

INFLUENCIA DEL ACOLCHADO Y LAS CUBIERTAS
FLOTANTES-TUNEL EN EL MICROCLIMA,
CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE
PIMIENTO MORRON Y MELON

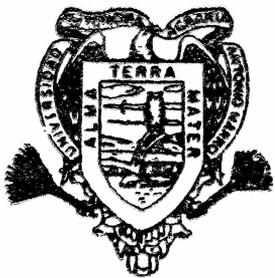


BIBLIOTECA
EGIDIO G. REBONATO
BANCO DE TESIS
U.A.A.A.N.

LUIS IBARRA JIMENEZ

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL GRADO DE DOCTOR EN
CIENCIAS AGRICOLAS AREA: HORTICULTURA



**Universidad Autonoma Agraria
Antonio Narro**

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista. Saltillo, Coah.

JUNIO DE 1999

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

SUBDIRECCION DE POSTGRADO

INFLUENCIA DEL ACOLCHADO Y LAS CUBIERTAS
FLOTANTES-TUNEL EN EL MICROCLIMA,
CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE PIMIENTO
MORRON Y MELON

TESIS

POR

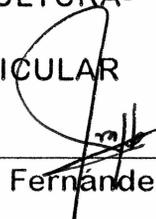
LUIS IBARRA JIMENEZ

Elaborada bajo la supervisión del Comité Particular de Asesoría y
aprobada como requisito parcial para optar al grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS AGRICOLAS
-AREA HORTICULTURA-

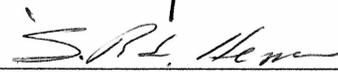
COMITE PARTICULAR

Asesor Principal:



Dr. José Manuel Fernández Brondo

Asesor:



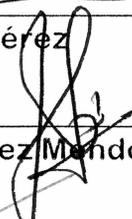
Dr. Sergio Alfredo Rodríguez Herrera

Asesor:



Dr. Juan Carlos Díaz Pérez

Asesor:

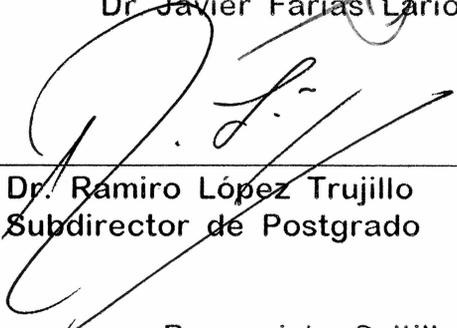


Dr. José Luis Hernández Mendoza

Asesor:



Dr. Javier Farías Larios



Dr. Ramiro López Trujillo
Subdirector de Postgrado

Buenavista Saltillo, Coahuila. Junio, 1999.

AGRADECIMIENTO

Al Centro de Investigación en Química Aplicada que me abrió generosamente sus puertas y me ha dado la oportunidad de superarme académicamente cada día, también por el apoyo para realizar la presente investigación.

A mis asesores:

Dr. José Manuel Fernández Brondo por ser mi asesor principal, por lo que ello significa, por su revisión y sugerencias al escrito.

Dr. Sergio A. Rodríguez Herrera por la orientación brindada durante mi estancia en la Universidad hasta la culminación de mis estudios.

Dr. Juan Carlos Díaz Pérez por su orientación, participación en el trabajo de campo, por su revisión y sugerencias al escrito.

Dr. José Luis Hernández Mendoza por su iniciativa en la implementación del Programa Interinstitucional de Ciencias Agrícolas y Forestales, PICAFA.

Dr. Javier Farías Larios por su revisión al presente escrito, por su alto sentido de responsabilidad.

Dr. Alfonso Reyes López por su participación en el PICAFA como maestro y Coordinador del Programa Docente en Horticultura.

COMPENDIO

1. Influencia del Acolchado y las Cubiertas Flotantes-Túnel en el Microclima y Rendimiento de Pimiento Morrón y Melón

POR

LUIS IBARRA JIMENEZ

DOCTORADO EN CIENCIAS

HORTICULTURA

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAH. JUNIO DE 1999.

Dr. José Manuel Fernández -Tutor-

Palabras clave: *Cucumis melo* L., *Capsicum annuum* L., acolchado, cubierta flotante, grados día, temperatura.

Cinco tratamientos de estudio fueron evaluados en un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones en melón y pimiento, en Saltillo, Coah., en 1996 y 1997. El objetivo central del estudio fue determinar el período óptimo de uso de cubierta flotante en la producción de biomasa, producción precoz y total empleando nueve fórmulas de grados-día. Los tratamientos fueron: 1) sin acolchado y sin cubierta flotante, Testigo, 2) Acolchado con polietileno negro (APN), 3) APN más cubierta flotante removida a los 10 días después de la siembra (dds) en melón y a los 20 días después del trasplante (ddt) en pimiento, 4) APN más cubierta flotante removida a los

20 dds en melón y a los 30 ddt en pimiento, 5) APN más cubierta flotante removida a los 32 dds y 40 ddt en melón y pimiento. En melón la fórmula convencional de GD-aire fue la que mejor se correlacionó con biomasa ($r=0.88$). La fórmula GD-suelo mostró los mayores valores para producción precoz y total ($r=0.93$ y 0.94 , respectivamente). Las correlaciones de biomasa y ambos tipos de producción no fueron consistentes en pimiento, obteniéndose correlaciones positivas entre esas variables y GD-aire en 1997, pero no en 1996. La diferencia en correlaciones entre cultivos, fue ocasionada por la alta frecuencia de días superiores a 35°C , que ocasionó detrimento en la producción de pimiento. Sin embargo, aumentó la producción precoz y total de melón hasta en 47 y 38 t ha^{-1} en 1996 y 38 y 29 t ha^{-1} en 1997. La acumulación de 596 GD suelo en melón ofreció los mejores resultados en el incremento de producción.

2. Análisis del Crecimiento de Melón y Pimiento con Acolchado y Cubierta Flotante-Tunel

Palabras clave: *Cucumis melo* L., *Capsicum annuum* L., análisis de crecimiento, acolchado plástico, cubierta flotante.

Cinco tratamientos fueron sorteados en un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones en melón y pimiento en Saltillo, Coah., México en 1996. El presente estudio tuvo como objetivo conocer el efecto del uso de acolchado solo o combinado con cubierta flotante en el crecimiento y producción precoz y total de melón y pimiento. Los tratamientos fueron: 1) sin acolchado y sin cubierta flotante, Testigo, 2) acolchado con polietileno negro (APN), 3) APN más cubierta flotante removida a los 10 días después de la siembra (dds) en melón y 20 días después del trasplante (ddt) en pimiento, 4) APN más cubierta flotante removida a los 20 dds en melón y a los 30 ddt en pimiento, y 5) APN más cubierta flotante removida a los 32

dds y 40 ddt en melón y pimiento. Las plantas de melón crecidas en acolchado más cubierta flotante presentaron generalmente en promedio mayores valores que las plantas del testigo en área foliar específica (AFE), Relación de área foliar (RAF), Tasa de crecimiento foliar relativo (TCFR), Tasa de crecimiento relativo (TCR), y Tasa de asimilación neta (TAN). En melón la producción precoz por efecto de cubierta más acolchado aumentó en promedio 45 t ha^{-1} , el testigo registró 13 t ha^{-1} ; asimismo la producción total se incrementó en promedio 34.0 t ha^{-1} . En pimiento el uso conjunto de acolchado y cubierta flotante generó excesiva temperatura lo que se reflejó en un rendimiento similar comparado con el APN el cual a su vez superó al testigo.

ABSTRACT

1. Influence of Soil Mulch and Rowcover-Tunnel in the Microclimate and Yield of Bell Pepper and Muskmelon

BY

LUIS IBARRA JIMENEZ

DOCTOR OF SCIENCE

HORTICULTURE

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAH. JUNE, 1999.

Dr. José Manuel Fernández -Adviser-

Key words: *Cucumis melo* L , *Capsicum annuum* L., mulch, rowcover, degree-days, temperature.

Five treatments were evaluated in a randomized block design with four replications in 1996 and 1997 in Saltillo, Coahuila, Mexico in muskmelon and bell pepper. The study was conducted to determine the best time of rowcover and its response in biomass and both early and total yield using nine degree-days formulas. The treatments were: 1) No mulch, no rowcover, Control, 2) Black plastic mulch (BPM), 3) BPM plus rowcover removed 10 days after seeding (das) in muskmelon and 20 days after trasplanting (dat) in bell pepper, 4) BPM plus rowcover removed 20 das in

muskmelon and 30 dat in bell pepper, 5) BPM plus rowcover removed 32 dds and 40 dat in muskmelon and bell pepper. In muskmelon the conventional formula DD-air was the best correlated with biomass ($r=0.88$); the formula DD-soil was the best correlated with early and total yield ($r=0.93$ and 0.94 , respectively). Both early and total yield of bell pepper were correlated with DD-soil, obtaining positive correlations between that variables and DD-soil in 1997, but not in 1996. The difference in correlations between crops was due to presence of several days over 35°C that caused a reduction of yield in bell pepper. However, BPM plus rowcover increased early and total yield of muskmelon until 47 and 38 t ha^{-1} in 1996 and 38 and 29 t ha^{-1} in 1997. The highest yield was obtained with 596 DD-soil in muskmelon.

2. Growth Analysis of Muskmelon and Bell Pepper with Mulch and Rowcover-Tunnel.

Key words: *Cucumis melo* L., *Capsicum annuum* L., growth analysis, mulch, rowcover.

Five treatments were evaluated in a randomized block design with four replications in muskmelon and bell pepper in Saltillo, Coah., Mexico in 1996. The present study was conducted to know the effect of soil mulch alone or combined with rowcovers in the growth and early and total yield of bell pepper and muskmelon. The treatments were: 1) no mulch, no rowcover, Control, 2) black plastic mulch alone (BPM), 3) BPM plus rowcover removed 10 days after seeding (das) in muskmelon and 20 days after trasplanting (dat) in bell pepper, 4) BPM plus rowcover removed 20 das in muskmelon and 30 dat in bell pepper, 5) BPM plus rowcover removed 32 das and 40 dat in muskmelon and bell pepper. Plants under soil mulching plus rowcover in

muskmelon presented generally higher values of leaf area (LA), Dry weight (DW) Specific leaf area (SLA), Leaf area relation (LAR), Growth relative rate (GRR), Growth relative foliar rate (GRFR) and Net assimilation rate (NAR) compared to the control. Early yield of muskmelon plants under soil mulch plus rowcover was increased by 45 t ha⁻¹ compared to the control (13 t ha⁻¹); total yield was increased by 34.0 t ha⁻¹. Under the conditions of this experiment, it is not recommended to use soil mulch plus rowcover in bell pepper because plant growth and yield may be affected by the excessive heat conditions under the row cover.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS	x
INDICE DE FIGURAS	xiii
INTRODUCCION	1
1. INFLUENCIA DEL ACOLCHADO Y LAS CUBIERTAS FLOTANTES-TUNEL EN EL MICROCLIMA Y RENDIMIENTO DE PIMIENTO MORRON Y MELON	4
INTRODUCCION	4
MATERIALES Y METODOS	6
RESULTADOS Y DISCUSION	11
CONCLUSIONES	18
LITERATURA CITADA	19
2. ANALISIS DE CRECIMIENTO EN MELON Y PIMIENTO CON ACOLCHADO Y CUBIERTA FLOTANTE-TUNEL	27
INTRODUCCION	27
MATERIALES Y METODOS	29
RESULTADOS Y DISCUSION	34
CONCLUSIONES	42
LITERATURA CITADA	43
DISCUSION	55
CONCLUSIONES	62
LITERATURA CITADA	63

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Pág. No.
1.1	Datos ambientales en los tratamientos de acolchado y cubierta flotante, cuando la temperatura del aire excede valores de 35 °C y menores de 15 °C, factor de temperatura del suelo y transmitancia de luz para el intervalo de cubierta de 40 días en pimiento y 32 días en melón	21
1.2	Efecto del acolchado y las cubiertas flotantes en los grados-día acumulados (cuando la temperatura base de aire y suelo = 10 °C), temperatura máxima absoluta de aire y suelo y temperatura media de aire registrada durante el periodo de cubierta	22
1.3	Efecto del acolchado y las cubiertas flotantes en el rendimiento de pimiento y melón	23
1.4	Resumen de las mejores correlaciones en melón y pimiento entre diferentes fórmulas de grados-día, biomasa de planta, producción precoz y total	24
2.1	Grados-día aire y suelo y temperatura de aire y suelo y temperatura media de aire de melón y pimiento bajo acolchado y cubiertas flotantes	45
2.2	Area foliar (AF) en los cultivos de melón y pimiento bajo diferentes tratamientos de acolchado y cubierta flotante ...	46
2.3	Peso seco por planta (PS) en los cultivos de melón y pimiento bajo diferentes tratamientos de acolchado y cubiertas flotantes	47
2.4	Area foliar específica (AFE) en los cultivos de melón y pimiento bajo diferentes tratamientos de acolchado y cubiertas flotantes	48
2.5	Relación de peso foliar (RPF) en los cultivos de melón y pimiento bajo diferentes tratamientos de acolchado y cubiertas flotantes	49

Cuadro No.		Pág. No.
2.6	Tasa de crecimiento relativo (TCR) en los cultivos de melón y pimiento bajo diferentes tratamientos de acolchado y cubiertas flotantes	50
2.7	Relación de área foliar (RAF) en los cultivos de melón y pimiento bajo diferentes tratamientos de acolchado y cubiertas flotantes	51
2.8	Tasa de crecimiento foliar relativo (TCFR) en los cultivos de melón y pimiento bajo diferentes tratamientos de acolchado y cubiertas flotantes	52
2.9	Tasa de asimilación neta (TAN) en los cultivos de melón y pimiento bajo diferentes tratamientos de acolchado y cubiertas flotantes	53
2.10	Efecto del acolchado y las cubiertas flotantes en el rendimiento de melón y pimiento morrón	54

INDICE DE FIGURAS

Figura No.		Pág. No.
1.1	Masa seca, producción precoz y total en melón y su relación GD aire y suelo, con $T_{base} = 10\text{ °C}$	25
1.2	Masa seca, producción precoz y total en pimiento y su relación GD aire y suelo, con $T_{base} = 10\text{ °C}$	26

INTRODUCCION

Aunque algunas plantas pueden tolerar temperaturas inferiores al punto de congelación y superiores a los 35 °C, el crecimiento de la mayoría de las especies se encuentra restringido a un rango de temperatura determinado (entre 5 y 35 °C), por lo que las temperaturas durante la estación de crecimiento pueden ser un factor limitante en algunas latitudes (Jones, 1983).

Así, el conocimiento de los requerimientos de temperatura de un cultivo es importante en la determinación de su establecimiento y manejo.

Dos métodos han mostrado ser útiles en la obtención de dicho conocimiento:

- a) La longitud de la estación de crecimiento, determinada por el número de días en los que la temperatura permanece consistentemente sobre la temperatura umbral mínima (de 5° a 6 °C) (Mohd *et al.*,1987).
- b) Grados-día. Este método se basa en la relación directa entre la temperatura y el crecimiento y desarrollo de la mayoría de los cultivos, y consiste en la determinación del número de grados-día calculados como la suma de la de temperatura máxima y mínima diaria, dividida entre dos, menos la temperatura umbral base o mínima de crecimiento (Torres, 1995).

Como consecuencia de la modificación de la temperatura del aire y del suelo, ocasionada por el uso de acolchado plástico sólo o con cubierta flotante, la producción de algunos cultivos se ha duplicado o triplicado (Wells y Loy, 1981; Loy y

Wells, 1982; Warren y Gerber, 1983; Brown, 1984; Brown *et al.*, 1986). El acolchado plástico es una práctica cultural en varias partes del mundo (Robledo y Martín 1988).

El efecto de las cubiertas flotantes en el crecimiento de las plantas está bien documentado (Wells y Loy, 1985). Gerber *et al.*, (1983) encontraron un incremento significativo en el crecimiento y la producción temprana y tardía de melón cultivado con cubiertas flotantes-túnel.

El uso comercial del polietileno como cubierta flotante fue evaluado hace más de 40 años (Emmert, 1955). Poco tiempo después Waggoner (1960) realizó un balance de radiación para describir los principios físicos por las cuales las cubiertas flotantes alteran el microclima de las plantas. Desde entonces, los investigadores y productores agrícolas han conducido numerosos estudios para evaluar nuevos materiales, métodos de ventilación y técnicas de manejo.

La respuesta del crecimiento de los cultivos a las cubiertas flotantes, varía con la especie y los materiales usados (Wells y Loy, 1985; Wolfe *et al.*, 1989). Las respuestas de las solanáceas a las cubiertas flotantes ha sido inconsistente (Wolfe *et al.*, 1987). El cultivo de pimiento es sensible a temperaturas extremas, pero es probablemente uno de los que mejor responden a las variaciones de temperatura. El rendimiento de cucurbitáceas como pepino (Wolfe *et al.*, 1989) y sandía (Hassell, 1981) aumenta en su respuesta al uso por las cubiertas flotantes. Un beneficio adicional de las cubiertas es la protección contra vectores de virosis que ocasionan serios problemas a los cultivos (Natwick *et al.*, 1987).

El régimen de temperaturas producido por cada tipo de cubierta flotante es variable, por lo que para determinar la fecha óptima de su remoción es preferible utilizar el número de grados-día.

El objetivo general de este estudio determinar el efecto del acolchado y las cubiertas flotantes, sobre el crecimiento y rendimiento de pimiento y melón.

1. INFLUENCIA DEL ACOLCHADO Y LAS CUBIERTAS FLOTANTES-TUNEL EN EL MICROCLIMA Y RENDIMIENTO DE PIMIENTO MORRON Y MELON.

INTRODUCCION

En México se ha estudiado poco el efecto de las cubiertas flotantes sobre el rendimiento de los cultivos. En plantas de tomate sometidas a diferentes períodos de cobertura, se encontró que en períodos de cubierta de 30-58 días, los rendimientos variaron entre 71.6 a 88.9 t ha⁻¹, mientras que en el cultivo sin cubierta el rendimiento fue de 69.1 t ha⁻¹ (Carrillo, *et al.*, 1991). En otro ensayo con tomate en el que se evaluaron períodos de duración de cubierta flotante de 30 a 52 días, se encontró el mayor rendimiento con el menor período de cubierta (30 días) con 18.9 t ha⁻¹, mientras que durante 52 días registraron un rendimiento de 8.9 t ha⁻¹; el tratamiento testigo no alcanzó a producir frutos debido a la incidencia de virosis (Bonlam, 1991). Desafortunadamente en el estudio no explican las variaciones en el rendimiento.

Para muchas regiones hortícolas de México, aunque la producción fuera de temporada incrementa los costos de producción, por la inversión especial en prácticas culturales para incrementar el rendimiento se considera una opción económicamente rentable para muchos agricultores. Muchos productores han probado las cubiertas flotantes a nivel extensivo, pero no siempre han encontrado una ganancia en producción precoz y total.

La temperatura es indudablemente el factor ambiental más crítico para las plantas desarrolladas bajo cubiertas flotantes (Wells y Loy, 1985). En México, el

mercado de cubiertas se encuentra contraído, además de que se conoce poco acerca del efecto de éstas sobre el rendimiento.

En melón se ha encontrado una pobre respuesta a las cubiertas flotantes, debido a la presencia de períodos de temperatura por debajo de 16 °C y una respuesta similar a las cubiertas flotantes de polietileno, poliéster y polipropileno (Wells y Loy, 1985). En solanáceas los experimentos sobre el uso de cubiertas flotantes han mostrado tanto efectos benéficos como perjudiciales (Wolfe y Bell, 1987), por ejemplo, en el cultivo de pimiento el bajo rendimiento ha sido atribuído a temperaturas ambientales que alcanzaron 32 °C durante el período de floración y en cuya fase fenológica, debieron ser removidas estas cubiertas.

Los esfuerzos de la investigación con cubiertas flotantes han estado enfocados a proveer información específica para algunas regiones de Inglaterra (Rickard, 1975), Alemania (Seitz, 1976), Estados Unidos (Wells y Loy, 1985) y en México (Bonlam, 1991).

Los objetivos de este estudio fueron: 1) determinar el período óptimo de uso de cubierta flotante para lograr incrementar la producción precoz y total, y 2) obtener un modelo de regresión que mejor explique las variaciones en el rendimiento de los cultivos de melón y pimiento morrón. La hipótesis que se plantea en el presente estudio es que la temperatura de suelo puede explicar los cambios que ocurren en el sistema planta de manera similar que la temperatura de aire.

MATERIALES Y METODOS

El estudio de campo se realizó en la Estación Experimental del Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA) en Saltillo, Coahuila, cuyas coordenadas geográficas son 25° 27' de L.N. , 101° 02' de L.O. del meridiano de Greenwich y una altitud de 1610 msnm.

Los tratamientos de estudio fueron: 1) sin acolchado y sin cubierta flotante, Testigo, 2) acolchado con polietileno negro (APN) calibre 130, 3) APN más cubierta flotante (agribon 17), remoción temprana, a los 10 días después de la siembra en melón y 20 días después del trasplante (ddt) en pimiento morrón (ACFRT), 4) APN más remoción intermedia, 20 dds en melón y 30 ddt en pimiento (ACFRI) y 5) APN más remoción a los 32 dds en melón y 40 ddt en pimiento, remoción tardía (ACFRF). Los tratamientos fueron distribuidos en un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. Se utilizaron los cultivares Yolo wonder L de pimiento y Cruiser de melón, mismos que se trasplantaron y sembraron el tres de mayo de 1996 y el 23 de mayo de 1997 respectivamente. Las plantas de pimiento se sembraron en charolas de poliestireno expandido y se trasplantaron ocho semanas después de la siembra.

Se fertilizó con la fórmula 100-60-00 y 200-100-100 de N-P₂O₅-K₂O en ambos cultivos, aplicándose la mitad del nitrógeno y todo el fósforo y potasio al inicio y el resto de N durante el ciclo vegetativo de cada cultivo, diluído en el agua de riego por goteo.

La unidad experimental estuvo formada por tres surcos de 5.0 m de longitud, con una separación de 1.4 m en pimiento y de 1.8 en melón; la distancia entre plantas fue de 0.25 m en ambos cultivos. Se consideró parcela útil el surco central sin sus plantas orilleras para fines de rendimiento, para el análisis de peso seco se utilizaron plantas de los dos surcos restantes. Inmediatamente después de la siembra en melón y del trasplante en pimiento se colocó la cubierta flotante. En pimiento, para el sostén de la cubierta se utilizaron estacones de madera con una separación de 2.5 m, y una altura de 1.5 m sobre el nivel del suelo, a los cuales se les colocó alambre galvanizado calibre 14, a 60 cm de altura del suelo, estableciendo la cubierta flotante por encima de éste, creando con ello un túnel de dos aguas, sujetándola con suelo en ambos lados de la cubierta. Los estacones de madera sirvieron después de la remoción de la cubierta para la conducción vertical del cultivo, sistema utilizado ampliamente en el Valle de Culiacán en siembras de pimiento. En melón se utilizaron arcos de alambón colocados a 1.2 m entre sí y permanecieron en el campo durante el período de duración de las cubiertas, por lo que se considera un sistema de producción, denominado cubierta flotante-túnel.

Mediciones climáticas. Durante el período de tratamiento se registraron las temperaturas de aire, suelo y radiación fotosintéticamente activa (RFA) con sensores conectados a un datalogger (LI-1000, Li-Cor, Lincoln, Nebraska). El datalogger registró temperaturas diarias cada hora y calculó promedios diarios. Las temperaturas de aire fueron tomadas a 15 cm sobre el suelo mediante sensores colocados dentro de una garita de madera (temperaturas bajo abrigo). Las temperaturas de suelo fueron registradas a 10 cm de profundidad. La RFA se registró con sensores tipo Quantum, colocados a 15 cm sobre el suelo.

Grados día/ modelos de regresión. El método de Grados día-aire (GD) ha sido utilizado para predecir las etapas de desarrollo para varios cultivos, aunque también ha encontrado aplicación para predecir la época de cosecha cuando se usan diferentes fechas de siembra (Perry *et al.*, 1986). Con base en datos climáticos registrados durante la permanencia de la cubierta se calcularon los GD. Los resultados de las siguientes fórmulas fueron evaluados para su correlación lineal con el peso seco de la planta, rendimiento precoz y total.

$$GD1 = (TA \text{ Max} + TA \text{ Min})/2 - T \text{ base}$$

$$GD2 = (TS \text{ Max} + TS \text{ Min})/2 - T \text{ base}$$

$$GD3 = GD1 - (TA \text{ Max} - TAU \text{ Max})$$

$$GD4 = GD3 - (TA \text{ Max} - TU5)$$

$$GD5 = GD1 - (TAU \text{ Min} - TA \text{ Min})$$

$$GD6 = GD4 - (TAU \text{ Min} - TA \text{ Min})$$

$$GD7 = GD6 \times (T \text{ suelo})$$

$$GD8 = GD6 \times (RFA)$$

$$GD9 = GD6 \times (T \text{ suelo} + RFA/2)$$

donde:

T base: Es la temperatura mínima de crecimiento.

Temperatura umbral máxima y mínima. Son temperaturas máximas y mínimas asumidas para el crecimiento de las plantas, aunque las temperaturas umbrales no son necesariamente exactas para los cultivos (Jones, 1983).

TA Max, TA Min y T base son temperaturas de aire máxima, mínima y base, TS Max y TS Min son temperaturas del suelo máximas y mínimas; TAU Max y TAU Min son temperatura umbral máxima y mínima; TU5 es temperatura umbral + 5 °C. T suelo es

temperatura del suelo, calculada como la temperatura media diaria para el período de cubierta, determinada en base a la temperatura del suelo para APN (tratamiento acolchado solo); los valores menores o mayores que 1.0 indican que la temperatura fue menor o mayor que en APN. La Radiación Fotosintéticamente Activa (RFA) recibida en los tratamientos testigo y APN se consideró como el 100 por ciento. El por ciento de transmisión en los tratamientos de cubierta se calculó en función de la radiación que el cultivo dejó de recibir en comparación con plantas sin cubierta.

Las fórmulas GD3 y GD4 imponen una reducción en la acumulación de grados- día cuando la TA Max excede el TAU seleccionada, GD5 impone una reducción de la T Min y GD6 hace ambas cosas. Las fórmulas GD7- GD9 incorporan efectos de la temperatura del suelo y transmitancia de RFA.

Las fórmulas GD1 a GD9, fueron propuestas por Wolfe *et al.*, (1989) excepto GD2 que fue propuesta por Jenni *et al.*, (1996). En las nueve fórmulas propuestas, los valores negativos toman valores de cero.

Un programa elaborado en Statistical Analysis System (SAS) con declaraciones condicionadas con T base =10 ó 15 °C, TAU Max = 30, 35 ó 40 °C y TAU Min = 10 ó 15 °C. Tales temperaturas fueron seleccionadas debido a que se presentaron durante el período de cobertura.

Crecimiento del cultivo y rendimiento. Al remover la cubierta flotante en el tratamiento ACFRF (32 dds en melón y 40 ddt en pimiento), se cosecharon dos plantas por tratamiento y por repetición para la determinación de peso seco, secando las muestras a 70 °C hasta obtener peso seco constante. El melón fue cosechado tres veces por semana y el pimiento se cosechó semanalmente. En ambos años se consideró producción precoz a la producción acumulada hasta la segunda recolección, la producción rezaga incluye frutos fuera de tipo (en melón frutos pútridos

y manchados por humedad del suelo, frutos menores de 1.0 kg, y frutos deformes; en pimiento frutos menores de 70 g, dañados por barrenillo *Anthonomus eugenii*, y golpe de sol).

RESULTADOS Y DISCUSION

Descripción del microclima. El Cuadro 1.1 resume el número de días con temperaturas mayores de 35°C, menores de 15°C, factor de temperatura del suelo y porcentaje de radiación fotosintéticamente activa (RFA), que se usaron en los modelos de regresión. Se observó una alta frecuencia de temperaturas de aire > 35°C con los tratamientos de cubierta (28-40 días y 22-39 en 1996 y 1997 en pimiento y 17-29 días y 16-31 días en melón). La transmisión de la RFA se redujo de 18 hasta 33 por ciento en pimiento en 1996 y 17-36 por ciento en 1997, mientras que en melón se redujo de 5-20 y 9-33 por ciento en 1996 y 1997 respectivamente. Los GD aire (GD1) registrados en pimiento durante el último periodo de remoción (ACFRF) fueron superiores al testigo en 46.1 (846 vs 579 GD) y 62.7 por ciento (822 vs 505 GD) en 1996 y 1997 (Cuadro 1.2). En melón, usando los mismos tratamientos como ejemplo, la diferencia fue de 52.7 (675 vs 442 GD) y 37.7 por ciento (613 vs 445). La superioridad en magnitud en pimiento, pero referida como GD suelo (F2) fue de 49.9 (838 vs 559 GD) y 45.2 (703 vs 484 GD) en 1996, 55.8 (636 vs 408 GD) y 48.1 por ciento (529 vs 357 GD) en 1997. En el presente estudio la ganancia en GD aire entre acolchado y testigo fue de 2 y 13 en pimiento y de 4 y 21 en melón en 1996 y 1997, en cambio, la ganancia en GD suelo fue de 128 y 149 en pimiento y de 104 y 82 en melón en el primero y segundo año respectivamente. Los resultados del presente estudio concuerdan con los reportados por Hempill y Mansour(1986), Bonano y Lamont (1987), Motsenbocker y Bonano (1989), Peterson y Taber (1991), mencionan

que el uso de cubiertas flotantes de diferente composición química incrementan la temperatura del aire y suelo.

En 1996 la temperatura de aire fue generalmente superior que en 1997, por ejemplo, en el testigo en pimiento la temperatura media registró valores de 23.18 °C en 1996 y 21.70 °C en 1997. La temperatura de melón mostró la misma tendencia pues los valores oscilaron entre 22.3 y 29.5 °C y 20.7 y 25.4 °C en el primer y segundo año de estudio. La misma tendencia en temperaturas máximas de aire y suelo se registró en ambos años en ambos cultivos.

El acolchado plástico incrementó el número de GD suelo en relación al testigo en melón y en pimiento (Cuadro 1.2.). Hamm *et al.*, (1993) indican que el acolchado negro absorbe el 96 por ciento de la radiación de onda corta, mientras que muy poca se transmite y refleja, la radiación absorbida por la película de plástico es conducida a la capa alta del suelo y por consiguiente existe un incremento en la temperatura del suelo.

Rendimiento en relación a la temperatura. Los resultados al momento de hacer la última remoción indican que los tratamientos de acolchado solo o combinado con cubierta flotante incrementaron el peso seco en ambos cultivos (Cuadro 1.3).

El melón crecido bajo cubierta mostró un incremento en la producción precoz ($p < 0.01$). La producción precoz se incrementó en 34.9, 47.0, 46.7 y 44.4 t ha⁻¹ en 1996 con los tratamientos APN, ACFT, ACFRI y ACFRF y 24.8, 32.9, 31.1 y 38.1 t ha⁻¹ en 1997, el rendimiento del testigo fue de 13.1 y 1.167 t ha⁻¹ en cada año respectivamente, lo que estuvo asociado con el factor temperatura de suelo, en 1996 (1.0, 1.04, 1.11 y 1.15), en 1997 (1.00, 1.03, 1.05 y 1.09); se asoció también a un menor número de días con temperaturas de aire inferiores a 15 °C, consecuentemente una mayor temperatura media de aire y de suelo (Cuadros 1.1 y 1.2).

En 1997 ambos cultivos registraron un rendimiento menor en relación al año anterior. Sin embargo, las labores preparatorias del suelo fueron las mismas en ambos años. Antes del establecimiento de ambos cultivos en 1997 se realizó nivelación al suelo, removiendo una gran cantidad de tierra con el uso de maquinaria pesada, que pudo compactar el suelo y cambiar la fertilidad del mismo. En adición, la temperatura de media de aire y suelo fue superior en 1997. Lo anterior puede en parte explicar la diferencia en rendimiento entre años.

La ganancia en rendimiento total de los tratamientos de cubierta con respecto al testigo de melón fue de 30.3 (62.5), 38.6 (79.8), y 33.10 t ha⁻¹ (68.3 por ciento) 1996 para los tratamientos ACFRT, ACFRI y ACFRF, y de 22.0 (81.3), 22.1 (81.8) y 29.7 t ha⁻¹ (109.8 por ciento) en 1997. La ganancia por efecto de acolchado fue de 22.7 (46.9) y 20.4 t ha⁻¹ (75.2 por ciento) en el primero y segundo año de estudio.

Las plantas testigo de pimiento registraron el menor rendimiento y menor número de grados día (Cuadros 1.2 y 1.3). La relación tratamiento-rendimiento fue más compleja que una simple respuesta al incremento de temperatura. Las plantas cubiertas registraron quemaduras en los bordes de las hojas, achaparramiento en algunas y una coloración amarillenta de las hojas e incluso algunas plantas murieron debido a las altas temperaturas (>50 °C). Mohd *et al.*, (1988) mencionan que el pimiento es uno de los cultivos más sensibles a temperaturas extremas, pero que también es probablemente uno de los que mejor responden al manejo de las temperaturas. Las temperaturas fueron benéficas en melón, ya que se observaron plantas más vigorosas y un mayor rendimiento comparado con plantas sin cubierta. Las plantas desarrolladas durante 1997 produjeron menor peso seco y menor rendimiento comparadas con las de 1996 (Cuadro 1.3).

Un factor detrimental para el rendimiento en pimiento fue la frecuencia de días con temperaturas por encima de 35 °C en 1996 (28-40 días) y en 1997 (22-39 días).

El rendimiento de los dos cultivos difirió enormemente en su respuesta al uso de acolchado y cubierta; sin embargo, el melón bajo cubierta, mostró un incremento substancial en producción precoz y producción total. En contraste, en pimiento se obtuvo poco beneficio en producción precoz y total con el uso de las cubiertas flotantes más acolchado plástico. La producción total por efecto de acolchado y cubierta flotante fue similar a la del testigo, sin embargo, los tratamientos con cubierta registraron incrementos cercanos a las 10 t ha⁻¹ en 1996. En 1997 la ganancia en rendimiento total de pimiento fue estadísticamente diferente entre tratamientos ($p < 0.01$), con incrementos de 3.6 (32.6), 3.9 (35.6), 8.7 (78.3) y 7.6 t ha⁻¹ (68.7 por ciento) respecto al testigo con los tratamientos Acolchado, ACFRT, ACFRI y ACFRF (Cuadro 1.3). En una revisión efectuada por Wolfe y Bell (1988) reportan poca o nula respuesta de las solanáceas al uso de cubiertas flotantes. Los bajos rendimientos en esa familia han estado asociados con altas temperaturas. El follaje de pimiento tiende a ser tolerante a altas temperaturas, pero exposiciones prolongadas que excedan 35 °C pueden ocasionar efectos detrimentales en el crecimiento del cultivo. De acuerdo a nuestros resultados, en pimiento puede prescindirse de las cubiertas flotantes, sugiriéndose el uso de acolchado plástico solo.

En melón en 1996 la acumulación de 596 GD-suelo, durante el período de cubierta, del tratamiento ACFRI estuvo asociado con los mayores rendimientos en relación al testigo que fue superado en casi 40 t ha⁻¹ en 1996. El número de GD-suelo en 1997 fue de 529 con la última remoción (ACFRF) y fue a su vez la que registró el mayor rendimiento. En relación a los GD-aire, la tendencia fue similar, el mayor rendimiento se obtuvo con 621 y 613 GD en ambos años.

Modelos de regresión: En melón la fórmula 1 (GD1) que está basada en la acumulación de grados día aire, fórmula estándar, fue la que mostró una mayor correlación entre GD acumulados y peso seco ($r = 0.94$ en 1996 y 0.93 en 1997). Cuando se consideró el total de tratamientos de ambos años como una sola muestra ($n=10$), el valor de r fue de 0.88 (Cuadro 1.4). Esa misma fórmula no fue significativa cuando se correlacionó con producción precoz y total, considerando cada año por separado ($n=5$). En el cultivo de melón en 1996 las fórmulas GD3-GD9 mostraron correlaciones negativas entre GD y biomasa, con valores de r que variaron desde -0.89 hasta -0.95 , en cambio en 1997 no se observó significancia, excepto con GD5 que mostró un valor de $r=-0.93$.

En pimiento la acumulación GD1 no se correlacionó con masas seca. La relación no fue lineal y la correlación fue negativa en algunos casos. La acumulación de GD1 estuvo generalmente asociada con una disminución en la producción de biomasa y producción precoz, mientras que la producción total permaneció casi insensible al cambio en el rendimiento en 1996 (datos no mostrados). En 1997 la producción precoz y total de pimiento mostraron una respuesta positiva a la acumulación de GD2 con valores de $r=0.94$ y 0.89 . Lo anterior denota falta de consistencia en la predicción de rendimiento precoz y total, pues en 1996 no se correlacionaron los GD con ambos tipos de producción.

La figura 1.1 muestra la relación existente en melón entre la acumulación de GD aire y la biomasa de planta, con una temperatura base de $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ para un solo período de remoción, 32 dds. Con temperaturas base de $15\text{ }^{\circ}\text{C}$, el valor de r^2 entre ambas variables fue muy similar que con $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ (datos no mostrados). Con temperaturas base de $15\text{ }^{\circ}\text{C}$, decrecen los GD, pero la r^2 de la relación GD vs biomasa no mejora. Los puntos referentes a biomasa y rendimiento de las parcelas con

acolchado y las del testigo tienden a estar en la parte más baja de la gráfica y muy cercanos entre sí. La mayor acumulación de GD en los tratamientos con cubierta flotante fue superior al acolchado plástico solo.

La fórmula GD2 que incluye GD suelo, se correlacionó con producción precoz y total con valores de $r=0.89$ y 0.93 en 1996 y de 0.94 en 1997; al considerar el total de tratamientos como una sola muestra ($n=10$) el valor de r fue de 0.93 para producción precoz y de 0.94 para producción total (Cuadro 1.4). Muchos autores han usado temperaturas máximas y mínimas con el propósito de obtener relaciones lineales entre grados día aire y biomasa de planta, producción precoz y producción total. La inclusión de GD suelo aumentó la r^2 para producción precoz y total. Para producción de biomasa la fórmula tradicional mostró el mayor valor de $r^2=0.77$. Los resultados del presente estudio no concuerdan con los obtenidos por Wolfe *et al.*, (1988) en pepino, quienes obtuvieron con la fórmula tradicional (GD1) los mayores valores de correlación entre GD aire y producción de biomasa, producción precoz y producción total utilizando un solo periodo de remoción que fue al iniciarse la floración. Además Wolfe *et al.*, (1988), utilizaron cubiertas flotantes diferentes a las empleadas en el presente estudio.

La tolerancia de melón a temperaturas por encima de 30°C es citada por Wells y Loy (1985). En nuestro estudio las altas temperaturas fueron generadas por el uso de cubiertas flotantes que provocaron un efecto benéfico en el cultivo en la producción.

Las fórmulas GD6-GD8 que incluyen un factor de temperatura de suelo y transmitancia de luz, no mostraron nivel de significancia positiva en las correlaciones.

Con base en las observaciones de dos años en melón la producción de biomasa puede predecirse con temperaturas de aire (GD1), en cambio la producción precoz y total, puede ser predicha con los GD suelo acumulados (GD2).

De las ocho fórmulas de GD aire propuestas, ninguna se correlacionó con biomasa o rendimiento en pimiento en ambos años. En 1996 los tratamientos de pimiento tuvieron una respuesta estadísticamente similar en la producción de biomasa y rendimiento del cultivo. En 1997 se obtuvieron correlaciones significativas entre Grados día suelo (GD2) con producción precoz y producción total con valores de 0.94 y 0.89 (Cuadro 1.4). Los valores de r^2 cuando $n=10$ en pimiento, registraron coeficientes de 0.50, 0.58 y 0.42 para biomasa y rendimiento precoz y total. Sin embargo, las predicciones quedaron confundidas no solo por la posible compactación del suelo en 1997, sino que también por el excesivo calor generado por el uso de cubiertas flotantes que ocasionaron daños irreversibles en el follaje, previamente discutido.

CONCLUSIONES

En melón 596 GD suelo en 1996, tratamiento ACFRI, registró la mayor producción precoz y total con incrementos sobre el testigo de 46.7 y 38.1 t ha⁻¹ y con la acumulación de 529 GD suelo la mayor producción en 1997, taratamiento ACFRF, con incrementos sobre el testigo de 46.7 y 38.1 t ha⁻¹. En plantas de pimiento la alta frecuencia de temperaturas por encima de 35°C en 1996 (28-40 días) y en 1997 (22-39 días) fue el factor detrimental en el crecimiento durante el período de cubierta.

Con base a las observaciones de dos años en melón la producción precoz y total puede ser predicha con los grados día suelo empleando un modelo de regresión lineal simple con valores de $r^2 = 0.87$ y 0.88 respectivamente en 1996 y 1997. La alta frecuencia de temperaturas mayores de 35 °C, limitaron la predicción de producción precoz y total de pimiento.

LITERATURA CITADA

- Bonano, A.R. and W.J. Lamont. 1987. Effect of polyethylene mulches, irrigation method and rowcovers on soil and air temperature and yield of muskmelon. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112:735-738.
- Bonlam, S.A. de C.V. 1991. División Fibras, CYDSA. México, D.F. 6 p.
- Carrillo, F.A., O.J. Cruz, B.G. Valenzuela y C. Morales.1992. Efectos de distintos períodos de cobertura de tela de polipropileno sobre la incidencia de virosis y rendimiento de tomate en Sinaloa. XIX Congreso Nacional de Fitopatología. p. 141.
- Ham, J.M., G.J. Kluitenberg, and W.J. Lamont.1993. Optical properties of plastic mulches affect the field temperature regime. *J.Amer. Soc. Hort. Sci.* 118:188-193.
- Jenni, S., D.C. Cloutier, G. Bourgeois, and K.A. Stewart.1996. A heat unit model to predict growth and development of muskmelon to anthesis of perfect flowers. *J.Amer. Soc. Hort. Sci.* 121(2)274-280.
- Jones, H. 1983. Plants and microclimate. A quantitative approach to environmental plant physiology. p 208-209.
- Hempill, Jr., D.D. y N.S Manssour.1986. Response of muskmelon to three floating row covers. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111:513-517.
- Mohd, K., J.M. Gerber, and W.E. Splittstoesser.1988. Row tunnel of growth, yield and fruit quality of bell pepper. *Proc. 18th. Nat. Agr. Plast. Cong.* pp 152-158.
- Motsenbocker, C.E. and R. Bonano. 1989. Row covers effects on air and soil temperature and yield of muskmelon. *HortScience* 21: 520-522.
- Peterson, R.H. and H.G. Taber.1991. Tomato flowering and early yield response to heat buildup under row covers. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 116:206-209.
- Perry, K.B., T.C. Wehner, and G.L. Johnson.1986. Comparision of 14 methods to determine heat unit requirements for Cucumber harvest. *HortScience.* 21: 419-423.

- Rickard, P.C. 1975. Mulches for vegetable production. Grower guide 7. Grower books, London. pp: 25.
- Seitz, P. 1976. Anregungen für Produktion und Absatz. Heft 6. Flachfolien, D. 53000 Bonn. pp: 36.
- Wells, O. S. and J.B. Loy. 1985. Intensive vegetable production with row covers. HortScience. 114 (4): 562-568.
- Wolfe, D. and D. Bell. 1987. Tomato yield response to row covers: a review. Proc. of the 20th. Nat. Agr. Plast. Cong. pp 279-287.
- Wolfe, D.W., L.D. Albright, and J. Wyland .1989. Modeling row cover effects on microclimate and yield. Growth response of tomato and cucumber. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114(4):562-568.

Cuadro 1.1. Datos ambientales en los tratamientos de acolchado y cubierta flotante, cuando la temperatura del aire excede valores de 35 °C y menores de 15 °C, factor temperatura del suelo y trasmittancia de luz para el intervalo de cubierta de 40 días en pimiento y 32 días en melón.

Cultivo	Año	Tratamiento ^a	No. de días t>35 ^{°C}	No. de días t<15 ^{°C}	Factor temp. de suelo ^b	Por ciento de transmittancia de RFA ^c
Pimiento	1996	Testigo	12	23	0.85	100
		Acolchado	16	17	1.00	100
		ACFRT	28	9	1.06	82
		ACFRI	33	9	1.09	78
		ACFRF	40	5	1.13	67
	1997	Testigo	3	28	0.87	100
		Acolchado	3	24	1.00	100
		ACFRT	22	18	1.05	83
		ACFRI	30	13	1.06	73
		ACFRF	39	10	1.10	64
Melón	1996	Testigo	7	19	0.87	100
		Acolchado	7	17	1.00	100
		ACFRT	17	11	1.04	95
		ACFRI	24	4	1.11	88
		ACFRF	29	2	1.15	80
	1997	Testigo	7	15	0.89	100
		Acolchado	7	12	1.00	100
		ACFRT	16	7	1.03	91
		ACFRI	23	4	1.05	78
		ACFRF	31	4	1.09	67

^a Abreviaciones: ACFRT, ACFRI, y ACFRF= Acolchado con cubierta flotante remoción temprana, intermedia y tardía.

^b Basado en el promedio de 24 horas para un periodo de 32 dds en melón y 40 ddt en pimiento. Un valor de 1.0 es equivalente a APN; valores mayores o menores que 1.0 indican temperaturas medias superiores o inferiores que APN.

^c Basado en la RFA total recibida para un día para un periodo de 32 dds en melón y 40 ddt en pimiento. Se consideró un valor de 100 por ciento para los tratamientos sin cubierta, valores menores indican la radiación que los tratamientos de cubierta dejaron de recibir en comparación con plantas sin cubierta

Cuadro 1.2. Efecto del acolchado y las cubiertas flotantes en los grados- día acumulados (con temperatura base de aire y suelo =10 °C), temperatura máxima de aire y suelo y temperatura media de aire registrada durante el periodo de cubierta.

Cultivo	Año	Tratamiento ^a	Grados día		Temperatura máxima (°C)		Temperatura media (°C)
			Aire	Suelo	Aire	Suelo	Aire
Pimiento	1996	Testigo	579	559	38.4	35.0	23.18
		Acolchado	581	687	37.6	34.6	27.24
		ACFRT	724	757	50.0	38.7	28.80
		ACFRI	784	797	50.2	39.8	29.79
		ACFRF	846	838	50.4	39.9	30.89
	1997	Testigo	505	484	36.9	32.2	21.70
		Acolchado	518	633	37.6	35.3	25.07
		ACFRT	670	664	51.6	37.4	26.01
		ACFRI	744	680	52.6	37.4	26.08
		ACFRF	822	703	52.6	40.1	26.73
Melón	1996	Testigo	442	408	37.5	32.1	22.34
		Acolchado	446	512	37.2	34.1	25.62
		ACFRT	534	541	51.4	36.1	26.63
		ACFRI	621	596	52.6	38.3	28.33
		ACFRF	675	636	52.6	38.3	29.58
	1997	Testigo	445	357	37.6	28.5	20.77
		Acolchado	466	439	38.0	31.7	23.34
		ACFRT	526	446	46.2	31.9	24.00
		ACFRI	557	489	46.2	32.3	24.47
		ACFRF	613	529	48.6	32.4	25.49

^a Abreviaciones definidas en el Cuadro 1.1.

Cuadro 1.3. Efecto del acolchado y las cubiertas flotantes en rendimiento de pimiento y melón.

Cultivo	Año	Tratamiento ^a	Peso seco	Rendimiento	Rendimiento	Rendimiento
			planta ^b g	precoz t ha ⁻¹	rezaga t ha ⁻¹	total t ha ⁻¹
Pimiento	1996	Testigo	1.70 c	2.099	5.116	39.697
		Acolchado	4.66 b	4.746	4.231	50.048
		ACFRT	7.31 a	5.194	5.023	51.015
		ACFRI	4.44 b	3.383	4.231	47.089
		ACFRF	5.42 ab	2.370	4.345	50.882
			**	N.S.	N.S.	N.S.
	1997	Testigo	0.613 b	0.182 b	2.412	11.106 c
		Acolchado	0.679 b	0.900 ab	3.993	14.737 bc
		ACFRT	0.657 b	1.235 a	3.361	15.060 bc
		ACFRI	0.843 a	1.309 a	4.865	19.797 a
ACFRF		0.700 ab	1.491 a	4.354	18.741 ab	
		**	*	N.S.	**	
Melón	1996	Testigo	0.59 c	13.125 b	14.216	48.450 b
		Acolchado	1.77 c	48.042 a	12.118	71.182 a
		ACFRT	11.81 b	60.198 a	13.750	78.733 a
		ACFRI	22.95 a	59.842 a	8.640	87.102 a
		ACFRF	18.67 a	57.530 a	13.125	81.555 a
			**	**	N.S.	**
	1997	Testigo	5.24	1.167 d	3.908	27.059 b
		Acolchado	6.93	25.965 c	7.581	47.419 a
		ACFRT	9.76	34.099 b	7.711	49.065 a
		ACFRI	10.36	32.279 b	6.871	49.207 a
ACFRF		10.22	39.299 a	6.152	56.792 a	
		N.S.	**	N.S.	**	

^a Abreviaciones definidas en el Cuadro 1.1.

^b Tomada 32 dds en melón y 40 ddt en pimiento (última remoción)

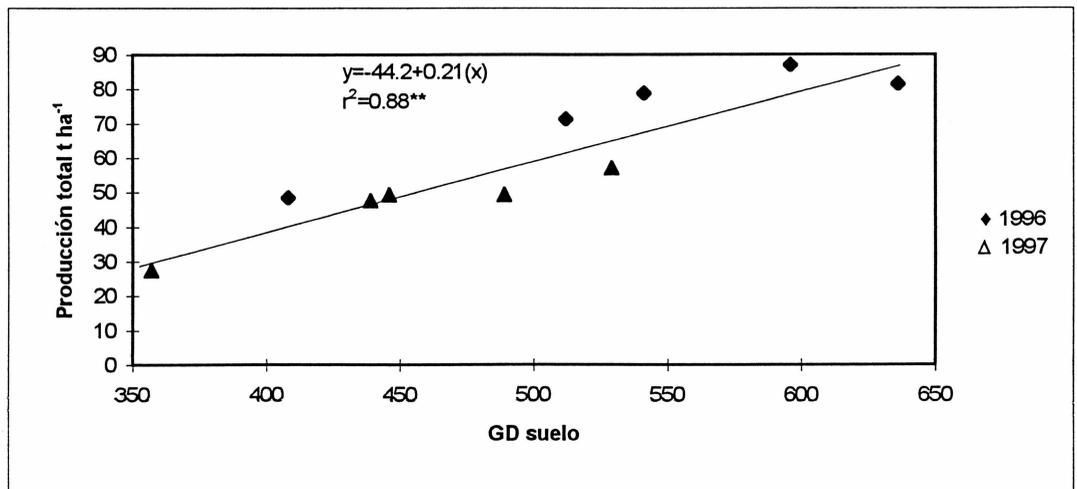
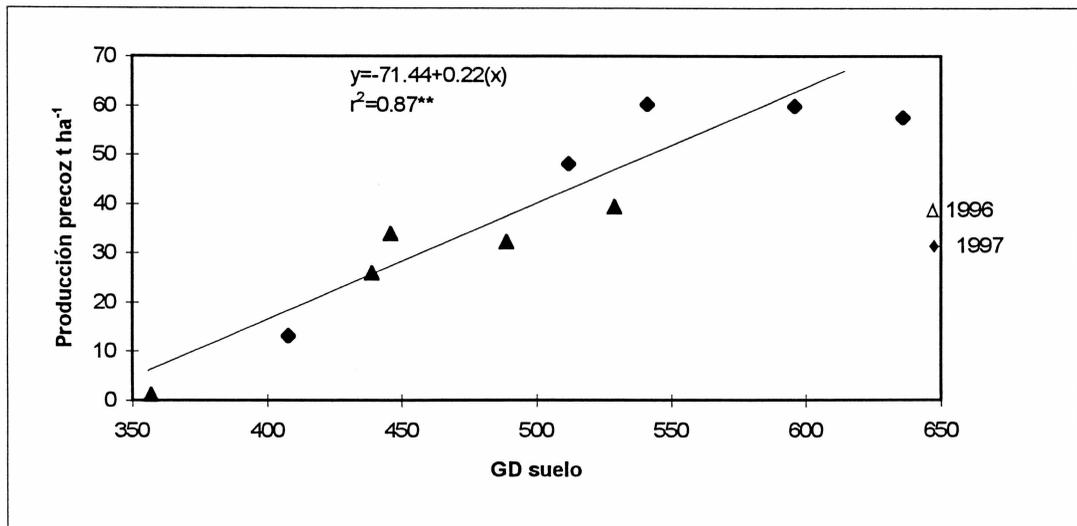
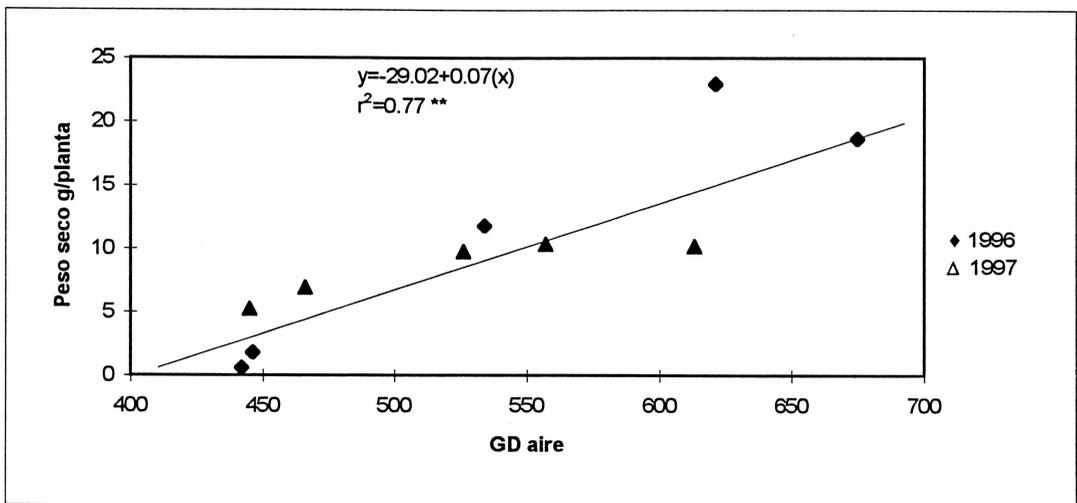
NS, *, **= No significancia, significancia al $p < 0.05$ y 0.01 respectivamente.

Tratamientos con la misma literal dentro de cada cultivo y cada año no difieren entre sí al $p < 0.05$.

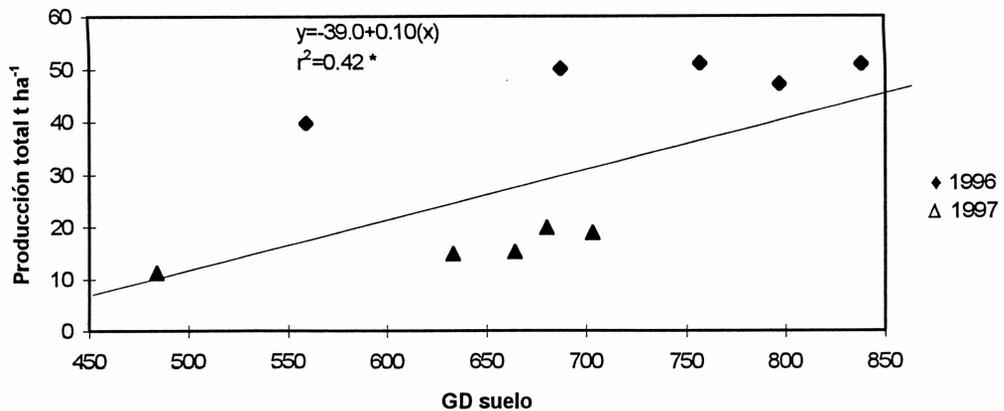
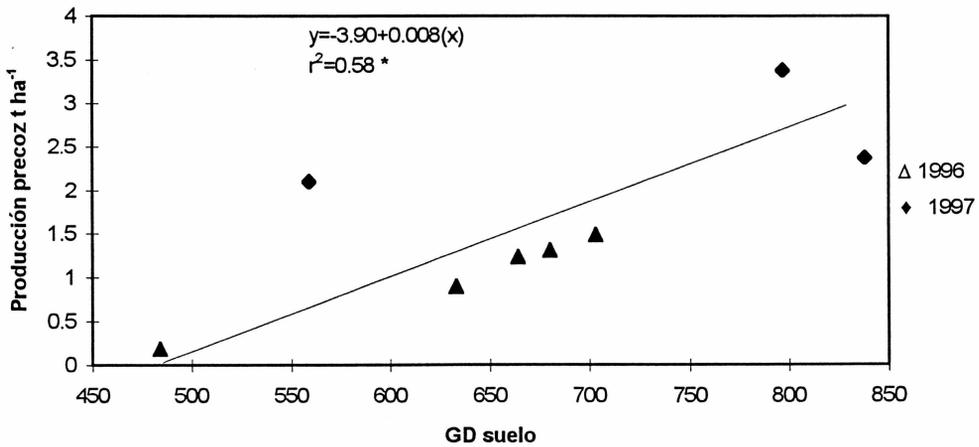
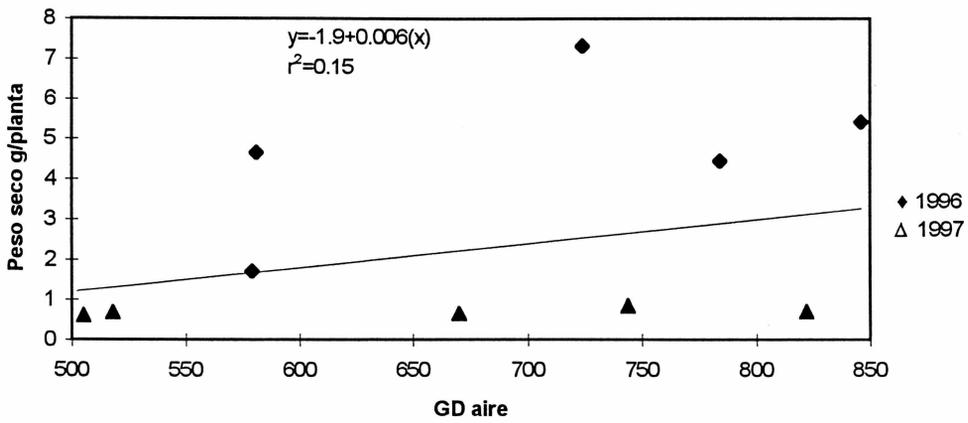
Cuadro 1.4. Resumen de las mejores correlaciones en melón y pimiento entre diferentes fórmulas de grados-día, biomasa de planta, producción precoz y total.

Cultivo	Año	Variable	GD1	GD2	GD3	GD4	GD5	GD6	GD7	GD8	GD9	
Melón	1996	Biomasa	0.94*	0.87 N.S	-0.95*	n=5 -0.93*	-0.93*	-0.95*	-0.89*	-0.92*	-0.93*	
		Prod. Precoz	0.67 N.S.	0.89*	-0.67 N.S	-0.67 N.S	-0.68 N.S	-0.67 N.S	-0.49 N.S	-0.64 N.S	-0.64 N.S	
		Prod Total	0.77 N.S	0.93*	-0.77 N.S	-0.77 N.S	-0.77 N.S	-0.61 N.S	-0.61 N.S	-0.61 N.S	-0.74 N.S.	-0.73 N.S
1997	Biomasa	Biomasa	0.93*	0.92*	-0.81 N.S	-0.86 N.S	-0.93 *	-0.81 N.S	-0.70 N.S	-0.81 N.S	-0.82 N.S	
		Prod. Precoz	0.83 N.S	0.94*	-0.68 N.S	-0.75 N.S	-0.88 N.S	-0.69 N.S	-0.69 N.S	-0.55 N.S	-0.70 N.S	-0.70 N.S
		Prod Total	0.82 N.S	0.94*	-0.68 N.S	-0.74 N.S	-0.87 N.S	-0.69 N.S	-0.69 N.S	-0.56 N.S	-0.70 N.S	-0.70 N.S
1996-97	Biomasa	Biomasa	0.88**	0.78**	-0.81**	n=10 -0.84**	-0.86**	-0.82**	-0.77**	-0.76*	-0.75*	
		Prod. Precoz	0.67*	0.93**	-0.71*	-0.69*	-0.61 N.S	-0.71*	-0.59	-0.64*	-0.64*	
		Prod Total	0.61 N.S.	0.94**	-0.70*	-0.65*	-0.52 N.S	-0.70*	-0.63	-0.60 N.S	-0.60 N.S	-0.59 N.S
Pimiento 1997	Biomasa	Biomasa	0.55 N.S	0.65 N.S	-0.53 N.S	n=5 -0.54 N.S	0.57 N.S	-0.53 N.S	-0.45 N.S	-0.55 N.S	-0.54 N.S	
		Prod. Precoz	0.69 N.S	0.94*	-0.63 N.S	-0.65 N.S	0.74 N.S	-0.62 N.S	-0.49 N.S	-0.49 N.S	-0.64 N.S	-0.61 N.S
		Prod Total	0.84 N.S	0.89*	-0.80 N.S	-0.81 N.S	0.86 N.S	-0.80 N.S	-0.80 N.S	-0.70 N.S	-0.82 N.S	-0.81 N.S
1996-97	Biomasa	Biomasa	0.39 N.S	0.71*	-0.30 N.S	n=10 -0.407 N.S	0.44 N.S	-0.37 N.S	-0.30 N.S	-0.38 N.S	-0.38 N.S	
		Prod. Precoz	0.44 N.S	0.76**	-0.34 N.S.	-0.42 N.S	0.48 N.S	-0.37 N.S	-0.37 N.S	-0.27 N.S	-0.38 N.S	-0.37 N.S
		Prod Total	0.37 N.S	0.65*	-0.27 N.S.	-0.39 N.S	0.41 N.S	-0.35 N.S	-0.35 N.S	-0.28 N.S	-0.35 N.S	-0.35 N.S

N.S., * **= Significancia al 0.05 y 0.01 de probabilidad
No se presentan las correlaciones de pimiento de 1996, dado que no fueron significativas.



1.1. Peso seco, producción precoz y total en melón y su relación con GD aire y suelo, con Tbase = 10 °C



Peso seco, producción precoz y total en pimiento y su relación con GD aire y suelo, con Tbase= 10 °C.

2. ANALISIS DE CRECIMIENTO DE MELON Y PIMIENTO CON ACOLCHADO Y CUBIERTA FLOTANTE-TUNEL

INTRODUCCION

Los resultados en varias regiones del mundo, particularmente en regiones templadas indican un incremento en la producción de melón en respuesta al uso de acolchado solo o combinado con cubiertas flotantes. En pimiento el uso del acolchado solo también permite un aumento en la producción (Mohd *et al.*, 1987); sin embargo, la conjunción de acolchado más cubierta flotante ha mostrado respuestas variables de las plantas, como consecuencia del excesivo calor generado con el uso de cubiertas flotantes. Es sabido en agroplasticultura que el acolchado en combinación con cubierta flotante modifica la temperatura del aire en torno a la planta, la temperatura del suelo, la humedad relativa y la radiación fotosintéticamente activa en el dosel del cultivo (Wells y Loy, 1985). El crecimiento de una planta está determinado por la división y expansión celulares, aumentando el peso seco. Muchos factores climáticos afectan el crecimiento de las plantas, pero sin lugar a dudas la temperatura ha sido el más importante componente para medir los requerimientos necesarios para cumplir el ciclo vegetativo de los cultivos. Los datos de temperatura son a menudo incorporados en los estudios sobre acolchado y cubiertas flotantes (Bonano y Lamont, 1987; Peterson y Taber, 1991; Soltani *et al.*, 1995; Teasdale y Abdul-Baki, 1997) porque es el factor que mejor explica los cambios que se producen en el sistema planta. El presente estudio tiene como objetivo determinar el efecto del acolchado sólo o combinado con cubierta flotante, sobre el crecimiento vegetativo y la producción

precoz y total de melón y pimiento. La hipótesis que se plantea es que los incrementos en el crecimiento, ocasionados por los tratamientos de acolchado solo o combinado con cubierta flotante, aumentarán la producción precoz y total de ambos cultivos.

MATERIALES Y METODOS

El estudio de campo se realizó en 1996 en la Estación Experimental del Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA), en Saltillo, Coahuila, cuyas coordenadas geográficas son 25° 27' de L.N. , 101° 02' de L.O. del meridiano de Greenwich y una altitud de 1610 msnm.

Los tratamientos de estudio fueron: 1) sin acolchado y sin cubierta, Testigo; 2) acolchado con polietileno negro (APN) calibre 130 (32.5 micras de espesor por 1.2 m de ancho); 3) APN más cubierta flotante (Agribón 17) y remoción temprana, a los 10 días después de la siembra (dds) en melón y 20 días después del trasplante (ddt) en pimiento morón (ACFRT); 4) APN más remoción intermedia, 20 dds en melón y 30 ddt en pimiento (ACFRI) y 5) APN más remoción a los 32 dds en melón y 40 ddt en pimiento, remoción tardía (ACFRF). Los tratamientos fueron distribuidos en bloque al azar con cuatro repeticiones. Se utilizaron los cultivares Yolo wonder L de pimiento y Cruiser de melón, mismos que se trasplantaron y sembraron la primavera-verano de 1996. Las plantas de pimiento se produjeron en charolas de poliestireno expandido y se trasplantaron ocho semanas después de la siembra.

Se fertilizó con las fórmulas 100-60-00 y 200-100-100 de N P₂O₅ K₂O en melón y pimiento, mismas que en experiencias previas han mostrado ser adecuadas. En el establecimiento del cultivo se aplicó la mitad del nitrógeno y todo el fósforo y potasio; el complemento de nitrógeno fue repartido en el agua de riego por goteo durante el ciclo vegetativo de cada cultivo.

Cada unidad experimental estuvo formada por tres surcos de 5.0 m de longitud, con una separación de 1.4 m en pimiento y de 1.8 en melón; la distancia entre plantas fue de 0.25 m. Se consideró parcela útil el surco central sin sus plantas orilleras para fines de rendimiento. Para el análisis de crecimiento se utilizaron plantas de los dos surcos restantes. Inmediatamente después de la siembra en melón y del trasplante en pimiento se colocó la cubierta flotante. En pimiento, para el sostén de la cubierta se utilizaron estacones de madera con una separación de 2.5 m, y una altura de 1.5 m sobre el nivel del suelo, a los cuales se les colocó alambre galvanizado calibre 14, a 60 cm de altura del suelo, estableciendo la cubierta flotante por encima del alambre, creando con ello un túnel de dos aguas, sujetado con suelo en ambos lados de la cubierta. Los estacones de madera sirvieron después de la remoción de la cubierta para la conducción vertical del cultivo, sistema utilizado ampliamente en el Valle de Culiacán, Sinaloa en siembras de pimiento. En melón se utilizaron arcos de alambón colocados a 1.2 m entre sí y permanecieron en el campo durante el periodo de duración de las cubiertas, por lo que se considera un sistema de producción, denominad ocubierta flotante-túnel.

Mediciones climáticas. Las temperaturas de aire y suelo se registraron con sensores conectados a un datalogger (LI-1000, Li-Cor, Lincoln, Nebraska). El datalogger registró temperaturas diarias cada hora y calculó promedios diarios. Las temperaturas de aire fueron tomadas a 15 cm de altura del suelo mediante sensores colocados dentro de una garita de madera, por lo que son consideradas temperaturas bajo abrigo. Las temperaturas de suelo fueron registradas a 10 cm de profundidad.

Grados día. El método de Grados día-aire (GD) ha sido utilizado en su mayoría para predecir las tasas de crecimiento (Perry *et al.*, 1986) aunque también se emplea para predecir la época óptima en que deberán ser removidas las cubiertas

flotantes del campo. La fórmula de grados día-suelo ha sido sugerida por Jenni *et al.*, (1996). Las siguientes fórmulas fueron utilizadas para el cálculo de GD-aire y GD-suelo en pimiento y melón.

$$GD1 = (TA \text{ Max} + TA \text{ Min})/2 - T \text{ base}$$

$$GD2 = (TS \text{ Max} + TS \text{ Min})/2 - T \text{ base}$$

Donde:

TA Max, TA Min y T base son temperaturas de aire máxima, mínima y base.

TS Max, TS Min y T base son temperaturas de suelo máxima, mínima y base. La temperatura base en ambos casos fue igual a 10 °C.

Crecimiento del cultivo y rendimiento. Al tiempo de inicio de la primera remoción de cubierta se cosecharon dos plantas por tratamiento y por repetición, para la determinación del área foliar, a esas mismas plantas se les determinó el peso seco, secando las muestras a 70 °C hasta obtener peso constante. La determinación del área foliar y peso seco se realizó a los 10, 20 y 32 dds en melón y a los 20, 30 y 40 ddt en pimiento.

A la cosecha se determinó rendimiento precoz y total. El rendimiento precoz fue la producción acumulada hasta la segunda recolección, el rendimiento rezaga incluye frutos fuera de tipo (en melón frutos pútridos y manchados por humedad del suelo, frutos menores de 1.0 kg, y frutos deformes; en pimiento frutos menores de 70 g, dañados por barrenillo *Anthonomus eugenii*, y golpe de sol).

Variables de crecimiento:

Los datos de Área foliar, Peso seco, Área foliar específica y Relación de peso foliar son mediciones específicas para un periodo de tiempo, en cambio, la Tasa de crecimiento relativo, Relación de área foliar, Tasa de crecimiento relativo de la hoja y Tasa de asimilación neta corresponden al promedio entre dos periodos de tiempo.

AFE = Area foliar específica:

$$AFE = \frac{\text{Area foliar}}{\text{Peso seco de hoja}} = \text{cm}^2 \text{ g}^{-1}$$

RPF = Relación de peso foliar:

$$RPF = \frac{\text{Peso seco de hoja}}{\text{Peso seco de planta}}$$

TCR = Tasa de crecimiento relativo:

$$TCR = \frac{(\ln PS_2 - \ln PS_1)}{(T_2 - T_1)} = \text{g g}^{-1} \text{d}^{-1}$$

RAF = Relación de área foliar:

$$RAF = 1/2 \left(\frac{AF_1}{PS_1} + \frac{AF_2}{PS_2} \right) = \text{cm}^2 \text{ g}^{-1}$$

TCFR = Tasa de crecimiento relativo de la hoja:

$$TCFR = \frac{(\ln AF_2 - \ln AF_1)}{(T_2 - T_1)} = \text{cm}^2 \text{ cm}^{-2} \text{d}^{-1}$$

Tasa de asimilación neta:

$$TAN = \frac{(PS_2 - PS_1)}{(AF_2 - AF_1)} \cdot \frac{(\ln AF_2 - \ln AF_1)}{(T_2 - T_1)} = \text{g cm}^{-2} \text{d}^{-1}$$

Donde:

PS₁ y PS₂. Se refiere al peso seco por planta (g) a los 10, 20 y 32 dds en melón, y a los 20, 30, y 40 ddt en pimiento.

AF_1 y AF_2 . Son los valores de área foliar (cm^2) a los 10, 20 y 32 dds en melón, y a los 20, 30, y 40 ddt en pimiento.

\ln . Es logaritmo natural.

T_1 . Es el primer intervalo de tiempo de cada muestreo.

T_2 . Es el segundo intervalo de tiempo de cada muestreo.

RESULTADOS Y DISCUSION

En ambos cultivos, las temperaturas medias de aire y suelo bajo acolchado con cubierta flotante fueron superiores al testigo (Cuadro 2.1). En melón los tratamientos ACFRT, ACFRI y ACFRF aumentaron la temperatura media de aire en 4.7, 9.1 y 11.5 °C y 5.9, 8.5 y 10.9 °C en pimienta. El calor generado con el uso de cubierta flotante confina una mayor cantidad de radiación recibida, y retarda la pérdida de calor al exterior de la cubierta. El acolchado no causó diferencias en temperatura de aire con respecto al testigo, solo incrementó la temperatura de suelo en 4.1 y 2.0 °C en melón y pimienta. Tales resultados están en acuerdo con los encontrados por Bonano y Lamont (1987); Hempill y Crabtree (1988); Motsenbocker y Bonano (1989).

En los tres muestreos efectuados de área foliar (AF), Cuadro 2.2, los tratamientos de cubierta superaron significativamente al testigo ($p=0.05$). Las plantas desarrolladas con cubierta flotante tuvieron mayor superficie foliar que las desarrolladas con acolchado plástico solo. La información presentada indica que las plantas de melón desarrolladas bajo cubierta flotante fueron favorecidas en su crecimiento de AF en los 3 periodos de cubierta flotante, el mayor calor generado con el uso de cubierta flotante promovió un mayor crecimiento de AF. Cerca del 90 por ciento de la densidad del flujo fotónico fotosintético (DFFF) es transmitido a través de las cubiertas de polietileno ranurado, Wells y Loy (1985). Las cubiertas de poliéster y polipropileno son menos transparentes, transmitiendo cerca de 80 por ciento de la DFFF. La transmitancia de la luz se reducen al nivel de la planta porque se escasea y cambia a nivel de la hoja de acuerdo con la

conformación de la cubierta flotante. Ninguno de los períodos de cubierta flotante limitó el crecimiento de las plantas, contrariamente a medida que el periodo de cubierta flotante aumentó, se incrementó el AF. Al comparar la información de AF con la producción precoz y con la producción total se observa que son caracteres mutuamente asociados, es decir, que al aumentar el AF se incrementó la producción precoz y la producción total, seguramente como consecuencia de la mayor superficie receptora de luz solar, es decir: en los tres muestreos de AF el menor valor lo registró el testigo que a su vez registró la menor producción precoz y total, contrariamente el mayor valor de AF lo registró el tratamiento ACFRI que a su vez fue el que registró el mayor rendimiento. Al respecto, Teasdale y Abdul-Baki (1997) reportan mayores valores de área foliar al usar acolchado plástico solo con respecto al testigo, Wolfe *et al.*, (1989) reportan la misma tendencia al conjuntar acolchado plástico solo o combinado con cubierta flotante en tomate y pepino, dicha información se confirma para el cultivo de melón en nuestro estudio. Esa tendencia no se registró en pimiento, la excesiva temperatura registrada con cubierta flotante provocó efectos detrimentales en la superficie foliar del cultivo lo que seguramente redujo el AF, lo cual se hace más evidente en los periodos de mayor duración de las cubiertas, representados por los tratamientos ACFRI y ACFRF.

El peso seco por planta (PS) se muestra en el cuadro 2.3, al igual que la variable PS los mayores valores de AF los registraron los tratamientos de cubierta más acolchado en plantas de melón. En un trabajo efectuado en paralelo con el presente estudio se correlacionó el peso seco por planta con grados día aire (datos no mostrados), las correlaciones indicaron un valor positivo entre grados día aire y peso seco con valores de $r=0.94$ y 0.93 en 1996 y 1997, el coeficiente de determinación fue altamente significativo ($p=0.01$) con un valor de $r^2=0.77$ al considerar ambos años conjuntamente. Como se puede apreciar en los cuadros 6 y 7 los valores de AF y PS están mutuamente asociados

y estos a su vez con producción producción total, previamente mencionado. La significativamente diferente superioridad en magnitud del AF y PS con el uso de acolchado solo o combinado con cubierta flotante fueron los responsables de una mayor acumulación de producción precoz. Mayores valores de AF y PS son reportados por Wolfe *et al.*, (1989) al usar acolchado más cubierta flotante en otra cucurbitácea, pepino, análogas semejanzas semejanzas son reportadas en melón (Jenni *et al.*, 1996).

En melón el área foliar específica (AFE) fue significativamente superior al testigo ($p=0.05$) al usar acolchado solo o en combinación con cubierta flotante en 2 de los 3 muestreos efectuados, la excepción a la regla se presentó en el primer muestreo en el cual los cinco tratamientos fueron estadísticamente iguales entre sí, cuyos valores promedio variaron desde 148.9 hasta 160.7 $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$, (Cuadro 2.4). Los valores promedio de 3 observaciones indican que el tratamiento testigo registró el menor valor de AFE, lo que indica que las plantas de melón acolchadas o cubiertas fueron más delgadas que las del testigo, pero en acuerdo con información previa presentaron mayores valores de AF y PS.

En pimiento, se observó una tendencia similar que en melón, es decir, que los tratamientos de acolchado solo o combinado con cubierta superaron en AFE al testigo pero solamente en los primeros dos muestreos, en el tercer muestreo el testigo exhibió superioridad en magnitud al tratamiento acolchado o de cubierta más acolchado. Solamente el tratamiento ACFRI superó al testigo en la totalidad de los muestreos. La razón para que los tratamientos Acolchado, ACFRT, ACFRI y ACFRF hayan presentado hojas más delgadas que el testigo pueden ser atribuida a que acumularon durante tal periodo mayor cantidad de AF y PS.

La razón de peso foliar (RPF) en melón disminuyó en cada muestreo. En el primer muestreo todos los tratamientos registraron un valor de 1.0, la razón de ello, es que fue prácticamente imposible separar el tallo de la hoja y más impráctico aún llevar el tallo a

peso seco y cuantificarlo en báscula digital, especialmente porque el cultivo contaba con diez días de sembrado y su hábito de crecimiento solo nos permitió considerar el área foliar y consecuentemente su peso seco. En los muestreos dos y tres, el testigo presentó el mayor valor respecto al resto de los tratamientos (Cuadro 2.5), consecuentemente la media de los tres muestreos mostró la misma tendencia, cuyos valores variaron de 0.82-0.92 en los tratamientos ACFRF y testigo respectivamente, lo que indica que en estos tratamientos el 82 y 92 por ciento de la RPF correspondió a peso seco de hoja y el complemento, es decir, 18 y 8 por ciento correspondió a la peso seco de tallo, para esa misma variable se deducen valores de 10, 17 y 18 por ciento para los tratamientos APN, ACFRT y ACFRI.

En pimiento el comportamiento de la RPF fue diferente que en melón; los máximos valores para los tratamientos Acolchado, ACFRT, ACFRI y ACFRF se registraron en el segundo muestre o con valores que variaron de 0.708-0.750. En los tres muestreos efectuados la RPF de los cinco tratamientos fue estadísticamente similar entre sí, no se observó una tendencia definida de esta variable entre muestreos, pero se deduce el menor valor de RPF y rendimiento para al testigo con valores de 0.621 y 39.698 t ha⁻¹ el resto de los tratamientos registró RPF y rendimiento muy similares entre sí.

En melón las plantas bajo acolchado y cubiertas flotantes alcanzaron mayores tasas de crecimiento relativo, TCR, (Cuadro 2.6), en el primer y segundo muestreos, plantas no cubiertas (testigo y acolchado) tuvieron menor eficiencia de crecimiento respecto a las plantas cubiertas debido al mayor calor generado con el uso de cubiertas. En el tercer y cuarto muestreo (datos no mostrados) la TCR declinó a medida de que el ciclo vegetativo progresó. Esto es una típica respuesta atribuida al incremento en la producción de tejido no fotosintético de plantas maduras.

En pimiento los tratamientos de acolchado solo o combinados con cubierta flotante exhibieron la misma tendencia que melón, es decir, superaron al testigo en los dos muestreos. La media de los dos muestreos fue superior en los tratamientos acolchados o cubiertos con respecto al testigo. Los cultivos varían en la respuesta al desarrollo y rendimiento a las cubiertas flotantes, y depende de los materiales usados y condiciones climáticas (Wolfe *et al.*, 1987).

El más eficiente desarrollo de melón y pimiento en suelo acolchado o con cubierta flotante durante el periodo de tratamiento respecto al testigo puede ser atribuido a un mayor calentamiento del suelo (Cuadro 2.1). Las cubiertas flotantes pueden calentar rápidamente el ambiente a los niveles óptimos requeridos, e incluso pueden calentarlo a niveles perjudiciales durante el periodo de cobertura. Tindal *et al.*, (1991) asociaron el bajo rendimiento de tomate desarrollado en acolchado plástico negro con altas altas temperaturas; Wolfe *et al.*, (1989) reportan resultados similares en tomate al usar cubierta flotante, lo anterior es una respuesta típica de bajo rendimiento al uso de plásticos debido a que el cultivo es expuesto a temperaturas excesivamente altas. En nuestro estudio las plantas de melón con una mayor TCR fue indicadora de mayor producción precoz y total.

La RAF tuvo un decremento en el cultivo de melón y pimiento a medida de que el periodo de cubierta se incrementó (Cuadro 2.7). Los tratamientos con acolchado y/o cubierta presentaron mayor acumulación promedio de los dos muestreos en melón y pimiento, los tratamientos de acolchado y/o cubierta flotante superaron en RAF al testigo. Las razones para soportar tales resultados se podrían deber a que las diferencias en la RAF se distribuyen en los productos fotosintéticos entre el crecimiento de la hoja y el crecimiento de otro órgano de la planta, como por ejemplo el fruto, así como a las diferencias en el grosor de los mismos.

Durante los dos muestreos de melón los tratamientos de cubierta fueron significativamente diferentes en TCFR al tratamiento testigo (Cuadro 2.8). La media general fue superior para los tratamientos de acolchado más cubierta. Los tratamientos de pimiento tuvieron un comportamiento estadísticamente similar en ambos muestreos. En melón los tratamientos cubiertos registraron el mayor valor de TCFR en el primer muestreo, en el segundo muestreo, la TCFR disminuyó. Lo anterior indica una mayor TCFR durante los 32 días de crecimiento del cultivo en los tratamientos cubiertos respecto a los no cubiertos, acolchado y testigo. En pimiento hubo una misma tendencia de TCFR.

En melón los tratamientos de cubierta registraron mayor valor ($p=0.05$) de TAN (Cuadro 2.9) que el acolchado y testigo en el primer muestreo (10-20 dds) y puede ser atribuido a las mayores temperaturas de suelo y aire, en el segundo muestreo el testigo superó en TAN a los tratamientos de acolchado o cubiertos. El mayor valor de TAN del total de los tratamientos se registró en el segundo muestreo, de un total de 4 muestreos efectuados (datos no mostrados). Los resultados del presente estudio concuerdan con los obtenidos por Soltani *et al.*, (1995) quienes reportan en la etapa inicial del cultivo mayores valores de TAN en sandía al usar acolchado en combinación con cubiertas flotantes, reportan también que en muestreos subsecuentes, cuando las temperaturas fueron más altas, la TAN de las plantas con cubierta declinó, la TAN de las plantas no cubiertas fue hasta tres veces mayor que las plantas cubiertas. Seguramente la respuesta de la TAN reportada por Soltani *et al.*, es debida a que las cucurbitáceas tienden no solamente a incrementar los componentes de AF y PS, sino también del rendimiento al igual que en nuestro estudio. Mostenbocker y Bonano (1989) presentan resultados similares en melón, pero reportan falta de consistencia, en Carolina del Norte, donde las altas temperaturas son comunes y pueden limitar el uso de cubiertas flotantes perforadas.

En plantas de pimiento los valores de TAN fueron estadísticamente iguales en los 2 muestreos, los valores variaron de 0.0007 a 0.0010 g cm⁻² d⁻¹ . El uso de acolchado plástico en combinación con cubierta puede ocasionar un efecto dañino en pimiento, lo que fue evidente en la totalidad de los tratamientos de cubierta que registraron hasta 50 °C (datos no mostrados), lo que provocó una coloración amarillenta en el follaje del cultivo, y aproximadamente un 20 por ciento de la población con daños irreversibles de dicho efecto. Algunas de las plantas de pimiento reiniciaron su crecimiento una vez que fueron removidas las cubiertas.

La producción precoz de melón se incrementó en 34.9, 47.0, 46.7 y 44.4 t ha⁻¹ con el uso de los tratamientos APN, ACFT, ACFRI y ACFRF, el rendimiento del testigo fue de 13.1 t ha⁻¹, Cuadro 2.10. Asimismo la producción total se incrementó 46.9, 62.5, 79.8 y 67.5 por ciento respectivamente, el rendimiento del testigo fue 48.4 t ha⁻¹ . En otro parte del estudio (no mostrada), se observó que los grados día suelo se correlacionaron positivamente con producción precoz y producción total ($p < 0.05$), lo que no sucedió con los grados aire, que se correlacionaron mejor con peso seco de planta, por lo que se considera que el incremento en la temperatura del suelo es el que mejor explica los incrementos de ambos tipos de rendimiento. Mohd *et al.*, (1987) encontraron en pimiento un aumento en rendimiento precoz y total al usar cubierta de polietileno transparente, blanco y tela no tejida, obteniendo además mayor altura de planta, masa fresca y mayor número de ramas por planta. La diferencia entre los trabajos de Mohd *et al.*, y el nuestro radica en que ellos utilizaron solamente cubierta flotante, es decir, no combinada con acolchado. La presencia de temperaturas altas afecta severamente al pimiento, aunque existe poca literatura al respecto. Sin embargo, Abdalla y Verkerk (1968), Charles y Harris (1972), y Shelby *et al.*, (1978) indican que en otra solanácea, tomate, la esterilidad a temperaturas superiores a 30 °C es debida a la insuficiente polinización pues se reduce el

crecimiento del tubo polínico. Valadez (1992) reporta que en condiciones de alta temperatura el cultivo de chile puede presentar daños como aborción de flores, a menos de 15 °C se detiene el crecimiento del fruto; además menciona que en especies de chile de fruto pequeño a temperaturas de 32 a 35 °C el pistilo crece mas que los estambres antes que hayan abierto las anteras, lo que provoca la polinización cruzada. Temperaturas extremadamente altas pueden provocar la caída de frutos. Los resultados del presente estudio concuerdan con los obtenidos por Pratt *et al.*, (1981), Edge y Gerber (1985), Wells y Loy (1985), Wolfe *et al.*, (1989) respecto a que las solanáceas han mostrado falta de consistencia en cuanto al incremento en la producción precoz y total con el uso de cubiertas flotantes.

12181

U.A.A.A.N.

CONCLUSIONES

El análisis de crecimiento realizado, demuestra que en el cultivo de melón desarrollado con acolchado solo o combinado con cubierta flotante se incrementó el AF, PS, TCR, TCFR, AFE, RAF, producción precoz y producción total, con respecto al testigo. Los valores promedio de TAN fueron muy similares en todos los tratamientos.

El pimiento producido con acolchado solo registró rendimientos muy similares a los tratamientos de acolchado más cubierta flotante, inclusive los tratamientos con mayor periodos de cubierta registraron abrasión del follaje. La excesiva temperatura generada por el uso de cubiertas, podría limitar su uso bajo las condiciones de clima donde se efectuó el estudio.

LITERATURA CITADA

- Abdalla, A.A. and K. Verkerk.1968. Growth, flowering and fruit set of the tomato at high temperature. Netherlands J. Agr. Sci. 16:71-76.
- Bonano, R. and W.J. Lamont.1987. Effect of polyethylene mulches, irrigation method, and row covers on soil and air temperature and yield of muskmelon. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112(5):735-738.
- Edge, S.J. and J.M. Gerber.1985. Effect of row covers on physiological plant parameters and growth of tomatoes and sweet corn. Proc. Nat. Agr. Plastics Cong. 18:84-93.
- Hempill, D.D. and G.D. Crabtree. 1988. Growth response and weed control in slicing cucumbers under row covers. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113(1)41-45.
- Hempill, D.D. and N.S. Mansour.1986. Response of muskmelon to three floating row covers. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111(4)513-517.
- Jenni, S., D.C. Cloutier, G.Burgeois, and K.A. Stewart.1996. A heat unit model to predict growth and development of muskmelon to anthesis of perfect flowers. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121(2)274-280.
- Mohd, K., J.M. Gerber, and W.E. Splittstoesser. 1987. Row tunnel effects on growth, yield and fruit quality of bell pepper. Proceedings of the Twentieth National Agricultural Congress. Portland, Oregon. pp:152-158.
- Motsenbocker, C.E. and R.E. Bonano.1989. Row cover effects on air and soil temperatures and yield of muskmelon. HortScience. 24 (4):601-603.
- Perry K.B., T.C. Wehner, and G.L. Johnson.1986. Comparison of 14 methods to determine heat unit requirements for cucumber harvest. Hort Science 2(3) :419-423.
- Peterson, R.H. and H. Taber.1991. Tomato flowering and early yield response to heat buildup under row covers. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116(2):206-209.
- Pratt, A.J., P.C. Kohm, and H.C. Wien.1981. Plastic mulches and plant growing tunnels and some of their effects on temperature control, water conservation and yields of pepper in Arizon and Upstate New York. Proc. Nat. Agr. Plastics Cong. 16: 66-78.

- Shelby, R.A., W.H. Greenleaf, and C.M. Peterson. 1978. Comparative floral fertility in heat tolerant and heat sensitive tomatoes. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 103 (6): 778-780.
- Soltani, N., L. Anderson, and A.R. Hamson. 1995. Growth analysis of watermelon plants grown with mulches and rowcovers. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 120(6):1001-1009.
- Teasdale, J.R. and A. A. Abdul-Baki.1995. Soil temperature and tomato associated with black polyetyhylene and hairy vetch mulches. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 120(5): 848-853.
- Teasdale, J.R. and A. Abdul-Baki.1997. Growth analysis of tomatoes in black polyethylene and hairy vetch production systems. *HortScience.* 32(4): 659-667.
- Valadez, A.L. 1994. Producción de hortalizas. Ed. Limusa. Mexico, D.F.
- Tindall, J.A., R.B. Beverly, and D.E. Redcliffe.1991. Mulch effect on soil properties and tomato growth using micro irrigation. *Agron. J.* 83:1028-1034.
- Wells, O.J. and J.B. Loy.1985. Intensive vegetable production with row covers. *HortScience* 20(5):822-826.
- Wolfe, D.D., L.D. Albright, and J. Wyland.1989. Modelling row cover effects on microclimate and yield: Growth response of tomato and cucumber. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 114(4):562-568.

Cuadro 2.1. Grados día aire y suelo y temperaturas de aire y suelo en plantas de melón y pimiento bajo acolchado y cubiertas flotantes.

Cultivo	Tratamientos	Grados día		Temp. máxima registrada (°C)		Temperatura media (°C)
		Aire	Suelo	Aire	Suelo	Aire
Melón	Testigo	442	408	37.5	32.1	22.34
	Acolchado	446	512	37.2	34.1	25.62
	ACFRT	534	541	51.4	36.1	26.63
	ACFRI	621	596	52.6	38.3	28.33
	ACFRF	675	636	52.6	38.3	29.58
Pimiento	Testigo	579	559	38.4	35.0	23.18
	Acolchado	581	687	37.6	34.6	27.24
	ACFRT	724	757	50.0	38.7	28.80
	ACFRI	784	797	50.2	39.8	29.79
	ACFRF	846	838	50.4	39.9	30.89

ACFRT= Acolchado con cubierta flotante removida 10 dds en melón y 20 ddt en pimiento.
 ACFRI= Acolchado con cubierta flotante removida 20 dds en melón y 30 ddt en pimiento.
 ACFRF=Acolchado con cubierta flotante removida 32 dds en melón y 40 ddt en pimiento.

Cuadro 2.2. Area foliar (AF) en los cultivos de melón y pimiento bajo diferentes tratamientos de acolchado y cubiertas flotantes.

Cultivo	Tratamientos	cm ² /planta			Media
		Primer muestreo ¹	Segundo muestreo ²	Tercer muestreo ³	
Melón	Testigo	2.16 c	7.13 a	27.70 c	12.33
	Acolchado	4.32 b	17.66 c	194.90 c	72.29
	ACFRT	7.59 ab	97.20 b	1149.70 b	418.16
	ACFRI	7.85 a	172.51 a	2284.70 a	821.68
	ACFRF	7.69 a	149.64 a	2088.40 a	748.57
	D.M.S.(0.05)	3.27	27.74	439.95	
Pimiento	Testigo	45.81 b	313.73 ab	670.20 ab	343.24
	Acolchado	71.65 b	331.54 a	479.90 bc	294.36
	ACFRT	133.28 a	340.22 a	791.50 a	421.66
	ACFRI	126.38 a	159.83 bc	506.50 ab	264.23
	ACFRF	128.57 a	104.00 c	194.10 c	142.22
	D.M.S.(0.05)	44.15	155.11	299.92	

^{1, 2, 3} = Tomados 10, 20 y 32 dds en melón y los 20, 30 y 40 ddt en pimiento.

ACFRT= Acolchado con cubierta flotante removida 10 dds en melón y 20 ddt en pimiento.

ACFRI= Acolchado con cubierta flotante removida 20 dds en melón y 30 ddt en pimiento.

ACFRF= Acolchado con cubierta flotante removida 32 dds en melón y 40 ddt en pimiento.

N.S.= No significancia..

Las medias dentro de columnas en cada cultivo con la misma literal son estadísticamente iguales al $p < 0.05$ de probabilidad.

Cuadro 2.3 Peso seco por planta (PS) en los cultivos de melón y pimiento bajo diferentes tratamientos de acolchado y cubiertas flotantes.

Cultivo	Tratamientos	g/planta			Media
		Primer muestreo ¹	Segundo muestreo ²	Tercer muestreo ³	
Melón	Testigo	0.01 c	0.05 c	0.59 c	0.21
	Acolchado	0.03 b	0.12 c	1.77 c	0.64
	ACFRT	0.05 a	0.55 a	11.81 b	4.13
	ACFRI	0.05 a	0.97 a	22.95 a	7.99
	ACFRF	0.05 c	0.78 a	18.67 a	6.50
	D.M.S.(0.05)	0.018	0.22	4.90	
Pimiento	Testigo	0.38 c	2.85 a	5.42 ab	2.88
	Acolchado	0.46 bc	2.75 ab	4.43 b	2.54
	ACFRT	0.72 a	3.18 a	7.32 a	3.74
	ACFRI	0.67 ab	1.63 bc	4.66 b	2.32
	ACFRF	0.64 ab	1.25 c	1.73 c	1.20
	D.M.S.(0.05)	0.24	1.33	4.57	

^{1, 2, 3} = Tomados 10, 20 y 32 dds en melón y los 20, 30 y 40 ddt en pimiento.

ACFRT= Acolchado con cubierta flotante removida 10 dds en melón y 20ddt en pimiento.

ACFRI= Acolchado con cubierta flotante removida 20 dds en melón y 30 ddt en pimiento.

ACFRF=Acolchado con cubierta flotante removida 32 dds en melón y 40 ddt en pimiento.

N.S.= No significancia..

Las medias dentro de columnas en cada cultivo con la misma literal son estadísticamente iguales al $p < 0.05$ de probabilidad.

Cuadro 2.4. Area foliar específica (AFE) en los cultivos de melón y pimiento bajo diferentes tratamientos de acolchado y cubiertas flotantes.

Cultivo	Tratamientos	cm ² g ⁻¹			Media
		Primer muestreo ¹	Segundo muestreo ²	Tercer muestreo ³	
Melón	Testigo	150.58	176.71 b	55.74 c	127.67
	Acolchado	148.93	178.04 b	153.87 ab	160.28
	ACFRT	149.97	214.49 a	142.10 b	168.85
	ACFRI	156.06	219.05 a	154.62 ab	176.57
	ACFRF	160.65	238.04 a	175.59 a	191.42
	D.M.S.(0.05)	N.S.	35.51	27.52	
Pimiento	Testigo	263.30	125.00 c	180.22	189.50
	Acolchado	375.79	133.10 bc	157.42	222.10
	ACFRT	445.03	138.07 b	157.03	246.71
	ACFRI	415.96	158.81 a	190.89	255.22
	ACFRF	515.38	155.19 a	178.62	283.06
	D.M.S.(0.05)	N.S.	10.25	N.S.	

^{1, 2, 3} = Tomados 10, 20 y 32 dds en melón y los 20, 30 y 40 ddt en pimiento.

ACFRT= Acolchado con cubierta flotante removida 10 dds en melón y 20 ddt en pimiento.

ACFRI= Acolchado con cubierta flotante removida 20 dds en melón y 30 ddt en pimiento.

ACFRF= Acolchado con cubierta flotante removida 32 dds en melón y 40 ddt en pimiento.

N.S.= No significancia..

Las medias dentro de columnas en cada cultivo con la misma literal son estadísticamente iguales al $p < 0.05$ de probabilidad.

Cuadro 2.5. Relación de peso foliar (RPF) en los cultivos de melón y pimiento bajo diferentes tratamientos de acolchado y cubiertas flotantes.

Cultivo	Tratamientos	Primer muestreo ¹	Segundo muestreo ²	Tercer muestreo ³	Media
Melón	Testigo	1.00	0.88 a	0.88 a	0.92
	Acolchado	1.00	0.87 a	0.83 a	0.90
	ACFRT	1.00	0.83 b	0.67 b	0.83
	ACFRI	1.00	0.82 b	0.65 b	0.82
	ACFRF	1.00	0.82 b	0.64 b	0.82
	D.M.S.(0.05)	0.00	0.083	0.15	
Pimiento	Testigo	0.524	0.660	0.680	0.621
	Acolchado	0.547	0.729	0.684	0.653
	ACFRT	0.558	0.750	0.685	0.664
	ACFRI	0.580	0.749	0.700	0.676
	ACFRF	0.547	0.708	0.679	0.644
	D.M.S.(0.05))	N.S.	N.S.	N.S.	

^{1, 2, 3} = Tomados 10, 20 y 32 dds en melón y los 20, 30 y 40 ddt en pimiento.

ACFRT= Acolchado con cubierta flotante removida 10 dds en melón y 20 ddt en pimiento.

ACFRI= Acolchado con cubierta flotante removida 20 dds en melón y 30 ddt en pimiento.

ACFRF=Acolchado con cubierta flotante removida 32 dds en melón y 40 ddt en pimiento.

N.S.= No significancia.

Las medias dentro de columnas en cada cultivo con la misma literal son estadísticamente iguales al $p < 0.05$ de probabilidad.

Cuadro 2.6. Tasa de crecimiento relativo (TCR) en los cultivos de melón y pimiento bajo diferentes tratamientos de acolchado y cubiertas flotantes.

Cultivo	Tratamientos	g g ⁻¹ d ⁻¹		Media
		Primer muestreo ¹	Segundo muestreo ²	
Melón	Testigo	0.115 c	0.2100	0.162
	Acolchado	0.129 c	0.2109	0.169
	ACFRT	0.242 b	0.2507	0.246
	ACFRI	0.297 a	0.2639	0.280
	ACFRF	0.279 ab	0.2658	0.272
	D.M.S.(0.05)	0.039	NS	
Pimiento	Testigo	0.120	0.023	0.071
	Acolchado	0.121	0.110	0.115
	ACFRT	0.149	0.088	0.118
	ACFRI	0.147	0.047	0.097
	ACFRF	0.146	0.063	0.104
	D.M.S. (0.05)	N.S.	N.S.	

^{1, 2} = Tomados 20 y 32 dds en melón y los 30 y 40 ddt en pimiento.

ACFRT= Acolchado con cubierta flotante removida 10 dds en melón y 20 ddt en pimiento.

ACFRI= Acolchado con cubierta flotante removida 20 dds en melón y 30 ddt en pimiento.

ACFRF=Acolchado con cubierta flotante removida 32 dds en melón y 40 ddt en pimiento.

N.S.= No significancia.

Las medias dentro de columnas en cada cultivo con la misma literal son estadísticamente iguales al $p < 0.05$ de probabilidad .

Cuadro 2.7. Relación de área foliar (RAF) en los cultivos de melón y pimiento bajo diferentes tratamientos de acolchado y cubiertas flotantes.

Cultivo	Tratamientos	cm ² g ⁻¹		Media
		Primer muestreo ¹	Segundo muestreo ²	
Melón	Testigo	153.60	101.75 b	127.67
	Acolchado	151.85	143.22 a	147.53
	ACFRT	163.85	136.95 a	150.40
	ACFRI	167.86	139.84 a	153.85
	ACFRF	177.99	154.0 a	165.99
	D.M.S.(0.05)	N.S.	22.56	
Pimiento	Testigo	101.97 c	101.97	101.97
	Acolchado	130.09 bc	102.64	116.36
	ACFRT	156.52 ab	105.48	131.00
	ACFRI	164.31 a	127.28	145.79
	ACFRF	167.13 a	115.42	141.27
	D.M.S. (0.05)	31.79	N.S.	

^{1,2} = Tomados 20 y 32 dds en melón y los 30 y 40 ddt en pimiento.

ACFRT= Acolchado con cubierta flotante removida 10 dds en melón y 20 ddt en pimiento.

ACFRI= Acolchado con cubierta flotante removida 20 dds en melón y 30 ddt en pimiento.

ACFRF=Acolchado con cubierta flotante removida 32 dds en melón y 40 ddt en pimiento.

N.S.= No significancia..

Las medias dentro de columnas en cada cultivo con la misma literal son estadísticamente iguales al $p < 0.05$ de probabilidad .

Cuadro 2.8. Tasa de crecimiento foliar relativo (TCFR) en los cultivos de melón y pimiento bajo diferentes tratamientos de acolchado y cubiertas flotantes.

Tratamientos	cm ² cm ⁻² d ⁻¹		Media
	Primer muestreo ¹	Segundo muestreo ²	
Testigo	0.119 c	0.110 b	0.114
Acolchado	0.133 c	0.194 a	0.163
ACFRT	0.260 b	0.199 a	0.229
ACFRI	0.311 a	0.215 a	0.263
ACFRF	0.298 ab	0.220 a	0.259
D.M.S.(0.05)	0.044	0.039	
Testigo	0.082	0.059	0.070
Acolchado	0.074	0.121	0.097
ACFRT	0.086	0.093	0.089
ACFRI	0.098	0.055	0.076
ACFRF	0.082	0.073	0.077
D.M.S.(0.05)	N.S.	N.S.	

^{1,2}= Tomados 20 y 32 dds en melón y los 30 y 40 ddt en pimiento.

ACFRT= Acolchado con cubierta flotante removida 10 dds en melón y 20 ddt en pimiento.

ACFRI= Acolchado con cubierta flotante removida 20 dds en melón y 30 ddt en pimiento.

ACFRF=Acolchado con cubirta flotante removida 32 dds en melón y 40 ddt en pimiento.

N.S.= No significancia.

Las medias dentro de columnas en cada cultivo con la misma literal son estadísticamente iguales al $p < 0.05$ de probabilidad .

Cuadro 2.9. Tasa de asimilación neta (TAN) en los cultivos de melón y pimiento bajo diferentes tratamientos de acolchado y cubiertas flotantes.

Cultivo	Tratamiento	g cm ⁻² d ⁻¹		Media
		Primer muestreo ¹	Segundo muestreo ²	
Melón	Testigo	0.00075 b	0.00293 a	0.0018
	Acolchado	0.00083 b	0.00165 b	0.0012
	ACFRT	0.00144 a	0.00217 b	0.0018
	ACFRI	0.00174 a	0.00223 b	0.0019
	ACFRF	0.00152 a	0.00202 b	0.0017
	D.M.S.(0.05)	0.0003	0.0007	
Pimiento	Testigo	0.0012	0.0003	0.0007
	Acolchado	0.0010	0.0011	0.0010
	ACFRT	0.0011	0.0008	0.0009
	ACFRI	0.0010	0.0004	0.0007
	ACFRF	0.0010	0.0005	0.0007
	D.M.S. (0.05)	N.S.	N.S.	

^{1, 2}= Tomados 20 y 32 dds en melón y los 30 y 40 ddt en pimiento.

ACFRT= Acolchado con cubierta flotante removida 10 dds en melón y 20 ddt en pimiento.

ACFRI= Acolchado con cubierta flotante removida 20 dds en melón y 30 ddt en pimiento.

ACFRF= Acolchado con cubierta flotante removida 32 dds en melón y 40 ddt en pimiento.

N.S.= No significancia.

Las medias dentro de columnas en cada cultivo con la misma literal son estadísticamente iguales al $p < 0.05$ de probabilidad

Cuadro 2.10. Efecto del acolchado y las cubiertas flotantes en el rendimiento de melón y pimienta morrón.

Cultivo	Tratamientos	Rendimiento precoz t ha ⁻¹	Rendimiento rezaga t ha ⁻¹	Rendimiento comercial t ha ⁻¹	Rendimiento total t ha ⁻¹
Melón	Testigo	13.125 b	14.317	34.133 b	48.450 b
	Acolchado	48.042 a	12.160	59.022 a	71.182 a
	ACFRT	60.198 a	13.023	65.710 a	78.733 a
	ACFRI	59.842 a	8.530	78.572 a	87.102 a
	ACFRF	57.530 a	12.853	68.703 a	81.555 a
	D.M.S. (0.05)	12.749	N.S.	21.07	19.66
Pimiento	Testigo	2.099	4.345	35.353	39.698
	Acolchado	4.746	4.231	45.817	50.048
	ACFRT	5.194	5.023	45.993	51.016
	ACFRI	3.383	4.341	42.756	47.097
	ACFRF	2.370	5.116	45.786	50.902
	D.M.S. (0.05)	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

ACFRT= Acolchado con cubierta flotante removida 10 dds en melón y 20 ddt en pimiento

ACFRI= Acolchado con cubierta flotante removida 20 dds en melón y 30 ddt en pimiento

ACFRF= Acolchado con cubierta flotante removida 32 dds en melón y 40 ddt en pimiento

N.S.= No significancia,.

Las medias dentro de columnas en cada cultivo con la misma literal son estadísticamente iguales al $p < 0.05$ de probabilidad.

DISCUSION

Los resultados de diversos estudios en los que se han usado diferentes temperaturas umbrales mínimas y máximas, para obtener una relación lineal entre acumulación de grados-día y crecimiento (Glimore y Rogers 1958; Madariaga y Knott, 1951; Perry *et al.*, 1986; Wolfe *et al.*, 1989; Perry y Wehner, 1990), conforman el marco conceptual para la presente discusión.

El uso conjunto del acolchado con cubierta flotante aumentó la frecuencia de temperaturas por encima de 35 °C lo que favoreció el crecimiento de las plantas de melón. En pimiento, sin embargo, se registraron temperaturas máximas superiores a 50 °C en estos tratamientos, provocando daños irreversibles en la planta. En un estudio realizado por Jenni *et al.*, en 1996, para generar un modelo basado en unidades calor que predijera el crecimiento y desarrollo de melón, hasta antes de la anéxide, también se registraron temperaturas extremas al combinar acolchado con cubierta flotante. La influencia negativa de temperaturas máximas en pimiento ha sido reportada en pimiento y otras solanáceas (Mohd *et al.*, 1987; Wolfe *et al.*, 1989). Contrariamente, la influencia negativa de temperaturas mínimas en melón, se reportan en Carolina del Norte (Bonano y Lamont, 1987; Motsenbocker y Bonano, 1989).

La utilización de temperaturas umbrales máximas del aire y del suelo, y de la radiación fotosintéticamente activa en nuestro modelo, no tuvieron un efecto significativo. Sin embargo, la inclusión de la fórmula que considera los grados-día de suelo, tuvo un efecto benéfico en el modelo para la predicción de producción precoz y

total. La fórmula tradicional de grados-día aire fue la que mejor predijo la producción de biomasa.

Los grados-día aire tuvieron mayor rango de variación que los grados-día suelo. Los resultados muestran que los tratamientos testigo y acolchado sin cubierta flotante, incrementaron ligeramente los grados-día aire en comparación con el incremento registrado en los grados-día suelo (Cuadro 1.1).

El rango de temperatura óptima de aire para melón es estimada entre 18 - 24 °C (Lorenz y Maynard, 1988). Sin embargo, las plantas muestran tolerancia por arriba de 30 °C (Wien y Bell, 1981; Wells y Loy, 1985; Hempill y Mansour, 1986). Las temperaturas excesivas de aire resultaron del uso de cubiertas de polipropileno y contribuyeron al efecto detrimental en pimiento pero crearon un efecto benéfico en melón, estos resultados son similares a otros previamente reportados (Bonano y Lamont, 1987; Motsenbocker y Bonano, 1989). Nuestros resultados indican que las fórmulas tradicionales de grados-día aire y suelo (GD1 y GD2) mejoraron la predicción del período óptimo de cubierta de melón, pero no de pimiento. Estos resultados contrastan con los obtenidos en melón por Jenni *et al.*, (1996), que indican que la inclusión de temperaturas umbrales máximas mejoran la predicción del crecimiento vegetativo, antes de la antesis y con los resultados obtenidos en pepino por Wolfe *et al.*, (1989), quienes encontraron que la acumulación de grados-día se correlacionó positivamente con biomasa, producción precoz y producción total. En nuestro estudio de melón, los grados-día solamente se correlacionaron con la biomasa de planta, en pimiento no hubo correlación significativa entre grados-días aire y peso seco de planta, producción precoz y producción total, pero sí entre los grados-día suelo (n=10) con esas variables, con valores de $r = 0.71$, 0.76 y 0.65 respectivamente, a pesar de las limitaciones ocasionadas por el excesivo calor generado con el uso de cubiertas

flotantes. Jenni *et al.*, (1996) probaron temperaturas base por debajo de 10 °C, en nuestro estudio no fue factible realizar dicha prueba ya que no se registraron temperaturas por debajo de 10 °C durante el período de cubierta flotante.

Nuestros resultados indican una mejor correlación de biomasa, producción precoz y producción total, con una temperatura base de 10 °C, Jenni *et al.*, (1996), encontraron que una temperatura base de 14 °C en melón es mejor en la predicción de la antesis de plantas de melón. En pimiento, aunque existe poca información respecto a la acumulación de grados-día, Mohd *et al.*, (1987) han encontrado que al aumentar el período de cubierta se incrementan los frutos por planta y, consecuentemente el rendimiento. Estos autores no usaron una temperatura base de 10 °C, ni acolchado combinado con cubierta flotante.

De acuerdo con Jenni *et al.*, (1996), la temperatura base de suelo para el cultivo de melón, bajo condiciones de ambiente controlado, es de 12°C; en nuestro estudio se incluyeron temperaturas base de 10 °C y 15 °C. La inclusión de temperatura base de 15 °C disminuyó el número de grados-día, pero la significancia de grados-día aire con biomasa, no mejoró con respecto a una temperatura base de 10 °C.

Basado en la evaluación de cinco tratamientos de acolchado y cubiertas flotantes en dos años, el peso seco del vástago se puede predecir con la fórmula de grados-día convencional, con un valor de $r^2=0.77$ y la producción precoz y total con la fórmula de grados-día suelo con valores de $r^2=0.87$ y 0.88 en melón (Figura 1.1). Los valores de r^2 en pimiento registraron coeficientes de 0.50, 0.58 y 0.42 (Figura 1.2) para biomasa, rendimiento precoz y producción precoz y producción total, respectivamente. Sin embargo, las predicciones fueron afectadas por el excesivo calor generado con el uso de cubiertas flotantes que ocasionaron daños irreversibles en el follaje.

La acumulación de grados día aire y suelo depende de las propiedades del acolchado (Ham *et al.*, 1993; Liakatas *et al.*, 1986), pues este modifica las proporciones de radiación reflejada, transmitida y absorbida por la película plástica. Debido a que alrededor del 90 por ciento de la radiación que incide sobre el polietileno negro es absorbida, el calor generado es conducido al suelo, aumentando la temperatura de éste. Debido a la presencia del acolchado en el suelo, poca energía es perdida a través de la evaporación del agua del suelo lo que resulta en una ganancia neta de calor durante el día. La radiación reflejada por el suelo desnudo puede variar dependiendo del contenido de la humedad del suelo y de su composición, pero es común un 20 por ciento de reflexión (Liakatas *et al.*, 1986; Bristow, 1988; Ham *et al.*, 1993). La evaporación de la humedad del suelo también se considera una significativa pérdida de energía del suelo desnudo (Bristow, 1988). Como resultado de la mayor pérdida de energía por reflexión y evaporación, en suelo desnudo hubo una menor acumulación de grados-día-suelo, respecto a los tratamientos de acolchado con polietileno negro.

En ambos cultivos, la temperatura máxima del aire y temperatura media del suelo, fueron superiores en los tratamientos con cubierta flotante, respecto a los tratamientos sin cubierta (Cuadro 1). Estos resultados coinciden con los reportados por Hempill y Mansour (1986) y Motsenbocker y Bonano (1989), en melón.

Los valores promedio de grados-día aire y suelo, en pimiento y melón, representan el valor acumulado hasta los 32 dds en melón y 40 ddt en pimiento. Durante los períodos de tratamiento se hicieron muestreos para determinar el peso seco de cada parte de la planta y el área foliar, y construir índices de crecimiento (AFE, RPF, TCR, RAF, TCFR y TAN). En melón, el crecimiento (AFE, RAF, TCFR y TAN) de los tratamientos de acolchado o con cubierta flotante, fue estadísticamente

superior que el testigo ($P < 0.05$); en pimiento no hubo repuestas estadísticamente significativas. Lo anterior refleja una respuesta diferente entre cultivos en la expresión del crecimiento de plantas de melón y pimiento. La reducción en el monto de la radiación fotosintéticamente activa (Cuadro 1.1), no afectó el crecimiento de plantas de melón. De acuerdo con Wells y Loy (1985) el uso de cubiertas de poliéster y polipropileno no debe limitar el crecimiento. En Norteamérica, las cubiertas flotantes se usan en combinación con acolchado plástico negro porque el acolchado provee un buen control de malezas (Loy y Wells, 1982).

La mayor acumulación de calor ocasionada por la cubierta flotante, pudiera explicar el mayor crecimiento de melón, en los tratamientos con cubierta. La exposición de plantas de pimiento a temperaturas superiores a 35 °C no mostró un patrón de crecimiento con el uso de cubiertas. Cuando las cubiertas en pimiento han sido colocadas encima de la planta, en forma flotante, el cultivo es dañado por el contacto directo con la cubierta. En nuestro estudio las cubiertas fueron colocadas en túnel triangular y a pesar de ello se observó el mismo efecto detrimental. Un denso sombreado con materiales de cubierta puede reducir la fotosíntesis y la luz interceptada, sin embargo, el uso de las cubiertas flotantes no redujeron el contenido de clorofila en comparación con las plantas no cubiertas (Roberts y Anderson, 1994).

El rendimiento precoz no fue incrementado por las cubiertas flotantes y el acolchado plástico en ambos años en plantas de pimiento. Wells y Loy (1985) han reportado falta de consistencia en el incremento de la producción precoz de pimiento con cubierta flotante sola, siendo el tratamiento de acolchado plástico solo el más consistente con relación a producción precoz, indican que las cubiertas que son efectivas en la expresión del rendimiento, deben ser manejadas de acuerdo a los requerimientos o limitaciones de temperatura de cada cultivo. Las plantas de pimiento

son dañadas con temperaturas superiores a 30 °C. La excesiva temperatura durante la etapa inicial del crecimiento puede ser detrimental para el rendimiento de pimiento. La drástica reducción en rendimiento con cubiertas flotantes, comparada con el acolchado plástico solo, en los estudios de Wells y Loy (1985), fue atribuida a temperaturas ambiente que alcanzaron 32 °C, cuando las plantas se encontraban en plena floración. Tales resultados se confirman en nuestro estudio.

En melón la producción precoz y total se incrementaron con acolchado plástico solo. El incremento en la producción precoz fue mayor cuando se usaron cubiertas flotantes, coincidiendo con las observaciones de Wells y Loy (1985).

Los rendimientos de otras cucurbitáceas, como pepino (Hempill y Crabtree, 1988; Wolfe *et al.*, (1989) y sandía (Hassell, 1981), son usualmente superiores con el uso de cubiertas flotantes; estas, no solo mejoran la germinación (Wells, 1984) y el rendimiento, sino que también protegen contra insectos (Natwick, 1987), y si se aplican inmediatamente después de la siembra y se remueven al inicio de la floración, reducen la incidencia de vectores de virosis.

El rendimiento se incrementó por efecto de acolchado o de cubierta flotante más acolchado en plantas de melón en 1996 y 1997 (Cuadro 1.3). El incremento de la producción precoz y total con la fórmula GD2 fue lineal con respecto a grados-día. El modelo lineal ofreció valores de determinación de $r^2=0.87$ y 0.88 para ambos tipos de producción, respectivamente. La inclusión de la fórmula tradicional (GD1) para definir el periodo óptimo de permanencia de la cubierta, basada en temperatura del aire, no se correlacionó con producción precoz o producción total. El modelo basado en la temperatura del suelo explicó mejor los cambios que se produjeron en el rendimiento de melón. Las correlaciones obtenidas para pimiento mostraron la misma tendencia que para melón, aunque de acuerdo con la muerte de plantas de pimiento, la

temperatura de aire también afectó las plantas de pimiento. Wells y Loy, (1985); Roberts y Anderson, (1994) han mostrado que el rendimiento de las plantas de pimiento es afectado por el uso de cubiertas flotantes, aunque en sus estudios ellos no incorporaron el uso conjunto de acolchado mas cubierta flotante. Basado en nuestras observaciones podemos recomendar el uso del acolchado plástico solo.

El cultivo de melón con acolchado y cubiertas flotantes mostró un incremento en producción precoz y total respecto al melón cultivado sin acolchado y sin cubiertas ($p < 0.01$). En contraste, el uso de acolchado y cubiertas mostró poco beneficio en pimiento (Cuadro 2.10). El bajo rendimiento de las plantas de pimiento bajo cubierta estuvo asociado con altas temperaturas en el interior de la cubierta.

A pesar de las diferencias en condiciones ambientales entre años, una ecuación de regresión simple ($r^2 = 0.87$ y 0.88) se podría usar para describir los datos de ambos años de la producción precoz y producción total de plantas de melón. La acumulación de grados-día no fue un exacto predictor de rendimiento en pimiento. Los resultados de ambos cultivos quedaron enmascarados por la diferencia de temperaturas entre años y la nivelación del suelo efectuada en 1997.

CONCLUSIONES

En plantas de melón la fórmula tradicional de grados-día aire fue la mejor predictora de peso seco, en cambio la fórmula grados-día- suelo fue la mejor predictora de producción precoz y total. Esas mismas fórmulas en pimiento no fueron buenas predictoras de esas variables.

Las fórmulas de grados-día que incluyen un factor temperatura del suelo y/o radiación fotosintéticamente activa no se correlacionaron con la biomasa ni la producción precoz y total, de los cultivos.

Los tratamientos de acolchado combinado con cubierta flotante, incrementan el crecimiento (AF, PS, AFE, RAF, TCFR, TCR y TAN) y la producción precoz y total, en melón. En pimiento no se observaron efectos de tratamiento, debido al daño ocasionado por el calor excesivo generado por el uso de acolchado y cubierta flotante

LITERATURA CITADA

- Abdalla, A.A. and K. Verkerk. 1968. Growth, flowering and fruit set of the tomato at high temperature. *Netherlands J. Agr. Sci.* 16:71-76.
- Bonano, J.F. and W.J. Lamont 1987. Effect of polyethylene mulches, irrigation method and row covers on soil and air temperature and yield of muskmelon. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112:735-471.
- Bonlam, S.A. de C.V. 1991. División Fibras, CYDSA. México, D.F. 6 p.
- Bristow, K.L. 1988. The role of mulch and its architecture in modifying soil temperature. *Austral. J. Soil Res.* 26:269-280.
- Brown, J. E. 1984. Effects of black plastic mulch on muskemelons intercropped with turnip greens. *Proc. Natl. Agr. Plastic Cong* 18: 154-160.
- Brown, J.E. G. A. Lewis, E.I. Carden, and R.N. McDaniel. 1986. Effects of black plastic mulch and row covers on the growth and performance of eggplant intercropped with mustard greens. *Proc. Natl. Agr. Plastic Cong.* 19:384-392.
- Carrillo, F.A., O.J. Cruz, B.G. Valenzuela y C. Morales. 1992. Efectos de distintos períodos de cobertura de tela de polipropileno sobre la incidencia de virosis y rendimiento de tomate en Sinaloa. XIX Congreso Nacional de Fitopatología. p. 141.
- Charles, W. B. and R. E. Harris. 1972. Tomato fruit set at high and low temperature. *Canad. J. Plant Sci.* 52:497-506.
- Edge, S.J. and J. M. Gerber 1985. Effect of row covers on physiological plant parameters and growth of tomatoes and sweet corn. *Proc. Nat. Agr. Plastics Cong.* 18:84-93.
- Emmert. E.M 1955. Results of research in 1955. 68th Annu. Rpt. Kentucky Ag. Expt. Sta.
- Gerber, J .M., J. E. Brown, and W. E. Splittstoesser. 1983. Economic evaluation of plastic mulch and row tunnels for use in muskemelon production. *Proc. Nat. Agr. Plastics Cong.* 17:46-50.
- Gilmore, E.C. and J.S. Rogers, 1958. Heat units for measuring maturity in corn. *Agron. J.* 50:611-615.

- Ham, J.M., G.J. Kluitenberg, and W.J. Lamont, 1993. Optical properties of plastic mulches affect the field temperature regime. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 118:188-193.
- Hempill, D.D. and G.D. Crabtree. 1988. Growth response and weed control in slicing cucumbers under row covers. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 113(1)41-45.
- Hemphill, Jr., D.D. and N.S. Mansour, 1986. Response of muskmelon to three floating row covers. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111:513-517.
- Jenni, S., D.C. Cloutier, G. Bourgeois, and K.A. Stewart. 1996. A heat unit model to predict growth and development of muskmelon to anthesis of perfect flowers. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 121(2)274-280.
- Jones, H. 1983. Plants and microclimate. A quantitative approach to environmental plant physiology. p 208-209.
- Liakatas, A., J.A. Clark, and J.L. Monteith, 1986. Measurements of the heat balance under plastic mulches. Part 1. Radiation balance and soil heat flux. *Agr. For. Meteorol.* 36:227-239.
- Lorenz, O.A, and D.N. Maynard. 1988. Knott's handbook for vegetable growers. Wiley, New York.
- Loy, J. B. and O. S. Wells. 1982. A comparison of slitted polyethylene and spunbonded polyester for plant row cover. *HortScience.* 17:405-407.
- Madariaga, F.J. and J.E. Knott, 1951. Temperature summations in relation to lettuce growth. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 58:147-152.
- Mohd, K., J.M. Gerber, and W.E. Splittstoesser. 1987. Row tunnel effects of growth, yield and fruit quality of bell pepper. *Proc. Nat. Agr. Plastics. Cong.* pp 152-158.
- Motsenbocker, C.E. and A.R. Bonanno. 1989. Row cover effects on air and soil temperatures and yield of muskmelon. *HortScience* 24:601-603.
- Natwick, E.T., A. Durazo, and F.F. Laemmlen. 1987. Row covers for insects and virus diseases protection in dessert agriculture. *Proc. Nat. Agr. Plastics. Cong.* pp 159-169.
- Perry, K.B., T.C. Wehner, and G.L. Johnson. 1986. Comparison of 14 methods to determine heat unit requirements for cucumber harvest. *HortScience.* 21: 419-423.
- Perry, K.B, and T.C. Wehner, 1990. Prediction of cucumber harvest date using a heat unit model. *HortScience* 25:405-406.
- Peterson, R.H. and H.G. Taber. 1991. Tomato flowering and early yield response to heat buildup under row covers. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 116:206-209.
- Pratt, A. J., P. C Kohm, and H. C Wien. 1981. Plastic mulches and splan growing tunnels and some of their effects on temperature control, water conservation and yields of pepper in Arizon and Upstate. New York. *Proc. Nat. Agr. Plastics Congress.* 16: 66-78.

- Rickard, P.C. 1975. Mulches for vegetable production. Grower guide 7. Grower books, London. pp: 25.
- Roberts B.W. and J.Anderson. 1994. Canopy shade and soil mulch affect yield and solar injury of bell pepper. HortScience 29(4):258-260.
- Robledo, F. y L. Martín.1988. Manual de aplicación de plásticos en la agricultura. Edición Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Seitz, P. 1976. Anregunen für produktion und asbatz. Heft 6. Flachfolien, D. 53000 Bonn. pp: 36.
- Shelby, R.A., W.H. Greenleaf, and C.M. Peterson. 1978. Comparative floral fertility in heat tolerant and heat sensitive tomatoes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103:778-780.
- Soltani, N., J. LaMar A., and A.R. Hamson. 1995. Growth analysis of watermelon plants grown with mulches and rowcovers. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120(6):1001-1009.
- Teasdale, J.R. and A.A. Abdul-Baki.1995. Soil temperature and tomato associated with black polyetyhylene and hairy vetch mulches. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120(5): 848-853.
- Teasdale, J.R. and A. Abdul-Baki.1997. Growth analysis of tomatoes in black polyethylene and hairy betch production systems. HortScience. 32(4): 659-667.
- Tindall, J.A., R.B. Beverly, and D.E. Redcliffe.1991. Mulch effect on soil properties and tomato growth using micro irrigation. Agron. J. 83:1028-1034.
- Torres, R.E. 1995. Agrometeorología Editorial Trillas. p. 71.
- Valadez, A.L. 1994. Producción de hortalizas. Ed. Limusa. Mexico, D.F.
- Waggoner, P.E., P.M. Miller and H.C. DeRoo. 1960. Plastic mulching. Principles and benefits. Conn. Agr. Expt. Bul. 634.
- Warren, A. W. and J.M Gerber. 1983. Economic feasibility of slitted row covers on muskmelons to promote earliness and yield. Proc. 1983 Illinois Vegetable Growers Schools. University of Ill. Urbana, Ill. Hort Series 40: 25-28.
- Wells, O.S. 1984. Production of direct seeded vegetables with spunonded row covers. Proc. Natl. Agr. Plast. Cong. 18: 51-55.
- Wells, O. S. and J.B. Loy. 1981. Slitted plastic row covers for vegetable production. Proc. Natl. Agr. Plastics Cong. 16:124-128.
- Wells, O.J. and J.B. Loy.1985. Intensive vegetable production with row covers. HortScience 20:822-826.

- Wien, H.C. and D. Bell, 1981. Polyethylene tunnels and other protective structures for production of early vegetables in New York State Proc. Agr. Natl.Plastics Congr.16:92-102.
- Wolfe, D. and D. Bell. 1988. Tomato yield response to row covers: a review. Nat. Agr. Plastics. Cong. 20:279-287.
- Wolfe, D.W,L.D. Alberight, and J. Wyland, 1989. Modeling row cover effects on microclimate and yield: Growth response of tomato and cucumber. J Amer. Soc. Hort. Sci. 114:562-568.