

# DESARROLLO Y RENDIMIENTO DE MELÓN (*Cucumis melo* L.) CON RELACIÓN AL TIEMPO DE PERMANENCIA DE LA CUBIERTA FLOTANTE

L. Ibarra-Jiménez<sup>1\*</sup>; J. Flores-Velásquez<sup>1</sup>; Ma. R. Quezada<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación en Química Aplicada. Enrique Reyna 140, 25100 Saltillo, Coahuila.  
Correos electrónicos: libarra@polimex.ciqa.mx, juanita@polimex.ciqa.mx y rquezada@polimex.ciqa.mx

\* Autor responsable

## RESUMEN

Para incrementar al máximo el rendimiento, el objetivo del presente experimento fue determinar el periodo óptimo de permanencia de cubierta flotante de melón (*Cucumis melo* L.) mediante la determinación de unidades calor. En Saltillo, Coahuila, México se establecieron seis tratamientos en un diseño en bloques al azar con cuatro repeticiones: 1) Testigo, 2) cubriendo al cultivo siete días después de la emergencia (7 DCF); 3) 14 DCF; 4) 24 DCF, 5) 31 DCF y 6) 41 DCF. No obstante que la frecuencia de días con temperaturas superiores a 35 °C fue igual al número de días que el cultivo permaneció bajo cubierta en cada tratamiento y que la frecuencia de días con temperaturas por encima de 40 °C aumentó a medida que se incrementó el periodo bajo cubierta, éstas incrementaron ( $P \leq 0.01$ ) el inicio de la aparición de flores perfectas, longitud de guía y número de frutos por planta con relación al testigo; así mismo el incremento en el rendimiento fue de 0.5, 0.8, 15.8, 30.1 y 77.6 %. El mayor rendimiento se obtuvo con 41 DCF con 1134 unidades calor produciendo 77.759 t·ha<sup>-1</sup>, mientras el testigo registró 43.7801 t·ha<sup>-1</sup>. El aumento en el rendimiento en los tratamientos de cubierta fue ocasionado por la mayor cantidad de calor retenido.

**KEY WORDS:** temperatura, unidades calor, días-grado, crecimiento

## RELATIONSHIP BETWEEN GROWTH AND YIELD OF MUSKMELON (*Cucumis melo* L.) AND TIME UNDER FLOATING ROW COVERS

### SUMMARY

The objective of this study was to determine the effect of the time under floating row cover on growth and yield of muskmelon (*Cucumis melo* L.). The experiment was established in Saltillo, Coahuila, Mexico. The experimental design was a randomized complete block design with four replications. The treatments were 1) control, 2) plants under row cover for 7 days after emergence (DRC), 3) 14 DRC, 4) 24 DRC, 5) 31 DRC, and 6) 41 DRC. Throughout the experiment temperatures inside the covers were above 35 °C; however, the frequency of days the temperatures were above 40 °C increased as the period under cover increased. The number of days when temperature inside the cover was > 40 °C were 2, 5, 12, 18, and 25 for treatments 2, 3, 4, 5, and 6, respectively. Row covers increased ( $P \leq 0.01$ ) the number of perfect flowers, stem length, and number of fruits per plant, relative to the control. The total yield increased as the period under row cover increased. The highest yield (77.8 t·ha<sup>-1</sup>) was obtained with 41 DRC, in which heat accumulation was 1134 heat units. Yield was higher in the covered treatments relative to the control (43.1 t·ha<sup>-1</sup>) because plants under cover retained more heat.

**KEY WORDS:** temperature, heat units, degree-days, growth.

## INTRODUCCIÓN

El efecto de las cubiertas flotantes en el crecimiento vegetativo e incremento de rendimiento de varias especies hortícolas está bien documentado (Hall, 1971; Brown *et al.*, 1986; Wells y Loy, 1985; Ibarra y Flores, 1997; Ibarra *et al.* 2001). Sin embargo, la experimentación y documentación con cubiertas flotantes en México es escasa. El cultivo de melón es una de las especies sensibles a bajas temperaturas, pero

es una de las que mejor responden al uso de temperaturas adecuadas (Wells y Loy, 1985). También se sabe que el desarrollo vegetativo de los cultivos puede ser significativamente incrementado por las temperaturas generadas por las cubiertas flotantes, con lo que se mejora en algunos casos el rendimiento potencial y real. El tiempo de remoción de las cubiertas para prevenir temperaturas excesivas es uno de las decisiones mas críticas a tomar en cuenta (Mohd *et al.*, 1988), y errores en su manejo puede

ocasionar efectos detrimentales; por ejemplo, en tomate puede causar retraso en la maduración, los frutos del primer ramillete floral pueden ser deformes y parténocarpicos; puede haber esterilidad y reducción del desarrollo del tubo polínico. Esos efectos han sido registrados en solanáceas con temperaturas por encima de 30 °C o temperaturas extremas de muy corta duración de 40 a 50 °C (Wolfe *et al.*, 1989).

Por lo tanto, una variable que ayude a estimar el periodo de permanencia de las cubiertas, es preferible sobre un estricto método cronológico. Las unidades calor o días grado, que ayudan a estimar las fases de desarrollo de los cultivos, podrían ser una herramienta útil para determinar el periodo de duración en los cultivos (Jenni *et al.*, 1996), de ahí que la técnica de suma de unidades calor haya sido ampliamente utilizada para estimar las etapas de desarrollo de diferentes especies hortícolas (Wilson y Barnett, 1983).

Una relación lineal entre biomasa de planta, producción precoz y producción total con la relación de grados día es reportada en pepino por Wolfe *et al.* (1989), usando una temperatura base de 10 °C. En melón, a fin de estimar en forma más precisa las curvas de rendimiento en un sistema de producción bajo cubierta flotante, el cultivo debe dividirse en dos etapas: la primera, desde la siembra hasta la aparición de flores hermafroditas, y la segunda, desde la antesis hasta la madurez de frutos (Bohn y Davis, 1957).

Por otra parte, ocasionalmente el bajo precio de los productos ha causado crisis económicas a muchos productores agrícolas en México. También los bajos precios han forzado a los productores a buscar nuevas alternativas de producción. Las cubiertas flotantes han permitido en ciertas latitudes geográficas incrementar la superficie de siembra, encontrándose aumento en el rendimiento de dos a tres veces con relación al método tradicional de cultivo, además de proporcionar precocidad en la maduración de ciertos cultivos (Wells y Loy, 1981; Wells y Loy, 1982; Bonano y Motenboker, 1989).

Los agricultores que han sabido aprovechar las ventajas del uso de los plásticos en la producción de cultivos hortícolas, están realizando grandes esfuerzos para diversificar las técnicas de manejo para una más eficiente operación de los sistemas de producción.

Con el propósito de generar alternativas de producción para los productores agrícolas, en virtud de que el uso de cubiertas flotantes en México se encuentra limitado por el poco conocimiento de su existencia, y considerando que uno de los factores críticos en hortalizas es el tiempo en que las cubiertas deberán ser removidas del cultivo, el objetivo que se planteó en el presente estudio fue determinar el periodo más eficiente de remoción de las cubiertas flotantes en el cultivo de melón, considerando para ello cinco periodos de retiro y la cuantificación de unidades calor.

## MATERIALES Y MÉTODOS

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

El establecimiento del cultivo se hizo el 9 de mayo de 1995. Cada tratamiento consistió de tres camas de 5 m de largo, 1.80 m entre camas y 0.25 m entre plantas, con el propósito de obtener 22,222 plantas por hectárea. Se consideró parcela útil el surco central sin sus plantas orilleras. Cada paracela útil consistió de 20 plantas espaciadas a 0.25 m a hilera sencilla.

Cinco tratamientos fueron cubiertos con polipropileno (agribón 17): 1) sin cubierta flotante, (testigo); 2) cultivo protegido 7 días después de la emergencia (7 DCF); 3) 14 DCF; 4) 24 DCF; 5) 31 DCF, y 6) 41 DCF. Los tratamientos fueron distribuidos en un diseño en bloques al azar con cuatro repeticiones. Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

Las plantas se fertilizaron con la fórmula 100-60-00, aplicándose la mitad del nitrógeno y todo el fósforo antes de la siembra y el resto de N durante el ciclo vegetativo del cultivo, diluido en el agua de riego por goteo.

Las semillas de melón cv. Laguna fueron manualmente sembradas en el centro de la cama de cultivo el 9 de mayo de 1995.

La colocación de las cubiertas se hizo en forma manual y fueron establecidas 11 días después de la siembra asegurándose que la emergencia fue completa. Las cubiertas fueron colocadas de manera holgada para permitir que el cultivo, al crecer, las levantara. En cada lado de la cama la cubierta fue sujeta con suelo. El tratamiento de 41 DCF se removió durante la floración, con el propósito de que los insectos se encargaran de efectuar la polinización.

El efecto de los diferentes tratamientos fue medido en el desarrollo de la planta con el conteo de días a inicio de floración hermafrodita y primera cosecha en la parcela útil de cada tratamiento. La variable longitud de guía se midió al momento de hacer la última remoción, para lo cual se promediaron tres plantas por tratamiento y por repetición.

El melón fue cosechado tres veces por semana; la producción "rezaga" incluyó frutos fuera de tipo (frutos agrietados, pútridos, manchados por humedad del suelo, menores de 1.0 kg, considerados como "pachanga", agrietados y/o deformes).

Durante el periodo de tratamiento se registraron las temperaturas del aire y suelo en el interior de la cubierta

con sensores conectados a un equipo de registro (LI-1000, Li-Cor<sup>(R)</sup>). El equipo 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 (temperaturas bajo abrigo). Las temperaturas de suelo fueron registradas a 15 cm de profundidad. La determinación de las unidades calor se hizo con la fórmula del método directo, la medición se hizo en cada tratamiento en una repetición:

$$\Sigma T \text{ Max} - T \text{ Min}/2$$

Donde: T Max y T Min son temperaturas de aire máxima y mínima. (Hernández, 1991).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Floración

El inicio de la aparición de flores hermafroditas entre tratamientos fue diferente ( $P \leq 0.01$ ) en 4.25 y 4.0 días en los tratamientos 31 y 41 DCF, respectivamente con relación al testigo que promedió el más alto valor con 57.25 días (Cuadro 1). Las cubiertas flotantes tendieron a reducir el tiempo a la floración, seguramente como consecuencia de la mayor temperatura de aire y suelo (Cuadro 2), provocando una aceleración en tal etapa de desarrollo. En algunas especies, por ejemplo: zanahoria, la emisión prematura de la floración demerita la calidad de las cosechas (Sandoval, 1993). Sin embargo, la anticipación en floración en el cultivo de melón tiene la ventaja en algunas situaciones de que se obtienen mejores precios en el mercado. En este experimento las plantas de melón respondieron favorablemente, análogas semejanzas son reportadas por Wells y Loy (1985). Pritts *et al.* (1989) reportaron adelanto de 8 días en la cosecha con respecto al testigo.

Gent (1990) reportó resultados similares con respecto al adelanto en la maduración del fruto, encontrándose una relación directa con el tiempo en que las cubiertas permanecieron sobre las plantas en primavera, aunque las diferencias en tiempo de maduración de los frutos fueron menores que las diferencias encontradas para la floración en el cultivo de fresa. Con respecto al cultivo de melón, Hempill (1986), Bonano y Motsenbocker (1989), Brown y Osborn (1989), coincidieron en indicar que la maduración bajo cubierta flotante se lleva a cabo con anterioridad como consecuencia de un incremento en la temperatura de aire y suelo, lo que provoca un adelanto en las etapas de desarrollo vegetativo del cultivo. Baca (1990) reportó resultados diferentes al de nuestro estudio en el cultivo de calabacita, indicando que las variables de la precocidad, floración y cosecha no tuvieron un efecto por la condición de cubierta flotante con relación al testigo.

En este estudio aunque se trató de espaciar la remoción de las cubiertas en intervalos de tiempo iguales de acuerdo a investigaciones previas en el cultivo de melón y también siguiendo una secuencia programada de remoción, hubo la necesidad de hacer cambios en el transcurso de la etapa de desarrollo del cultivo como se observa en el Cuadro 1. Para días a floración no se observó ningún efecto negativo como consecuencia de una mayor permanencia de las cubiertas flotantes, esto coincide en parte con lo reportado en otro trabajo efectuado, Jenni y Stewart (1986) en otra especie hortícola, minizana, mencionaron que la cubierta puede permanecer sobre el cultivo sin afectarlo, además de proteger al cultivo de bajas temperaturas. Gent (1990) y Cabello (1991) coincidieron en señalar que en otros cultivos las cubiertas flotantes ofrecieron como resultado un efecto diferente con relación al periodo de floración, reduciéndolo con relación al testigo. Contrariamente, contrasta con los resultados de Pritts *et al.* (1989) quienes mencionaron que en el cultivo de fresa la floración es promovida por periodos cortos en lugar de periodos largos de tiempo de permanencia de las cubiertas.

**CUADRO 1. Medias de las variables evaluadas en el cultivo de melón para diferentes periodos de remoción de la cubierta flotante.**

Tratamientos	Inicio floración (días)	Longitud guía (m)	Inicio cosecha (días)	Frutos por planta (No.)	Rendimiento		
					comercial	rezaga t·ha <sup>-1</sup>	total
Testigo	57.25 b <sup>z</sup>	1.64 b	104.50b	1.41 c	34.083 c	9.697 c	43.078 c
7 DCF	56.75 b	1.65 b	103.75 b	1.42 c	35.210 a	8.811 c	43.021 c
14 DCF	56.75 b	1.65 b	103.75 b	1.43 c	34.325 c	9.815 c	44.140 c
24 DCF	56.50 a	1.67 b	100.75 ab	1.86 b	40.257 b	10.441 b	50.699 c
31 DCF	53.00 a	2.14 a	99.00 a	2.27 b	42.974 b	13.990 ab	56.964 b
41 DCF	55.25 a	2.09 a	99.00 a	3.25 a	61.917 a	15.842 a	77.767 a
Significancia	**	**	**	**	**	**	**
D.M.S. (0.05)	3.20	0.33	3.03	0.43	3.89	3.89	9.39

\*\* Significancia al 0.01 de probabilidad

DCF= Días con cubierta flotante

<sup>z</sup> Tratamientos con la misma literal dentro de cada columna son estadísticamente iguales entre sí, de acuerdo con la prueba D MS a una  $P \leq 0.05$ .

**CUADRO 2. Temperatura de aire máxima absoluta, días con temperaturas mayores de 35 y 40 °C, temperatura media de aire y suelo en el cultivo de melón con diferentes periodos de cubierta, para el periodo desde la siembra hasta la última remoción (41 dds)**

Tratamiento	Unidades calor	Temperatura máxima absoluta (°C)	Temperatura > 35 °C (días)	Temperatura > 40 °C (días)	Temperatura media aire (° C)	Temperatura media suelo (° C)
Testigo	924	33	2	0	22.59	20.17
7 DCF	956	41	7	2	26.20	26.77
14 DCF	989	43	14	5	26.25	27.79
24 DCF	1041	43	24	12	26.70	27.41
31 DCF	1087	45	31	18	26.28	26.92
41 DCF	1134	47	41	25	27.94	27.40

DCF= Días con cubierta flotante

### Longitud de guía

Se puede considerar a la longitud de guía como indicador del crecimiento de las plantas y captador de radiación por el dosel del cultivo, al respecto el cultivo de melón es una planta exigente en calor durante su ciclo vegetativo, repercutiendo este en una mayor longitud de guía, debido a una mayor acumulación de calor como consecuencia de una mayor permanencia de las cubiertas. Lo anterior puede corroborarse muy fácilmente en el Cuadro 1, donde al aumentar el periodo de cubierta la longitud de guía también se incrementa. Los dos tratamientos con mayor longitud de guía estuvieron representados por los mayores periodos de cubierta y son en adición los únicos que lograron sobrepasar una longitud de 2.0 m. superando en promedio con 0.47, 0.46, 0.46 y 0.44 m a los tratamientos Testigo, 7, 14, y 24 DCF, respectivamente. De acuerdo a lo antes mencionado se puede asumir que las cubiertas flotantes en periodos cortos de tiempo, tienen muy poco efecto en la longitud de guía ya que los tratamientos 7, 14, 24 y 34 DCF presentaron un comportamiento similar ( $p \leq 0.05$ ) al testigo. Los resultados del presente estudio concuerdan con los comentados por Leñano (1978), Zoilo (1979) y Valadez (1992) que indicaron que el melón es una hortaliza de condiciones de crecimiento de clima cálido, con requerimientos de temperatura aún mayores que las demás cucurbitáceas, esa condición puede lograrse con el uso de cubiertas flotantes.

Resultados similares a los del presente estudio son reportados por Sandoval (1993) quien al tomar la altura de planta como índice de crecimiento encontró que las cubiertas incrementaron la altura de planta de zanahoria. Concuerdan también con el obtenido por Baca (1990) y Maldonado (1991) que mencionan que las cubiertas flotantes incrementaron la altura de planta en calabacita.

Willson *et al.* (1988) y Cabello (1991) a su vez observaron una mayor longitud de guía, área foliar y

cobertura como indicadores de crecimiento en sandía cuando utilizaron las cubiertas flotantes. Wolfe *et al.* (1989) atribuyeron el rápido desarrollo de plantas de pepino al aumento de la temperatura de aire y suelo y mayor cantidad de calor acumuladas bajo cubierta flotante, aunque en el cultivo de tomate reportan resultados contrastantes. Contrariamente, Alfaro (1993) mencionó que las cubiertas no influyeron en el índice de área foliar, como indicador de crecimiento, pero sí encontró efecto en la altura de planta promedio, con relación a las plantas sin cubierta en el cultivo de calabacita para la producción de semilla.

### Días a inicio de cosecha

Los tratamientos fueron estadísticamente diferentes ( $P \leq 0.01$ ), como consecuencia de la diferencia en temperaturas registradas, debido a que al presentarse condiciones más favorables de crecimiento (longitud de guía) inducido por las cubiertas flotantes, es posible de esperar anticipar la producción. Los resultados más sobresaliente con relación a esta variable fueron obtenidos con los mayores periodos de cubierta (31 y 41 DCF), superando al método tradicional de cultivo por 5.5 días. La obtención de cosechas precoces ha sido continuamente investigada, debido a que se ha encontrado en muchos casos, la ventaja en la obtención de precios mas atractivos. En este experimento las plantas de melón son beneficiadas por el uso de cubiertas flotantes ya que respondieron favorablemente, análogas semejanzas son reportadas por Wells y Loy (1985). En adición, resultados similares con cubierta son reportados por Pritts *et al.* (1987) que reporta adelanto de 8 días en la cosecha con respecto al testigo.

Gent (1990) reporta resultados similares con respecto al adelanto en la maduración del fruto, encontrando una relación directa con el tiempo en que las cubiertas permanecieron sobre las plantas en primavera, aunque las diferencias en el tiempo de maduración de los frutos fueron menores que las diferencias encontradas para la floración

en el cultivo de fresa. Con respecto al cultivo de melón, Hempill (1986), Bonano y Motsenbocker (1989), Brown y Osborn (1989), coincidieron en indicar que la maduración bajo cubierta flotante se lleva con anterioridad como consecuencia de un incremento en la temperatura de aire y suelo. Baca (1990) reportó resultados diferentes al de nuestro estudio en calabacita, indicando que las variables de la precocidad, floración y cosecha no tuvieron efecto por la condición de cubierta flotante con relación al testigo.

### Frutos por planta

Un comportamiento claro para esta variable se muestra en el Cuadro 1, para los diferentes periodos de cubierta. Los tratamientos estudiados presentaron un comportamiento estadísticamente diferente ( $P \leq 0.01$ ). El tratamiento que presentó el mayor número de frutos por planta, correspondió al de mayor periodo con cubierta flotante (41 DCF) con 3.25 frutos por planta y decreció según se redujo el periodo (2.27, 1.86, 1.43, 1.42 y 1.41 frutos por planta para los tratamientos de 31, 24, 14, 7 DCF y testigo, respectivamente). Esta situación quizá puede deberse a que al aumentar la longitud de guía aumentó también el aparato fotosintético de la planta (1.41 frutos por planta/1.64 m de longitud de guía, 3.25 frutos por planta/2.09 m de longitud de guía para el testigo y el mayor periodo de cubierta, respectivamente).

Hempill (1986) indicó que las cubiertas flotantes promueven la floración temprana de las flores hermafroditas y un mayor número de frutos cosechados. Gast y Pollard (1988) señalaron que las cubiertas flotantes incrementan el número de flores, mas racimos, mayor número de flores en ramas primarias y terciarias, en relación con el método tradicional de cultivo, aunque es sabido también que algunos excesos en las temperaturas de algunos cultivos, en que los rangos de crecimiento de algunas etapas fenológicas como son floración y fructificación pueden provocar daños severos como falta de fecundación, aborción de flores y frutos, Wolfe *et al.* (1989). En este estudio se observó un comportamiento inverso. Peterson y Taber (1991), mencionan que en tomate las cubiertas flotantes en presencia de altas temperaturas disminuyen el rendimiento.

Además, la longitud de guía está ampliamente relacionada con el número de frutos y el rendimiento comercial, ejemplo, el mas bajo rendimiento se observó en el tratamiento testigo, así mismo presentó el menor valor de longitud de guía y el menor número de frutos por planta, contrariamente el tratamiento 41 DCF presentó el mayor valor de longitud de guía excepto que el tratamiento con 31 DCF, presentó además el mayor número de frutos por planta, 3.25, y la mayor producción comercial con 61.917

t·ha<sup>-1</sup>.

Se puede inferir en otros beneficios tecnológicos de las cubiertas como es la disminución significativa de la incidencia de insectos que durante el periodo de cubierta podrían ocasionar problemas tanto directos como indirectos, que mermarían el rendimiento comercial. Una menor incidencia de insectos en el cultivo de calabacita fue reportada por Baca (1990) en calabacita encontrando un aumento en el rendimiento comercial y total y una disminución en virosis, como consecuencia de menor incidencia de vectores.

### Rendimiento no comercial

En el Cuadro 1 se observa una ligera tendencia a aumentar la producción no comercial conforme aumenta el rendimiento comercial. La precipitación pluvial durante el ciclo vegetativo pudo en parte ser la responsable de dicha tendencia, lo anterior es cierto si tomamos como base que a mayor periodo de cubierta mayor número de frutos por planta (Cuadro 1), consecuentemente mayor número de frutos manchados por humedad como consecuencia de la precipitación pluvial. El tratamiento con 7 DCF fue el que obtuvo el porcentaje más bajo de producción no comercial con 8.811 t·ha<sup>-1</sup> y el mas alto porcentaje el tratamiento con 41 DCF con 15.842 t·ha<sup>-1</sup>. Sin embargo, no podemos asumir que un mayor periodo de cubierta no afecta el rendimiento de frutos no comerciales y que los resultados obtenidos están en proporción directa a la producción total para cada uno de los tratamientos.

Con la aplicación de las cubiertas flotantes, se han encontrado pocos efectos negativos cuando son empleadas correctamente, en el presente una parte de la producción rezaga fueron debidos principalmente a que el material vegetativo utilizado, cv. Laguna, tiene la característica de presentar un porcentaje muy alto de frutos con mala maduración y aspecto poco atractivo (agrietamiento). Es sabido en horticultura que una de las principales causas de agrietamiento de los frutos es el déficit hídrico. En el presente estudio el cultivo de melón no fue regado de manera limitada, el riego se hizo al abatirse el 60 % de la humedad aprovechable. En contraste a los resultados de este estudio, Gent, (1990) reportó una baja en el rendimiento en el cultivo de la fresa en los periodos de mayor permanencia de cubierta flotante, como consecuencia del excesivo calor generado. En solanáceas el comportamiento ha sido diferente al de cucurbitáceas, Peterson y Taber (1991) indicaron que el tomate crecido bajo cubierta presentó mermas en rendimiento debido a la exposición de las plantas a temperaturas superiores a 40 °C por un periodo superior a tres horas continuas. Gaye *et al.* (1992) mencionaron que el deterioro potencial en el

cultivo de pimiento morrón fue ocasionado por periodos cortos de altas temperaturas y de no recibir temperaturas constantes de crecimiento.

### Rendimiento total

En cuanto a rendimiento total, el tratamiento con mayor periodo de cubierta, 41 DCF registró 77.759 t·ha<sup>-1</sup>, seguido por los tratamientos 31 y 24 DCF con 56.964 y 50.698 t·ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Uno de los principales beneficios de las cubiertas flotantes es el proporcionar a las plantas mejores condiciones de temperatura para su crecimiento para que expresen su máximo potencial productivo y obtener mejor rendimiento (Wells y Loy, 1985). En este estudio el cultivo de melón respondió significativamente al uso de cubiertas flotantes que puede soportar temperaturas superiores a 40 °C (Cuadro 2), consiguiéndose mayor acumulación de calor sin afectar el rendimiento. Sin lugar a dudas uno de los efectos más atractivos en cuanto al uso de cubiertas flotantes y los diferentes periodos de remoción es el rendimiento.

En términos generales el aumento en rendimiento de los tratamientos de cubierta con relación al testigo fue de 0.5, 0.8, 15.8, 30.1 y 77.6 % con los tratamientos de 7, 14, 24, 31 y 41 DCF, respectivamente, lo anterior es debido al tiempo de duración de las cubiertas sobre las plantas de melón, pero como se mencionó previamente este se vio favorecido por el mayor número de frutos por planta y la longitud de guía. Abbes *et al.* (1988) en concordancia con este estudio reportaron aumento en el rendimiento bruto de lechuga romana, cuando incrementaron el periodo de duración de las cubiertas (3 y 7 semanas después de la plantación). Incremento en la producción total al igual que en nuestro estudio en distintos cultivos con cubierta flotante fueron reportados por Willson *et al.* (1988) en sandía y Gast y Polard (1988) con un aumento de casi 100 % en el cultivo de fresa; Waterer (1993) obtuvo un incremento en la producción precoz en el cultivo de pimiento en 1990 y 1991. Pero no siempre un efecto positivo en el rendimiento se induce por las cubiertas flotantes bajo cualquier condición de clima, ya que para algunos cultivos, el criterio de prolongar el periodo de cubierta disminuye el rendimiento total.

Las especies difieren en las condiciones de clima para el buen desempeño de las mismas, en adición las cubiertas modifican notablemente el clima alterando la expresión del potencial del cultivo. Waterer (1992) indicó que la precocidad y rendimiento de fruta en cultivos de clima cálido como pepino, tomate, melón, chile pueden ser mejorados por cambios favorables en el clima producido por las cubiertas flotantes, pero de acuerdo con lo expuesto en el presente escrito esto no representa una regla. Las cubiertas

flotantes varían de acuerdo con las condiciones climáticas y cultivares empleados (Wolfe *et al.*, 1989).

### Descripción del microclima

El Cuadro 2 resume la temperatura absoluta máxima registrada, el número de días con temperaturas por encima de 35 y 40 °C, temperatura media y unidades calor.

Se observó una alta frecuencia de días superiores a 35 °C, la ganancia en la frecuencia con los tratamientos de 7, 14, 24, 31 y 41 DCF fue de 5, 12, 22, 29 y 39 días respecto al testigo que registró solamente 2 días. El testigo no registró temperaturas superiores a 40 °C, en los tratamientos de cubierta la frecuencia varió de 2 a 25 días sin que por ello el rendimiento de los tratamientos de cubierta se viera afectado por dicha condición. La amplitud de temperatura óptimas para el cultivo de melón es estimada entre 18 y 24 °C (Lorenz y Maynard, 1988). Sin embargo, las plantas muestran tolerancia por arriba de 30 °C (Wells y Loy 1985; Hempill y Mansour, 1986). Las temperaturas por encima de 35 y 40 °C aparentemente crearon un efecto benéfico en los tratamientos de cubierta sin excepción. Conforme se aumentó el periodo de cubierta la temperatura también fue en aumento. Las temperaturas no ocasionaron efectos detrimentales en melón en ninguno de los tipos de rendimiento: comercial, rezaga y total.

La ganancia en unidades calor proporcionadas por el uso de cubierta flotante con respecto al testigo fueron 32 (3.5 %), 65 (7.0 %), 117 (12.7 %), 163 (17.6 %), 210 (22.7 %) para los tratamientos con 7, 14, 24, 31 y 41 DCF, respectivamente.

El empleo de cubiertas flotantes permiten acumular mayor cantidad de unidades calor y mejoran las condiciones térmicas de crecimiento del cultivo de melón, además de proporcionar mayor rendimiento. Las cubiertas incrementaron la temperatura de suelo y aire, esta consecuencia permitió la mayor acumulación de calor. Con relación al aumento en la temperatura de suelo (Guariento, 1983) indicó que la temperatura a nivel radical debe ser adecuada, para que haya una buena nitrificación que puede variar según las características del suelo de 30-40 °C.

La mayor acumulación de calor en los distintos periodos de cubierta correspondió al mayor periodo de cubierta y la mínima para el tratamiento testigo, el tratamiento con 41 DCF acumuló 1134 unidades calor, con un total de 99 días como mínimo para iniciar la recolección.

El método de unidades calor utilizado en el presente estudio, método directo, es mejor que el de unidades fototérmicas y el de unidades calor específicas de acuerdo

a Hernández (1991). Para nuestro estudio puede considerarse buen predictor de rendimiento ya que presentó un coeficiente de determinación de  $r^2 = 0.82^*$  ( $P \leq 0.05$ ). Tiene un bajo coeficiente de variación ( $CV = 3.7\%$ ) además no requiere de cálculos complicados.

## CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se realizó el presente trabajo las cubiertas flotantes incrementaron significativamente el inicio de la floración, inicio de cosecha, longitud de guía, frutos por planta, consecuentemente se incrementó la producción comercial y producción total.

El mayor rendimiento de fruta de calidad se obtuvo con el tratamiento 41 DCF, 1134 unidades calor y 77.759 t·ha<sup>-1</sup>, el testigo registró 924 unidades calor y un rendimiento de 43.780 t·ha.

## LITERATURA CITADA

- ABBES, A.; HEMPILL, D. D. JR.; MANSOUR, N. S. 1988. Response of autumn lettuce crop to nonwoven polyester and perforated polyethylene floating row covers. *Proc. Nat. Agr. Plast. Cong.* 18: 9-17.
- ALFARO R., N. 1993. Respuesta del acolchado de suelos y las cubiertas flotantes en la producción de semilla de calabacita (*Cucurbita pepo* L.) cv. Gray zucchini. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Saltillo, México. pp. 1- 67
- ARGALL, J. F.; STEWART, K. A. 1988. Technologies for the culture of melon in marginal growing regions. *Proc. Nat. Agr. Plast. Congr.* 21: 127-132.
- BACA CH., M. 1990. Efecto de las cubiertas flotantes y el acolchado plástico en el desarrollo y rendimiento del cultivo de la calabacita (*Cucurbita pepo* L.) cv Gray zucchini. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Saltillo, México. pp. 1- 99
- BOHN, G. W.; DAVIS, G. N. 1957. Effect of polyethylene mulches, irrigation method of row covers on soil and air temperature and yield of muskmelon. *Hilgardia* 26: 453-471.
- BONANO, A. R.; MOTSENBOCKER, C. E. 1989. Row cover effects on air and soil temperatures and yield of muskmelon. *HortScience* 24(4): 601- 603.
- BROWN, J. E.; LEWIS, G. A.; CARDEN, E. L.; MCDANIEL, R. N. 1986. Effect of black plastic mulch and row covers on the growth and performance of eggplant intercropped with mustard greens. *Proc. Nat. Agr. Plast. Cong.* 19: 384- 392.
- BROWN, J. E.; OSBORN, M. C. 1989. Optimizing planting methods for an intensive muskmelon production system. *HortScience* 24(1): 119.
- CABELLO C., J. A. 1991. Efecto de las cubiertas flotantes y el acolchado plástico negro en el desarrollo y rendimiento de sandía. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". pp. 1- 82
- GAST, K. L.; POLLARD, J. E. 1988. Overwintering strawberry plants under rowcover: Effects on development and yield components. *HortScience* 23 (3): 120 (abstract 413).
- GAYE, M. M.; JOLLIFFE, P. A.; MAURER, A. R. 1992. Row cover and population density effects on yield of bell peppers in south coastal British Columbia. *Can. J. Plant Sci.* 72: 901- 909.
- GENT, M. P. 1990. Ripening and fruit weight of eight strawberry cultivars respond to row covers removal date. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 115(2): 202-207.
- GUARIENTO, M. 1983. El acolchado en diversas situaciones agroclimáticas. *Memorias del Congreso Internacional de Agricultura con Plásticos*. Guadalajara, Jalisco, México. 9: 313- 320.
- HALL, B. J. 1971. Perforated and nonwoven perforated row covers for vegetables. *Proc. Nat. Agr. Plast. Congress* 10: 131- 143.
- HEMPHILL JR., D. D.; MANSOUR. 1986. Response of muskmelon to three floating row covers. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 11(4): 513-517.
- HERNÁNDEZ O., R. M. 1991. Duración de las etapas fenológicas de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en la región agrícola de Navidad, N. L. con relación a las unidades calor y fototérmicas. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Saltillo, México. pp. 1- 89.
- IBARRA J., L.; FLORES V., J. 1997. Acolchado plástico, cubiertas flotantes y desarrollo y rendimiento de sandía y calabacita. *Agrociencia*. 31(1) 9-14.
- IBARRA J., LUIS; FLORES V., J., DÍAZ P., J.C. 2001. Growth and yield of muskmelon in response to row covers. *Scientia Horticulturae*. 87: 1-2 139-145.
- JENNI, S.; STEWART, A. 1986. Optimum row covering duration for early minicarrot. *HortScience* 23(3): 802.
- JENNI, S.; CLOUTIER, D. C.; BOURGEOIS, G.; STEWART, K. A. 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.
- LEÑANO, F. 1978. Hortalizas de fruto, Cómo, Cuando, Dónde. Ed. de Vecchi. S. A. Barcelona, España.
- MALDONADO S., J. A. 1991. El efecto de las cubiertas flotantes y el acolchado plástico negro en el rendimiento, calidad y control de virosis en calabacita (*Cucurbita pepo* L.) cv. Gary zucchini. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Buenavista, Saltillo, México. pp. 1-82.
- MOHD, K.; GERBER, J. M.; SPLITTSTOESSER, W. E. 1988. Row cover effects of growth, yield and fruit quality of bell pepper. *Proc. Nat. Agr. Plast. Cong.* 18: 152-158.
- PETERSON, H.R.; TABER, G. H. 1991. Tomato flowering and early response to heat buildup under rowcovers. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 116(2): 206-209.
- PRITTS, P. M.; WORDEN, K. A.; EAMES-SHEAVLY, M. 1989. Rowcover material and time of application and removal affect ripening and yield of strawberries. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 114(4): 531- 536.
- SANDOVAL, M. M. 1993. Determinación de unidades calor en el cultivo de zanahoria *Dacus carota* L. var. Nantes strong con el uso de cubiertas flotantes. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. pp. 1- 79.
- TABER, H. G. 1983. Effect of plastic soil and plant covers on Iowa tomato and muskmelon production. *Proc. Agr. Plast. Congr.* 17: 37- 45.
- TURNER, M. J.; STUSHNOFF, C.; TANINO, K. 1992. Evaluation of row cover for overwintering of strawberries prairie conditions. *Can. J. Plant Sci.* 72: 871- 874.

- VALADEZ L., A. 1992. Producción de Hortalizas. Editorial Limusa. Reimpresión. D. F., México. pp. 246- 249.
- WATERER, D. R. 1992. Influence of planting date and row covers on yield and crop values for bell peppers in Saskatchewan. Can. J. Plant Sci. 72: 523 - 533.
- WATERER, D. R. 1993. Influence of planting date and row covers on yield and economic value of muskmelon. Can. J. Plant Sci. 73: 281- 288.
- WELLS, O. J. AND J. B. LOY. 1982. A comparison of slitted polyethylene and spunbonded polyester for plant row covers. HortScience 20(5): 822- 825.
- WELLS, O. J. AND LOY, J.B. 1985. Intensive vegetable production with row covers. HortScience 20(5): 822- 826.
- WIEBE, J. 1973. Tunnel covers and mulches for muskmelon production. Can. J. Plant Sci. 53: 157-160.
- WILSON, L. T.; BARNET, W. W. 1983. Degree-days. An aid in crop and pest management. Calif. Agri. 37(1): 4-7.
- WELLS, O. S.; LOY, J. B. 1981. Slitted plastic row covers for vegetable production. Proc. Nat. Agr. Plast. Cong. 16: 124-128.
- WILSON, M A.; MOLAHLANE, P.; KHAN, V.; STEVENS, C. 1988. Influence of earliness and yield of watermelons on row covers and black plastic mulch. Proc. Nat. Agr. Plast. Cong. 18: 264-269.
- WELLS, S. O.; LOY, J. B. 1985. Intensive vegetable production with row covers. HortScience 20(5): 822-825.
- WOLFE, D. W.; ALBRIGHT, L. D.; WYLAND, J. 1989. Modeling row cover effects on microclimate and yield. Growth response of tomato and cucumber. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114(4): 562-568.
- ZOULO S., C. 1979. Cultivo de hortalizas en invernaderos. Editorial Aedos. Madrid, España.