.965 ab	210.04 b	229.46 ab	268.12 a

ACFB	0.635 b	0.888 b	1.495	49.148 a	46.703	41.438 ab	211.04 b	217.33 b	236.35 abc
ACFN	0.910 ab	1.330 ab	1.110	43.307 ab	40.205	45.715 ab	228.42 ab	230.12 ab	213.12 c
ACFC	1.052 a	1.487 ab	0.820	41.705 b	41.747	48.068 a	267.18 a	228.77 ab	221.85 bc
ACFV	1.042 a	1.912 a	0.942	45.935 ab	38.097	44.020 ab	241.69 ab	265.74 a	215.20 c
ACFM	1.028 a	0.955 b	1.522	45.393 ab	46.555	39.347 b	219.37 b	233.26 ab	231.64 abc
DMS (0.05)	0.316	0.86	NS	<b>6.73</b> <b>0</b>	<b>NS</b>	8.679	41.188	40.993	40.09

**Cuadro 9. Condiciones microclimáticas de un cultivo de pimiento morrón bajo condiciones de acolchado y cubiertas flotantes. CIQA 1998.**

<b>Edad</b>	<b>Radiación</b>	<b>Th</b>	<b>Ta</b>	<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>HR</b>
<b>(ddt)</b>	<b>(<math>\mu</math> mol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>)</b>	<b>(°C)</b>	<b>(°C)</b>	<b><math>\mu</math> L L<sup>-1</sup></b>	<b>(%)</b>
<b>77 TESTIGO</b>	1767.67 a	<b>35.6</b> <b>8 ab</b>	<b>35.5</b> <b>1 c</b>	210.82 b	44.56 8 ab
<b>77 ACOLCHADO</b>	1705.67 b	<b>35.5</b> <b>0 ab</b>	<b>35.6</b> <b>8 bc</b>	210.04 b	48.31 3 ab
<b>77 ACFB</b>	1729.42 ab	<b>34.9</b> <b>6 b</b>	<b>35.6</b> <b>4 bc</b>	211.04 b	49.14 8 a
<b>77 ACFN</b>	1740.42 ab	<b>35.8</b> <b>5 ab</b>	<b>35.6</b> <b>7 bc</b>	228.42 ab	43.30 7 ab
<b>77 ACFC</b>	1728.75 ab	<b>36.1</b> <b>3 ab</b>	<b>35.9</b> <b>6 ab</b>	267.18 a	41.70 5 b
<b>77 ACFV</b>	1752.83 ab	<b>36.2</b> <b>4 ab</b>	<b>36.0</b> <b>2 a</b>	241.69 ab	45.93 5 ab
<b>77 ACFM</b>	1784.09 a	<b>36.3</b> <b>6 a</b>	<b>36.0</b> <b>5 a</b>	219.37 b	45.39 3 ab
<b>98 TESTIGO</b>	1738.67 b	<b>34.4</b> <b>4 b</b>	<b>34.6</b> <b>1</b>	238.92 ab	45.51 0



<b>98 ACOLCH ADO</b>	1811.34 ab	<b>35.3 6 ab</b>	<b>34.5 7</b>	229.46 ab	42.71 5
<b>98 ACFB</b>	1748.42 b	<b>35.2 0 ab</b>	<b>34.7 9</b>	217.33 b	46.70 3
<b>98 ACFN</b>	1827.17 ab	<b>35.9 4 ab</b>	<b>35.1 1</b>	230.12 ab	40.20 5
<b>98 ACFC</b>	1783.92 ab	<b>36.7 7 a</b>	<b>35.0 1</b>	228.77 ab	41.74 7
<b>98 ACFV</b>	1824.00 ab	<b>35.9 5 ab</b>	<b>34.7 2</b>	265.74 a	38.09 7
<b>98 ACFM</b>	1884.42 a	<b>35.6 0 ab</b>	<b>35.0 5</b>	233.26 ab	46.55 5
<b>105 TESTIGO</b>	1806.83 ab	<b>35.9 3</b>	<b>34.5 7</b>	257.32 ab	38.98 0 b
<b>105 ACOLCH ADO</b>	1667.25 b	<b>34.8 9</b>	<b>34.7 9</b>	268.12 a	43.96 5 ab
<b>105 ACFB</b>	1747.25 ab	<b>35.8 1</b>	<b>34.6 7</b>	236.35 abc	41.43 8 ab
<b>105 ACFN</b>	1718.42 a	<b>36.4 3</b>	<b>35.2 8</b>	213.12 c	45.71 5 ab
<b>105 ACFC</b>	1810.58 ab	<b>34.7 2</b>	<b>34.3 9</b>	221.85 bc	48.06 8 a
<b>105 ACFV</b>	1807.75 ab	<b>35.3 0</b>	<b>35.1 1</b>	215.20 c	44.02 0 ab
<b>105 ACFM</b>	1859.84 a	<b>36.1 8</b>	<b>35.0 5</b>	231.64 abc	39.34 7 b

**Th = Temperatura de hoja; Ta = Temperatura de hoja**

**CO<sub>2</sub> = Concentración de CO<sub>2</sub>; HR = Humedad relativa**

**Cuadro 10. Comparación de medias de las variables que caracterizan la fisiología del cultivo de pimiento morrón con acolchado y cubiertas flotantes. CIQA 1998.**

Tratamiento	Diámetro de tallo (cm)			Altura de planta (cm)			Cobertura (cm <sup>2</sup> )		
	77 ddt	98 ddt	105 ddt	77 ddt	98 ddt	105 ddt	77 ddt	98 ddt	105 ddt
<b>TESTIGO</b>	<b>0.69</b> bc	<b>1.32</b> b	<b>1.53</b> ab	24.42 bc	37.44 b	48.08 ab	832. 6	1855.3	1860. 5
<b>ACOLCHADO</b>	<b>0.61</b> cd	<b>1.24</b> b	<b>1.60</b> ab	22.27 d	36.49 b	49.37 ab	868. 7	1819.0	1780. 5
ACFB	0.68 bc	1.24 b	1.62 ab	22.95 cd	36.52 b	47.58 ab	1003 .2	1701.2	1887. 8
ACFN	0.54 d	1.03 c	1.41 b	19.95 e	36.78 b	45.16 ab	925. 5	1813.1	1662. 1
ACFC	0.73 ab	1.17 bc	1.50 ab	23.67 bcd	36.12 b	47.16 ab	793. 2	1722.6	1495. 8
ACFV	0.81 a	1.43 a	1.64 a	29.4 a	45.33 a	53.35 a	895. 4	1613.2	1704. 1
ACFM	0.60 cd	1.15 bc	1.53 ab	25.17 b	36.29 b	43.87 b	776. 6	1489.2	1815. 2
C.V.	10.11	8.11	9.45	<b>5.87</b>	<b>12.04</b>	<b>12.68</b>	20.74	23.88	21.5
DMS (0.05)	0.10	0.14	0.21	<b>2.09</b>	<b>6.77</b>	<b>9.00</b>	NS	NS	NS

**Cuadro 11. Comparación de medias de peso seco de hojas, peso seco de tallos y peso seco de plantas en el cultivo de pimiento morrón con acolchado y cubiertas flotantes.**

Tratamiento	Peso seco de hoja (g/planta)			Peso seco del tallo (g/planta)			Peso seco de la planta (g/planta)		
	35ddt	65 ddt	94 ddt	35ddt	65 ddt	94 ddt	35ddt	65 ddt	94 ddt
<b>TESTIGO</b>	1.73 de	8.74 b	10.80 d	0.97 cd	5.18 d	8.12 c	2.70 de	13.92 b	18.92 d
<b>ACOLCHADO</b>	4.67 a	14.67 a	20.39 bc	2.38 a	10.40 a	17.85 a	7.05 a	25.07 ab	38.25 bc
ACFB	2.97 bc	10.72 ab	17.21 cd	1.52 b	7.73 bc	12.14 bc	4.50 bc	18.44 ab	29.36 cd
ACFN	1.23 e	10.35 ab	17.26 cd	0.67 d	6.96 bcd	11.31 bc	1.90 e	17.31 ab	28.58 cd
ACFC	2.28 cd	9.24 b	20.71 bc	1.35 bc	7.61 bc	15.89 ab	3.74 cd	16.85 b	36.60 bc

ACFV	3.59 b	11.25 ab	24.71 ab	2.13 a	8.57 ab	17.55 a	5.72 ab	29.73 a	42.26 ab
ACFM	3.76 ab	9.06 b	30.27 a	2.47 a	5.79 cd	21.11 a	6.23 a	14.86 b	51.38 a
C.V.	21.41	28.91	24.43	20.27	20.56	24.21	20.55	44.09	23.92
DMS (0.05)	0.92	4.54	7.33	0.49	2.28	5.34	1.39	12.74	12.46

Cuadro 12. Comparación de medias que caracterizan el rendimiento del cultivo de pimienta morrón con acolchado y cubiertas flotantes

Rendimiento (ton ha <sup>-1</sup> )				
Tratamiento	Precoz	Comercial	Rezaga	Total
ACOLCHA DO	4.750 a	22.277 a	2.806 a	25.083 a
ACFB	4.244 ab	21.752 a	2.441 ab	24.193 ab
ACFM	3.161 abc	17.195 ab	2.352 ab	19.547 abc
ACFV	3.002 abc	20.195 ab	2.443 ab	22.638 ab
ACFC	2.314 bcd	16.311 ab	2.089 ab	18.400 abc
TESTIGO	0.860 cd	13.462 b	0.964 b	14.427 c
ACFN	0.561 d	15.070 ab	1.875 ab	16.945 bc
CV	59.53	26.98	50.69	26.56
DMS (0.05)	2387.1	7229.7	1610.9	7962

**Cuadro 13. Análisis de varianza y cuadrados medios de la fotosíntesis, transpiración y conductancia estomática en el cultivo de pimienta morrón con acolchado y cubiertas flotantes.**

F.V.	G .L	<b>Fotosíntesis</b> ( $\mu$ mol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )	<b>Transpiración</b> (mmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )	<b>Conductancia</b> <b>estomática</b> (cm s <sup>-1</sup> )
------	---------	--	---	---

		<b>77 ddt</b>	<b>98 ddt</b>	<b>105 ddt</b>	<b>77 ddt</b>	<b>98 ddt</b>	<b>105 ddt</b>	<b>77 ddt</b>	<b>98 ddt</b>	<b>105 ddt</b>
Tratamiento	6	4.121 NS	10.376 NS	10.536 NS	4.77 5 *	12.412 *	6.471 NS	0.0187 *	0.0298 **	0.0170 NS
Repetición	3	12.70 0	20.503	21.234	8.27 2	3.853	7.814	0.0175	0.0096	0.0266
Error	18	9.313	13.0 73	12.898	1.97 7	5.839	7.159	0.0069	0.0125	0.0140
C.V.		30.66	41.27	40.99	<b>10. 56</b>	<b>20.7 5</b>	<b>22.9 8</b>	21.71	34.84	36.80

**Cuadro 14. Análisis de varianza y cuadrados medios de la resistencia estomática, humedad relativa y CO<sub>2</sub>**

F.V.	G.L.	Resistencia estomática (s cm <sup>-1</sup> )			Humedad Relativa (%)			Dióxido de carbono (m l l <sup>-1</sup> )		
		<b>77 ddt</b>	<b>98 ddt</b>	<b>105 ddt</b>	<b>77 ddt</b>	<b>98 ddt</b>	<b>105 ddt</b>	<b>77 ddt</b>	<b>98 ddt</b>	<b>105 ddt</b>
<b>Tratamiento</b>	<b>6</b>	0.09 65 *	0.617 7 *	0.384 0 NS	27.660 8 NS	44.068 4 NS	44.616 3 *	1796.5 4 *	912.34 *	1767.4 8 **
<b>Repetición</b>	<b>3</b>	0.12 24	0.211 7	0.564 2	95.328 2	21.208 6	43.289 2	410.17	2810.8 2	1299.6 8
Error	18	0.04 53	0.337 3	0.356 4	20.527 2	37.995 4	34.132 6	768.70	761.42	728.24
C.V.		23.46	47.41	48.73	9.96	14.30	13.56	12.21	11.75	11.49

**Cuadro 15. Análisis de varianza y cuadrados medios de radiación, temperatura del aire,**

F.V.	G.L.	Radiación ( $\mu$ mol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )	Temperatura del aire (°C)	Temperatura de la hoja (°C)
------	------	---	---------------------------	-----------------------------

		<b>77 ddt</b>	<b>98 ddt</b>	<b>105 ddt</b>	<b>77 ddt</b>	<b>98 ddt</b>	<b>105 ddt</b>	<b>77 ddt</b>	<b>98 ddt</b>	<b>105 ddt</b>
<b>Tratamiento</b>	<b>6</b>	2781. 58 *	10135. 76 *	25454. 33 *	0.182 **	0.195 NS	0.410 NS	0.954 *	2.126 *	1.700 NS
<b>Repetición</b>	<b>3</b>	97740 .45	10233 5.76	21117. 18	0.370	2.009	0.365	0.415	5.089	2.908
Error	18	1689. 70	7711.9 1	16142. 15	0.047	0.258	0.460	0.845	1.559	2.065
C.V.		2.35	4.87	7.04	0.60	1.45	1.94	2.56	3.60	4.03