

Producción de Melón (Cucumis melo L.) Bajo Condiciones de Bioespacio ó Casa-Sombra

María del Carmen Potisek Talavera, Guillermo González Cervantes, Miguel Agustín Velásquez Valle, Hilario Macías Rodríguez y Abel Román López



SAGARPA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA,
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,
PECUARIA Y ALIMENTACIÓN



inifap
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

CENID-RASPA
Gómez Palacio, Durango, Diciembre 2013
Folleto Técnico Núm. 31
ISBN: 978-607-37-0196-9

DIRECTORIO INSTITUCIONAL

**SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA, DESARROLLO RURAL,
PESCA Y ALIMENTACIÓN**

Lic. Enrique Martínez y Martínez
Secretario

Lic. Jesús Aguilar Padilla
Subsecretario de Agricultura

Prof. Arturo Osornio Sánchez
Subsecretario de Desarrollo Social

Lic. Ricardo Aguilar Castillo
Subsecretario de Alimentación y Competitividad

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES,
AGRICOLAS Y PECUARIAS**

Dr. Pedro Brajcich Gallegos
Director General

Dr. Salvador Fernández Rivera
Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación

M.Sc. Arturo Cruz Vázquez
Coordinador de Planeación y Desarrollo

M. A. Francisco González Naranjo
Coordinador de Administración y Sistemas

**CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN DISCIPLINARIA EN
RELACIÓN AGUA-SUELO-PLANTA-ATMÓSFERA**

Dr. José Antonio Cueto Wong
Director

**Producción de Melón
(Cucumis melo L.) Bajo Condiciones de
Bioespacio ó Casa-sombra**

M.C. María del Carmen Potisek Talavera

Dr. Guillermo González Cervantes

Dr. Miguel Agustín Velásquez Valle

M. C. Hilario Macías Rodríguez

M. C. Abel Román López

CENID-RASPA

2013

**Instituto Nacional de Investigaciones Forestales,
Agrícolas y Pecuarias**

Progreso No. 5, Barrio de Santa Catarina Delegación Coyoacán
C. P.04010 México, D. F.
Teléfono (55) 3871 - 8700

ISBN: 978-607-37-0196-9

Primera edición 2013

Derechos Reservados ©

*No está permitida la reproducción total o parcial de esta
publicación, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier
medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros
métodos, sin el permiso previo y por escrito de la institución.*

Contenido

Introducción	1
Estructuración de una casa-sombra	2
Equipo de medición y monitoreo de variables climáticas al interior del bioespacio y a cielo abierto	5
Biosolarización en la casa- sombra	9
Germinación de semilla de melón	13
Establecimiento y manejo del cultivo en la casa-sombra	15
Preparación del terreno	15
Aplicación de productos orgánicos	16
Trasplante	18
Sistema de riego por goteo-cintilla	19
Nutrición del cultivo al suelo	21
Tutorado	26
Polinización	27
Poda	28
Control de plagas	29
Control de enfermedades	32

Cosecha	33
Análisis del Rendimiento	34
Conclusiones	40
Literatura Citada.....	41

PRODUCCIÓN DE MELÓN BAJO CONDICIONES DE CASA-SOMBRA

*M.C. María del Carmen Potisek Talavera
Dr. Guillermo González Cervantes
Dr. Miguel A. Velásquez Valle
M. C. Hilario Macías Rodríguez
M. C. Abel Román López*

Introducción

Los invernaderos son espacios con el microclima apropiado para el óptimo desarrollo de un cultivo ó una plantación específica, en donde deben mantenerse condiciones climáticas de temperatura, humedad relativa y ventilación apropiadas que permitan alcanzar alta productividad, a bajo costo, en menor tiempo, sin daño ambiental y protegiendo al cultivo de las lluvias, el granizo, las heladas, los insectos o los excesos de viento, que pudieran perjudicarlo (Henao, 2001). Las llamadas casa-sombra o malla sombras son estructuras consideradas de baja tecnología (Guantes, 2006); por lo que su costo es menor, comparado con el de los invernaderos. El precio podría variar entre los 4 o 5 euros m² hasta el año 2006. De acuerdo a Castellanos y Borbón, (2009), mencionan que a partir del 2004, en México, el crecimiento exponencial de construcción en invernaderos y casa-sombra o bioespacios, esto refleja la importancia de la actividad hortícola bajo este sistema, llegando a cuantificarse alrededor de 10 000 hectáreas con agricultura protegida; de las cuales 5 000 son invernaderos y el resto casa-sombra. En la región Lagunera, la alternativa de producción de hortalizas bajo el sistema de casa-sombra, es una opción más rentable que los invernaderos con mediana y alta tecnología, pues no requieren

de la climatización en los mismos, además de aprovechar las condiciones de clima que presenta la Laguna y lo más importante producir fuera de temporada. En la Región Lagunera, prevalece un clima seco desértico, el cual, de acuerdo con la clasificación de García, (1973); menciona que la precipitación anual oscila entre 80 y 250 mm y una temperatura máxima promedio de 33.7 °C. Dadas las condiciones de escasa precipitación y temperaturas extremas, aunado a los eventos extremos que últimamente se han presentado; el riesgo de siembra por siniestro a cielo abierto se ha incrementado y la alternativa de producción es, utilizar la tecnología de invernaderos y casa-sombra para la producción hortícola fuera de temporada y con mayor rentabilidad. Cabe resaltar que un cultivo bajo invernadero siempre ha permitido obtener producciones de primera calidad y mayores rendimientos, en cualquier época del año, a la vez que permiten alargar el ciclo de cultivo, permitiendo producir en las épocas del año más difíciles y obteniendo mejores precios SAGARPA-FAO, (2002).

Estructuración de una casa-sombra

El desarrollo de los cultivos, en sus diferentes fases de crecimiento, está condicionado a los cuatro factores climáticos: temperatura, humedad relativa, luz y dióxido de carbono (CO₂). Para que los cultivos puedan realizar su función fotosintética es necesaria la conjunción de estos factores dentro de límites mínimos y máximos, fuera de los cuales las plantas cesan su metabolismo, inclusive llegar a la muerte Gardner *et al*, (1990). La temperatura es el parámetro más importante que se debe tener en cuenta en el manejo del ambiente dentro del invernadero, pues es el que más influye en el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Algunos aspectos importantes que se deben considerar para la construcción de la casa-sombra son los siguientes:

- a) Selección del sitio para la construcción de una casa-sombra.

El sitio donde se pretenda ubicar la casa-sombra, no debe recibir proyecciones de sombra ya sean de árboles ó edificios contiguos; los lugares con brisa y vientos moderados pueden favorecer la ventilación, así como la expulsión de humedad dentro de la malla-sombra (Muñoz, 2009).

- b) La orientación debe ser de norte a sur; esto permite al cultivo recibir siempre una radiación uniforme a lo largo del día; sin embargo ocasionalmente por razones de ventilación; puede ser que la orientación de la(s) nave(s) sea de este a oeste. Aquí debe considerarse que las hileras de plantas invariablemente sean orientadas de norte a sur.
- c) Estructura a elegir. Es importante definir la estructura que se considerará, principalmente en base a las condiciones climáticas que prevalecen en el lugar y las posibilidades económicas
- d) Características de la malla. Existen diferentes tipos de malla para agricultura protegida: antiáfidos, de sombreo, rompévientos y antigranizo. De éstas la más importante en agricultura protegida es la malla antiáfido, la cual no permite la entrada de algunos vectores. La más utilizada es

la de color cristal y al elegir el tamaño óptimo de la abertura del orificio en la malla, se debe tener presente los insectos contra los que se desea tener la protección; además de la circulación del aire.

e) Materiales de construcción para el bioespacio.

Estructuras robustas que soporten condiciones extremas de viento, granizo, que puedan sostener el peso de las plantas en la etapa de fructificación, además de otros elementos internos.

Materiales que cumplieran los requisitos mínimos para la vida útil de la casa-sombra. Considerar los costos de adquisición, dichos materiales son: para la estructura tubos de PTR y cable de acero. La malla antiáfido que se empleará para cubrir las paredes y la cumbre del bioespacio; así como la pantalla de sombreo al 50% para la disminución de la temperatura.

Las ventajas del uso de la casa-sombra es que requieren menor inversión, se aprovechan las condiciones de clima natural y tienen una mejor ventilación; aunque hay más entrada de polvo y el control de humedad relativa es menor.

La construcción de la casa-sombra se realizó en el área de Agricultura Protegida del CENID_RASPA en Gómez Palacio, Durango, donde se seleccionó una superficie total de 308 m². Fueron seleccionados los materiales que cumplieran los requisitos mínimos para la vida útil del bioespacio. Las dimensiones del Bioespacio construido en el CENID-

RASPA fueron: 14 m de ancho por 22 m de largo, teniendo un espacio diagonal de 2 m, haciendo una superficie total de 308 m². Con una resistencia máxima al viento de 110 km hr⁻¹ y una capacidad de carga de 3.5 kg m⁻². La altura de las columnas perimetrales es de 3 m; mientras que la altura de columnas para la cumbreira es de 5 m. La altura al tutoreo es de 3 m para soporte del cultivo, el cable de carga utilizado para el tutoreo es de ¼ de pulgada con cable de retenida ó tirante de 1/4. Lleva cuatro esquineros de tubo cuadrado de 2 1/2 pulgadas calibre 14 G90. Cable de forma de 3/16 pulgadas con cable de retenida ó tirante de 3/16 y para el anclaje de los postes en columna ahogada. La malla antiáfido con características de monofilamento estabilizado de tejido plano de 16X10 hilos fue la empleada para cubrir la parte de la cumbreira; mientras que para cubrir las paredes laterales fue la malla de 16X20 hilos; así como la pantalla de sombreo al 50 % para la disminución de la temperatura al interior de la casa-sombra.

Equipo de medición y monitoreo de variables climáticas al interior del bioespacio y a cielo abierto

El equipo de medición empleado para el monitoreo ambiental diario de las variables de temperatura (°C) y Humedad Relativa (%) fue un sensor portátil colocado al interior de la casa-sombra.

En el caso de la medición de la radiación solar se utilizó un sensor de luz Li - COR, serie LQA1735 con unidad de salida de micromol por segundo por metro cuadrado ($\mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$), los micromoles están en el número de fotones de una cierta longitud de onda incidente por unidad de área y por unidad de tiempo (Thimijan, *et al.*, 1982). La radiación

fotosintéticamente activa (RFA) es la que influye sobre la fotosíntesis y por lo tanto, sobre el rendimiento del cultivo; ésta representa del 45 al 50 por ciento de la radiación global (Castellanos y Bórbón, 2009).

En la casa-sombra, los registros en unidades de $\mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ fueron cambiados a unidades de Watts m^{-2} (W m^{-2}) que corresponden a valores de radiación solar fotosintéticamente activa (RFA). En la Figura 1 son presentadas las variaciones de la radiación solar fotosintéticamente activa (RFA) a las 9:00 AM al interior de la casa-sombra con malla sombra (CM), sin malla (SM) y a cielo abierto donde la máxima radiación en este horario fue a cielo abierto con un valor de 229.8 W m^{-2}

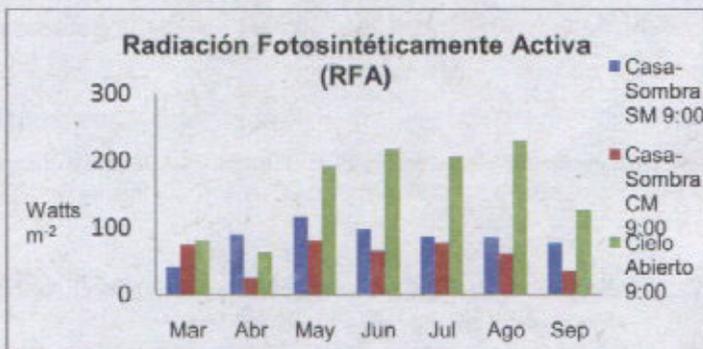


Figura 1.- Radiación solar (RFA) de marzo a septiembre 2012 al interior de la casa-sombra con (CM), sin malla sombra (SM) y a cielo abierto a las 9:00 AM

En la Figura 2 se presenta la variación de la radiación solar (RFA) a las 13:00 PM al interior de la casa-sombra con malla (CM), sin malla

sombra (SM) y a cielo abierto donde la máxima radiación en este horario fue a cielo abierto con un valor de 487.5 Wm^{-2} .

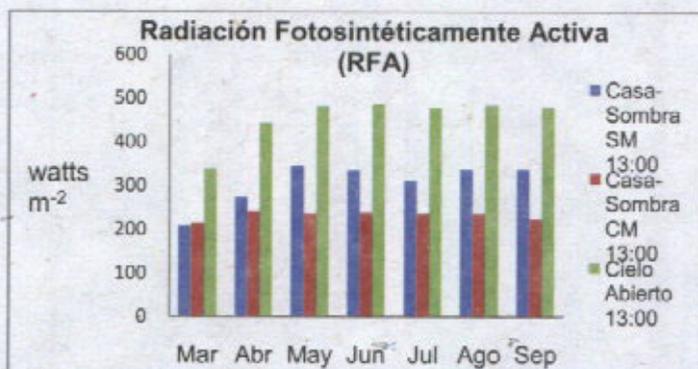


Figura 2.- Radiación solar (RFA) de marzo a septiembre 2012 al interior de la casa-sombra con malla (CM), sin malla sombra (SM) y a cielo abierto a las 13:00 PM.

Por lo que, de acuerdo a Maloupa *et al.*, (1992), mencionan que la cantidad de radiación solar, está relacionada con el volumen de agua transpirada; por lo cual se asume que la mayor transpiración fue en las plantas de la parcela a cielo abierto debido a la mayor radiación solar. En la Figura 3 se muestran los valores de la variación de la temperatura en grados centígrados al interior de la casa-sombra y a cielo abierto a las 13:00 PM. Al interior de la casa-sombra sin malla (SM) la temperatura siempre fue mayor comparada con los valores registrados a cielo abierto. Esta variación fue incrementándose desde los 26 grados

llegando la máxima temperatura hasta a los 33 °C en los meses de mayo y junio. A partir del mes de mayo se instaló la pantalla de sombreo con malla (CM) y se monitoreó la temperatura, donde se observó que ésta se disminuye 1.4 y 2.3 °C para el mes de mayo y junio respectivamente.

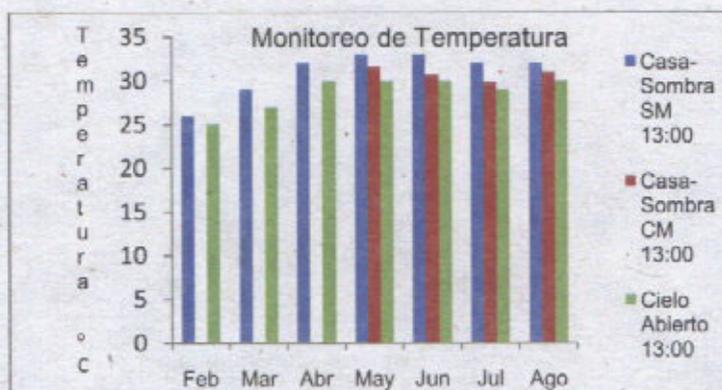


Figura 3.- Monitoreo de la temperatura a las 13:00 PM al interior de la casa-sombra con pantalla de sombreo(CM), sin malla sombra (SM) y a cielo abierto.

La humedad relativa (HR %) tanto al interior de la Casa-Sombra como a cielo abierto a las 13:00 PM fue del 20 %. Los valores de ésta variable por la mañana fluctuaron para los meses de febrero y marzo en un 35 %, para los meses de abril a junio en un 47 % y para los meses de julio y agosto en un 57 %.

Biosolarización en la casa- sombra

La fumigación del suelo en muchos países de Latinoamérica por lo general se realizaba con Bromuro de Metilo (BM); dentro de los tratados internacionales para la protección de la capa de ozono, se menciona al bromuro de metilo como una de las sustancias controladas y que a partir del primero de enero del 2010 muchos de los países de Europa y Latinoamérica tienen restricciones o nulidad de uso. Por lo cual, una alternativa para la eliminación de patógenos es el proceso de biofumigación y biosolarización; que implica la incorporación de materia orgánica como residuos de cosechas de las hortalizas u otros cultivos, o bien estiércoles frescos ó semicomposteados. La biodesinfección que puede estar combinada con solarización (biosolarización) y que se ha desarrollado en cucurbitáceas (Almería, Castilla-La Mancha, Madrid, Murcia y Valencia), tomate (Canarias y Valencia), flor de corte (Cádiz y Valencia), cítricos y frutales (Valencia) etc. Se han utilizado como biodesinfectantes el estiércol fresco, así como restos de cultivos entre ellos cascarilla de arroz, champiñón, olivo, brassicas, flores, restos de jardines y otros muchos; siendo una alternativa que permite reducir el uso de desinfecciones con químicos. La biosolarización es eficaz en el manejo de bacterias, hongos, insectos, flora arvense o nemátodos de modo similar a los pesticidas convencionales, pudiendo también regular los problemas de virosis (Barres *et al.*, 2006; Bello *et al.*, 2008 y Diez Rojo, 2010). Este proceso se considera como una acción fumigante de los compuestos volátiles derivados de la biodescomposición de la materia orgánica en el control de patógenos en el suelo (Bello *et al.*, 2000).

En la casa-sombra, el proceso de biosolarización se llevó a cabo en un período de 6 semanas, donde se empleó estiércol incorporado al suelo a razón de 3 kg ha^{-1} . Se prepararon las camas meloneras para la siembra de 1.20 m de ancho por 13 m de largo. Ya instalado el sistema de riego se regaron las camas de siembra durante 4.5 horas por día durante dos días continuos hasta llegar a capacidad de campo (cc) y los pasillos entre cama y cama se regaron con manguera mediante inundación también durante dos días, al igual que los pasillos laterales. Posteriormente se hizo el sellado del terreno con plástico transparente, con la finalidad de eliminar maleza y patógenos dañinos existentes en el suelo; dado que la combinación de la biofumigación con la solarización y los plásticos con características térmicas, permiten que la temperatura del suelo se eleve hasta los $70 \text{ }^{\circ}\text{C}$ en las horas de máxima radiación y en la noche la temperatura alcanza valores superiores a los $38 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Estas temperaturas, aunado a la biodescomposición de la materia orgánica, la producción de enzimas y compuestos con actividad tóxica; así como el humedecimiento y la reducida concentración de oxígeno, originan el descenso en la capacidad oxido-reductiva, inhibiendo el crecimiento de hongos, bacterias patogénicas y el crecimiento de la maleza (Castro, *et al.*, 2011). En la Figura 4 se muestra: la aplicación de la materia orgánica y su incorporación, el sellado del terreno con el plástico transparente y la medición de la temperatura del suelo en los diferentes sitios de monitoreo.

La forma en que se llevó a cabo el monitoreo de la temperatura del suelo fue: abriendo un perfil de suelo de 0.30 m de ancho por 0.30 m de largo y 0.50 m de profundidad, colocando termómetros de mercurio

convencionales en forma horizontal, como se observa en la Figura 4, para el registro de las temperaturas en el suelo a 0.20 y 0.40 m en un lado de la cama melonera una vez que se cubre la superficie con plástico transparente para dar inicio al proceso de biosolarización.



Figura 4.- Proceso de biosolarización: aplicación de la materia orgánica y su incorporación; así como el sellado del terreno con el plástico transparente y la medición de la temperatura del suelo en los diferentes sitios dentro del bioespacio.

En el Cuadro 1 se observan los valores promedio registrados de la temperatura en °C en los cuatro sitios de muestreo al interior de la casa-sombra a dos profundidades (0-0.20 m y 0.20-0.40 m) y a cielo Abierto

a las mismas profundidades. Dentro de la casa-sombra a 0.20m de profundidad, las temperaturas de los cuatro sitios fueron muy similares con valores de 40 °C; a la profundidad de 0.40 m fue menor, con valores de 36 y 37 °C en los sitios de muestreo. A cielo abierto los valores registrados en los cuatro sitios de muestreo fluctuaron desde 35 °C hasta el más alto de 49.9 °C; a la profundidad de 0.20-0.40 m con el mismo comportamiento, la fluctuación fue de 28.8 hasta 34 °C en los sitios de monitoreo.

Cuadro 1.- Monitoreo de la temperatura promedio en el suelo durante el proceso de biosolarización a las profundidades de 0-0.20 y 0.20-0.40 m al interior de la casa-sombra y a cielo abierto.

Sitios de muestreo	Temperatura del suelo (°C)			
	Profundidad de muestreo a 0.20 m		Profundidad de muestreo a 0.40 m	
	Bioespacio	Cielo abierto	Bioespacio	Cielo abierto
1	40.0	35.0	37.0	32.0
2	41.0	49.9	37.0	32.0
3	40.0	47.4	36.0	34.0
4	40.0	45.4	36.0	28.8

Cumplido el tiempo de la biosolarización en la casa-sombra (seis semanas), se retiró el plástico. En la Figura 5 se aprecia la disminución

de la maleza por efecto de la biosolarización en la casa-sombra comparado contra el terreno a cielo abierto en donde no se efectuó dicho proceso.

Las temperaturas del suelo registradas a 0.20 y 0.40 m de profundidad, no alcanzaron la temperatura teórica que cita (Castro, 2011) durante el día que es de 70°C; sin embargo la biosolarización fue efectiva a los 40 °C.



Figura 5.- Disminución de la maleza en la casa-sombra por efecto de un proceso de biosolarización comparado contra un terreno a cielo abierto en donde no se llevó a cabo éste proceso

Germinación de semilla de melón

En México la siembra de melón se realiza directamente al suelo todo el año. Una actividad importante para el posicionamiento del melón en ventanas óptimas de mercado es la producción de plántulas en invernaderos, que permiten asegurar la planta y tener mayor rentabilidad del cultivo. Para ello, la germinación y el desarrollo de planta en invernadero, según Bierbaum, (2006) permite la disponibilidad de la planta cuando se necesita. En la germinación de la semilla se utilizaron

charolas con 200 cavidades, en el lavado de las charolas se utilizó una solución clorada al 30 por ciento para desinfección de las mismas, permaneciendo éstas en la solución durante 24 horas y posteriormente enjuagadas con agua. En una cubeta se prepara una mezcla de 11 L de agua + 8 g de *Trichoderma harzianum* y celite 400 + 82.5 g de azúcar, con esta mezcla se humedece el *Peat moss* con el que se van a llenar las charolas para la siembra de la semilla de melón híbrido variedad Cruiser F1. La *Trichoderma* tiene como fin evitar el daño por secadera ó *damping off* para después llevar a cabo la siembra como se observa en la Figura 6 Las charolas permanecieron al interior de un invernadero, apiladas una charola sobre otra y envueltas con un plástico negro durante tres días. La germinación en las charolas fue del 100 por ciento. Al ser descubiertas las charolas, las plántulas recibieron fertilización con la formulación triple 19-19-19 cada semana durante el periodo que permaneció dentro del invernadero, a partir de los 15 días después de la siembra (dds) hasta la fecha del trasplante (Figura 6). Referente al trasplante ASERCA, (2000) menciona que las plántulas de melón para trasplante deben contar con tres hojas verdaderas, una raíz voluminosa y nunca deben de trasplantarse a raíz desnuda. En la etapa de germinación no se presentó problema de *damping off* esto debido a la aplicación de *Trichoderma harzianum* en el sustrato en la siembra de las charolas.



Figura 6.- Siembra y germinación de semilla de melón híbrido variedad Crusier F1 y planta lista para el trasplante

Establecimiento y manejo del cultivo en la casa-sombra.

Preparación del terreno

Las dimensiones de la casa-sombra, permiten las maniobras de un tractor para la preparación del terreno como se aprecia en la Figura 7 se realizó con un tractor y una rastra para remover el suelo a una profundidad de 0.20 m, luego la bordeadora para formar las camas meloneras, con una distancia entre cama y cama de 1.30 m, y una distancia entre planta y planta de 0.50 m, la longitud de la cama fue de 13 m.



Figura 7. - Casa-sombra con dimensiones 14 m de ancho y 22 m de largo; tractor maniobrando en la preparación del terreno e incorporación de materia orgánica en el proceso de biosolarización.

Aplicación de productos orgánicos

En la actualidad la tendencia a utilizar productos orgánicos, permiten a los agricultores incrementar sus rendimientos sin alterar el medio ambiente. En este sentido, los ácidos fúlvicos y los abonos orgánicos han despertando un gran interés en los productores del campo; pues entre sus múltiples beneficios posibilitan un mejor aprovechamiento de fertilizantes foliares y radiculares, además de estimular el crecimiento general de la planta, lo cual se traduce en mayores rendimientos y mejor calidad de cosechas

Los ácidos fúlvicos también ayudan a mejorar la estructura del suelo al favorecer la formación de agregados y la reproducción exponencial de microorganismos. El ácido fúlvico es la parte más activa del humus, es soluble en medio ácido, neutro y alcalino, a diferencia del ácido húmico

que no es soluble en pH ácido (Agro, 2000). De acuerdo a Zaghoul *et al.*, (2009), la complejación y/o quelatación de cationes, es probablemente el más importante papel de las sustancias húmicas (SH) en los vegetales, ya que al quelatar los iones, dichas sustancias facilitan la disponibilidad de los cationes para algunos mecanismos; uno de los cuales es prevenir su precipitación y el otro puede ser la influencia directa en la disponibilidad de los iones.

Los abonos orgánicos los constituyen un grupo diverso de materiales de procedencia de residuos animales ó vegetales y que presentan altos contenidos de materia orgánica (Lampkin, 1998).

Márquez y Cano, (2004) refieren que dependiendo del contenido nutrimental en la composta, ésta por sí sola puede cubrir la demanda del cultivo; así como lo mencionan Tuzel *et al.* (2003) al obtener rendimientos de tomate orgánico hasta de 90 t ha⁻¹ en invernadero al fertilizar únicamente con gallinaza. Sin embargo Figueroa, (2002) refiere que al emplear alguna composta, es necesario adicionar algunos macroelementos y algunos quelatos para garantizar la calidad de la cosecha.

Los tratamientos evaluados en el bioespacio ó casa-sombra fueron tres para los ácidos fúlvicos y tres para los ácidos húmicos como se describen y evaluados por separado:

Ácidos Fúlvicos

1 Ácido fúlvico (AF) pH 7.0 (4ml L⁻¹); 2 Control Sin Ácido y

3 Acido Fúlvico (AF) pH 6.0 (4ml L⁻¹).

Ácidos Húmicos

1 Ácido Húmico (AH pH_7.0 (4ml L⁻¹); 2 Control Sin Ácido y 3 Acido Húmico (AF) pH_6.0 (4ml L⁻¹).

En la casa-sombra se realizaron dos aplicaciones al suelo de ácidos fúlvicos y húmicos a diferentes pH (6.0 y 7.0) en las etapas de trasplante y al inicio de floración (Figura 8), teniendo el testigo al cual no se le aplicó ácido.



Figura 8.- Aplicación de ácidos fúlvicos ó húmicos

Trasplante

El trasplante de melón se hizo en cama melonera a doble hilera a 0.45 m entre plantas y situadas a tresbolillo; la densidad de plantas fue de 34 188 plantas por hectárea. Previo al trasplante se dio un riego de 30 minutos y con un plantador se hacía el orificio en la superficie del suelo

y otra persona detrás trasplantaba la planta a una profundidad de 0.30-0.40 m arropándola en seguida. El trasplante se llevó a cabo cuando la plántula tuvo cuatro hojas verdaderas el 04 de abril en el ciclo Primavera-Verano 2012. Al término del traplante se dio otro riego ligero. En la Figura 9 la planta de melón con cuatro hojas verdaderas trasplantada a la casa-sombra.



Figura 9.- Trasplante de planta de melón con tres hojas verdaderas en la casa-sombra

Sistema de riego por goteo-cintilla

La instalación del sistema de riego se hizo colocando una tubería principal de PVC de 1.5 pulgadas; donde fueron colocadas dos líneas regantes por cama melonera a una distancia de 0.30 m entre ellas como se muestra en la Figura 10. La cintilla utilizada fue la no. 6000 (0.15 mm) de espesor y diámetro interior de 16 mm en 30 líneas regantes de 13 m de longitud; las líneas regantes tienen las salidas de goteo turbulento espaciados a 0.15 m, que proporciona un caudal de

0.85 h^{-1} por emisor con una carga hidráulica de operación de 7 m en su unidad de riego; 30 líneas regantes de 13 m de longitud espaciadas a 1.2 m; mismas que conformaron el sistema de riego por goteo-cintilla en el lote. El gasto de bombeo requerido por el riego fue de 2193 L h^{-1} (0.609 L s^{-1}).



Figura 10.- Sistema de riego presurizado instalado en el bioespacio

Volumen de agua aplicado en la casa-sombra

Este volumen se obtuvo de la bitácora de riego, en la cual se contabilizaba la lámina de riego diaria aplicada en (cm), ocasionalmente no necesariamente era diaria; de dicho registro se determinó que la lámina total aplicada en la casa-sombra fue de 0.46 m en el ciclo del

cultivo que implica desde el trasplante hasta la cosecha. La lámina horaria aplicada fue de 0.94 cm (0.0094m).

Nutrición del cultivo al suelo

La nutrición del cultivo estuvo soportada en primer lugar mediante los resultados de los análisis de suelo (posterior al proceso de biosolarización) y al agua de riego, con el fin de conocer las aportaciones nutrimentales de cada uno de ellos. Una solución nutritiva es una mezcla de elementos nutritivos en solución a una concentración y relaciones elementales, que favorecen la absorción nutrimental del cultivo (Castellanos y Ojo de Agua, 2009). La solución nutrimental utilizada para el cultivo de melón en la casa-sombra fue la propuesta por Cadahia, (2005) para el cultivo de melón en sustrato con arena. Dicha fertilización consistió en la aplicación de $N-NO_3$ (7.3 meq), K^+ (3.7 meq), H_2PO_4 (1.2 meq), Ca^{++} (3.5 meq), Mg^{++} (2 meq) y HCO_3^- (1.5-2 meq) para la etapa vegetativa, complementando la solución ideal con los aportes nutrimentales correspondientes de suelo en la casa-sombra y agua de riego; los cuales son mostrados en el Cuadro 2.

Las cantidades marcadas con valores negativos, indican que son cantidades en suficiencia (suma de las aportaciones de suelo y agua) en relación a las cantidades requeridas por los aportes de fertilizantes en la solución ideal; por lo que no hubo necesidad de complementar con fertilizantes que suministraran potasio, calcio, fósforo, magnesio y amonio. El complemento de nitrógeno en 2.98 meq L^{-1} para satisfacer los requerimientos de éste elemento, se hizo con ácido nítrico en

cantidades de 0.146 L aplicados por semana en el tanque del agua de riego de 450 L a partir de los 12 días después del trasplante (ddt).

También se realizó la aplicación de micronutrientes en el mismo tanque a razón de 15 g en 1000 L de agua, que corresponden a 6.75 g en 450 L de agua, por semana. Mediante la fertirrigación se incorporaron los fertilizantes dos veces por semana, llevándose a cabo la aplicación en el primer riego del día durante el desarrollo vegetativo del cultivo.

Al inicio de la fructificación se incrementó al triple la cantidad de $N-NO_3$ y al doble para los elementos Ca y K hasta la cosecha.

Cuadro 2.- Solución ideal para la fertilización en melón y aportes del agua y el suelo en bioespacio

	N- NO ₃	K	Ca	H ₂ PO ₄	Mg	SO ₄	Cl	HCO ₃	NH ₄	Na
Sin. Ideal (meq L ⁻¹)	7.1	3.7	3.5	1.3	2.0	3.8	-	1.5-2.0	-	-
Aporte Agua (meq L ⁻¹)	1.28	0.22	0.09	0	0.10	1.52	0.7	2.2	0	1.9
Aporte Suelo (meq L ⁻¹)	3.04	3.44	17.0	3.36	8.9	25.5	5.0	4.1	0	9.8
Aporte Fertilizante (meq L ⁻¹)	2.98	-26	-14	-2.06	-7	-21.5	-5	-4.7	0	-13

En la Figura 11 se presentan los valores ó índices de referencia (IR) foliares para los macroelementos como nitratos, fósforo y potasio según (Cadahía, 2005) y la extracción nutricional en la etapa de floración en el cultivo de melón en el ciclo P-V 2012 cuando fueron aplicados los ácidos fúlvicos. En el caso de los nitratos, la mayor extracción fue con los ácidos fúlvicos (AF) a pH igual a 6.0 con un valor de 0.41 por ciento; pero siendo ésta mínima con respecto al índice de referencia (IR) de 4.55 por ciento. Para el macroelemento fósforo, el (IR) fue de 0.55 por ciento y la máxima extracción fue con (AF) pH igual a 6.0 con un valor de 0.51 por ciento muy cercano al (IR). Para el elemento potasio, los valores de extracción fueron de 3.79 y de 3.42 por ciento con el tratamiento de (AF) pH igual a 7.0 y (AF) pH igual a 6.0 respectivamente, esto probablemente debido al exceso de este elemento en el suelo y el efecto de las cargas de los ácidos fúlvicos, que reflejan resultados similares a lo mencionado por (Tuzel *et al.*, 2003), quienes obtuvieron rendimientos de tomate orgánico hasta de 90 t ha⁻¹ en invernadero cuando hicieron únicamente aplicaciones de gallinaza; por lo que no se requirió aplicar fertilizante potásico. Para el caso del calcio, las extracciones con la aplicación de (AF) en los dos pH (6.0 y 7.0) fueron superiores a 4.5 por ciento; sin embargo no hay información de los (IR) en esta etapa para este elemento, ni para Magnesio y Sodio. Cabe resaltar que al igual que en el macroelemento potasio, hubo un excedente de los elementos Calcio, Magnesio y Sodio y no fue necesario complementar la fertilización con estos macroelementos.

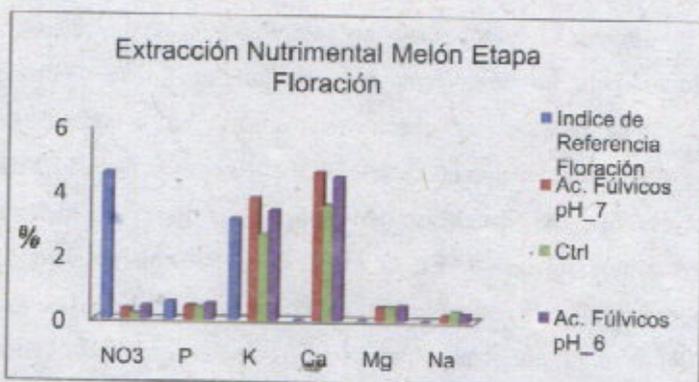


Figura 11.- Índice de referencia (IR) etapa de floración de diversos macronutrientes y su extracción nutrimental foliar con aplicación de ácidos fúlvicos.

En la Figura 12 se presentan los valores de referencia foliares de 3.7, 0.5, 4.2, 5.9, 1.3 y 0.5 en por ciento para los elementos Nitratos, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio y Sodio respectivamente en la etapa de fructificación (Cadahía, 2005) en el cultivo de melón cuando fueron aplicados los ácidos fúlvicos. Dichos índices no fueron rebasados en la extracción nutrimental por ninguno de los tratamientos. En general las mayores extracciones ocurrieron con el Potasio y el Calcio. En el caso del potasio en los tratamientos con ácidos fúlvicos con valores de pH 7.0 y 6.0 la extracción fue de 2.8 y 2.7 por ciento respectivamente; mientras que en el tratamiento control fue de 2.5 por ciento. Para el caso del calcio, la mayor extracción se observó con los ácidos fúlvicos a pH = 6.0 con un valor de 4.7 por ciento; siendo el valor más cercano al índice de referencia.

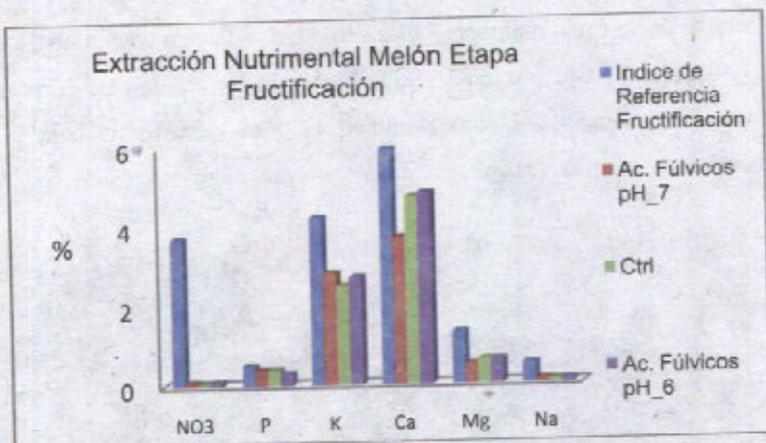


Figura 12.- Índice de referencia (IR) de diversos macronutrientes y su extracción nutricional con aplicación de ácidos fúlvicos en la etapa de fructificación.

Tutorado

El tutorado de la planta, permite que ésta sea guiada de forma vertical; así las ramas disponen de espacio, luz y aire suficiente para el crecimiento y desarrollo de la planta; evita que los frutos se dañen por el contacto con el suelo, además de favorecer las labores de control fitosanitario (Casanova, et al. 1999).

A lo largo de cada surco se hicieron tres pozos para poner la estructura que sirvió para la colocación de las líneas de alambre recocado: la primera línea encima de la superficie del suelo a 0.10 m y la segunda a una altura de 2.5 m de alto. En cada estructura se colocó una retenida ó tirante de alambre en los extremos con el fin de que resistieran el peso de los frutos. Posteriormente fue amarrado un hilo de rafia en cada

planta de la cama melonera. Esta actividad se llevó a cabo a los 15 días después del trasplante (ddt). En la Figura 13 se señalan las estructuras para el tutorado; así como también la línea de alambre baja y los cordeles de rafia en las plantas de la cama melonera.



Figura 13.- Estructuras, línea de alambre y cordeles de rafia colocados para el tutorado de planta de melón en casa-sombra.

Polinización

Dado que el bioespacio ó casa-sombra es un lugar cerrado, se requiere auxiliar la polinización a través de los insectos polinizadores como son los abejorros; ya que el polen en el melón es transferido por los insectos. La introducción de la colmena de éstos insectos se debe realizar cuando inicia la floración, debido a que como mencionan (Ricketts *et al*, 2004), en las hortalizas, la calidad y poco fruto generalmente se atribuye a problemas con polinización; es decir bajo número de polinizadores ó polinizadores no efectivos.

El inicio de floración en la casa-sombra fue el 23 de abril; mientras que a cielo abierto inició el 29 de abril. En la casa-sombra, la floración puede durar alrededor de dos meses; sin embargo en el mes de mayo la

temperatura registrada fue de 33°C, lo que representa una limitante para el trabajo de los abejorros; puesto que éstos trabajan en forma efectiva a 26°C. En la Figura 14 se muestra la colmena de abejorros que fue introducida en la casa-sombra y el cultivo en plena floración.



Figura 14.- Colmena de abejorros y cultivo en la etapa de floración

Cabe resaltar el trabajo que realizan los abejorros ó abejas dentro de un invernadero ó malla sombra, es tan importante, que, de no introducirse las colmenas de éstos a tiempo, no habrá polinización y por consecuencia no habrá fructificación.

Poda

La poda se efectúa con la finalidad de lograr una planta vigorosa y que se obtenga mayor calidad de fruto en cuanto a tamaño y uniformidad. También se facilitan las prácticas del cultivo y se mejora la eficiencia en la aplicación de productos para plagas y enfermedades. Esta actividad se llevó a cabo cuando la planta tuvo de 4 a 6 hojas, despuntando el tallo

por encima de la tercera hoja a un tallo (Figura 15). Las guías de tercer orden y que tengan fruto se podan a 1-2 hojas por encima del fruto formado eliminando las yemas que nacen junto a las hojas. Los tallos que no tengan fruto se despuntarán a 4-5 hojas. Preferentemente la poda debe hacerse con los dedos, o bien con un cortador, cuidando en cada corte la desinfección del mismo con agua y cloro, para evitar riesgos de transmisión de enfermedades.



Figura 15.- Inicio de poda de la planta por arriba de la tercera hoja

Control de plagas

Las principales plagas que se presentaron en la casa-sombra fueron: la mosquita blanca y araña roja.

Mosca blanca (*Bemisia spp*)

La "mosca blanca" nombre común de (*Bemisia spp* y *Trialeurodes vaporariorum*) que pertenecen a la familia Aleyrodidae. La

temperatura es el factor detonante para el desarrollo de ésta plaga; ya que está más adaptada a condiciones de clima cálido y tropical. A temperaturas de 30 °C, las especies del género *Bemisia spp* tardan en pasar de huevecillo a adulto un promedio de 18 días, mientras que a temperaturas de 20 °C o menores sufren ésta transformación hasta en 39 días (Sánchez *et al.*, 2005).

Esta plaga se alimenta de muchas especies vegetales, lo que le permite estar presente todo el año. Tiene preferencia por plantas de la familia de las cucurbitáceas (melón, calabacita, pepino y sandía) (Rondón, 2004).

Esta plaga suele diseminarse por el viento y por el material vegetativo. Es recomendable colocar trampas amarillas engomadas en lugares estratégicos para llevar un control de la población.

En la casa-sombra la mosca blanca se presentó a los 25 ddt, se llevó a cabo el control biológico de ésta plaga, colocando 500 centímetros cúbicos (cc) de huevecillos de *Chrysopa spp* distribuidos en una superficie de 308 m² entre los surcos y en los extremos de las camas meloneras como se muestra en la Figura 16 y posteriormente realizando aplicaciones de jabón potásico a razón de 15 ml por L de agua cada semana. Es importante resaltar que el control biológico funciona cuando la población de mosca no es muy alta y que la *Chrysopa* actúa cuando la mosquita se encuentra en estado de larva. Siendo así, el control biológico resulta ser eficaz.



Figura 16.- Colocación estratégica de huevecillos de *Chrysopa spp*

Mediante éste control se disminuye la contaminación al ambiente y resulta ser más económico que el utilizar el control químico a base de insecticidas.

Cuando la infestación de mosca es mayor, se recurre al control químico utilizando Imidacloprid (Confidor) a razón de 20 ml en 20 litros de agua, y que conlleva una residualidad.

Araña Roja (*Tetranychus urticae*)

Otra de las plagas que se presentó fue la araña roja en la etapa de llenado de fruto. Esta plaga pertenece a la clase Arácnida, subclase Acarina, del orden Acariformes, a la familia Tetranychidae y a la subfamilia Tetranychidae. Dentro de la subfamilia se encuentra *Tetranychus urticae*, que es una de las especies de mayor importancia en la

agricultura protegida y al igual que la mosquita blanca, el factor determinante para el desarrollo de la araña es la temperatura, que en el verano es alta y propicia para su desarrollo (García y Ferragut, 2002).

Algunas hortalizas que son hospederas y sobresalen por su importancia económica son: el pimiento, chile, tomate, el frijol y algunas cucurbitáceas.

El control de la araña roja en la casa-sombra se llevó a cabo con aplicaciones de aceite de neem a razón de 1 L ha⁻¹ semanal durante tres semanas.

Control de enfermedades

Cenicilla (*Sphaerotheca fuliginea*)

En la casa-sombra la enfermedad que se presentó a causa de hongos fue la cenicilla.; debido a las temperaturas altas dentro de la casa-sombra (de 31 a 33 °C) ocasionando condiciones óptimas para el desarrollo del hongo, dejando madurar los frutos de la última cosecha del 13 de agosto. Jones et al, (2001), mencionan que cuando el hongo se encuentra en su estado conidial o asexual, se produce el micelio blanco sobre la hoja del cultivo. La sintomatología común es la observación de una ligera vellosidad blanquecina en la hoja y en el envés de la misma como se observa en la Figura 17.

El problema de la cenicilla, es persistente en las cucurbitáceas creciendo especialmente en invernaderos (Mitchell *et al.*, 2007) y es el más agresivo hongo de esta familia (Mc Grath, 2005).

La cenicilla puede ser una persistente y devastadora enfermedad ya que una grave epidemia disminuye la fotosíntesis, aumenta la respiración y

la transpiración y perjudica el crecimiento vegetativo y el fruto, que finalmente reduce los rendimientos y la calidad de la fruta (Agrios, 2005).



Figura 17.- Planta de melón al interior del bioespacio con ataque de cenicilla en estado avanzado.

El control químico de la cenicilla se hizo aplicando Boscalid a razón de 20 g por cada 20 L de agua, a intervalos de una semana, mostrando un bajo nivel de control de la enfermedad.

Cosecha

La cosecha del fruto se inició a los 64 días después del trasplante en el bioespacio ó casa-sombra y terminó su ciclo largo a los 130 días después del trasplante (Producción intensiva). La cosecha se realiza como fruta madura cuando el melón está completamente rallado y de un

color amarillo, además de que el fruto es desprendido fácilmente del pedúnculo. Los cortes que se hicieron en la casa-sombra fueron siete durante el ciclo primavera-verano 2012; mientras que a cielo abierto fueron seis. Es importante resaltar que el término del cultivo a cielo abierto fue el 02 de julio, a diferencia del cultivo en la casa-sombra que se extendió como producción intensiva hasta el 13 de agosto en donde todavía se tenía floración como se observa en la Figura 18



Figura 18.- Producción intensiva de melón en la casa-sombra aún en floración; mientras que a cielo abierto, el ciclo del cultivo finalizó.

Durante la cosecha fue evaluado el rendimiento en kilogramos por metro cuadrado (kg m^{-2}) y la calidad del fruto (longitud del melón, diámetro ecuatorial y el contenido de azúcar ó grados brix ($^{\circ}\text{Brix}$)).

Análisis del Rendimiento

Los tratamientos evaluados por separado fueron: tres para los ácidos fúlvicos y tres para los ácidos húmicos para realizar el análisis de

varianza a las variables de rendimiento, altura y diámetro de la planta para lo cual se utilizó el procedimiento PROC. SORT de SAS (SAS Institute, 2003). La importancia de las diferencias se comprobó mediante la prueba de Tukey (0.05).

Impacto de la aplicación de ácidos fúlvicos en rendimiento en bioespacio.

En el Cuadro 3 se presenta el rendimiento experimental de 6.16a kg m⁻² con el tratamiento de Ácidos Fúlvicos a pH igual a 7.0 estadísticamente igual al tratamiento Testigo con un valor de 5.25a kg m⁻² y al tratamiento con Acido Fúlvico a pH igual a 6.0 con un rendimiento de 5.25a.

Cuadro 3.- Rendimiento experimental (kg m⁻²) y Rendimiento Potencial (Ton ha⁻¹) con aplicación de ácidos fúlvicos a diferente pH en bioespacio ó casa-sombra.

Tratamiento		Rendimiento Potencial (Kg m ⁻²)	Rendimiento Potencial (Ton ha ⁻¹)
1	Acidos Fúlvicos pH_7	6.16a	61.6
2	Testigo	5.25a	52.5
3	Acidos Fúlvicos pH_6	5.26a	52.6

Impacto de la aplicación de ácidos húmicos en rendimiento en bioespacio..

En el Cuadro 4 se presenta el rendimiento experimental en (kg m^{-2}) de 5.69a kg m^{-2} con el tratamiento de Acido Húmico a pH 6.0 estadísticamente igual; mientras que con el ácido húmico a pH 7.0 el rendimiento fue de 4.65a y el Testigo con un rendimiento de 4.22a kg m^{-2} .

Cuadro 4.- Rendimiento experimental (kg m^{-2}), Rendimiento potencial (Ton ha^{-1}). con la aplicación de los ácidos húmicos en Bioespacio

Tratamiento	Rendimiento Potencial (Kg m^{-2})	Rendimiento Potencial (Ton ha^{-1})
1Acidos Húmicos pH_7	4.65a	46.5
2 Testigo	4.22a	42.2
3Acidos Húmicos pH_6	5.69a	56.9

Evaluación del rendimiento y calidad del fruto a cielo abierto

El rendimiento obtenido a cielo abierto fue de 3.8 kg m^{-2} ó 38 Ton ha^{-1}

La longitud promedio del fruto fue de 15.5 cm y de diámetro ecuatorial fue 12.6 cm.

En cuanto a la calidad del fruto Mitchell *et al.*, (2007), mencionan algunos valores de longitud del fruto de diferentes variedades de melón, por ejemplo la longitud del fruto (diámetro polar) valor de 16.07 cm para la variedad Galia, con un ancho del fruto (diámetro ecuatorial) de 14.09 cm. Para el caso del valor más bajo fue con la variedad Melo 96-Nestor 13.39 cm de longitud de fruto y de 13.10 cm para el ancho del fruto. Para el híbrido variedad Cruiser F1 cultivado en la casa- sombra, la longitud del fruto en el tratamiento con ácidos fúlvicos a pH igual a 7.0 fue de 16.8 cm y un diámetro ecuatorial del fruto de 13.8 cm; mientras que, para el tratamiento testigo fue de 14.22 cm y de diámetro ecuatorial 12.9 cm. En el caso de la aplicación de ácidos húmicos a pH igual a 6.0 la longitud del fruto fue de 16.4 cm, con un diámetro ecuatorial de 13.3 cm; mientras que para el tratamiento testigo fue de 13.6 cm y en cuanto al diámetro ecuatorial del fruto 12.1 cm.

En cuanto al tamaño (en base a peso en kilogramos) de los frutos cosechados en el bioespacio o casa-sombra con la aplicación de ácidos fúlvicos (1.6 kg) y húmicos (1.6 kg), ambos caen dentro de la clasificación de frutos grandes (Figura 19) según (Shaw *et al.*, 2001), quienes comentan que en los Estados Unidos (USA), el consumidor prefiere frutos más grandes con un peso por encima de 1.4 kg y que los frutos pequeños son preferidos en el mercado europeo ((0.7-0.9 Kg).



Figura 19.- Frutos cosechados en el Bioespacio y a cielo abierto en el ciclo P-V 2012.

La dulzura (altamente correlacionada con el contenido de azúcares), es el atributo más importante correlacionado con el sabor y las preferencias globales del consumidor de melón (Lester y Shellie, 1992). Respecto a éste parámetro, de los resultados obtenidos en las pruebas hechas para determinar los valores de la dulzura de los frutos en grados Brix ($^{\circ}$ Brix) de 10 melones por tratamiento se observaron valores de 12 unidades con la aplicación de ácidos fúlvicos y húmicos a pH 7.0 y 6.0 en nueve de los diez frutos que se muestrearon.

En el Cuadro 5 también son mostrados los valores en $^{\circ}$ Brix para cada uno de los tratamientos, donde el valor más bajo (8 $^{\circ}$ Brix) se obtuvo con el testigo de ácidos húmicos.

Cuadro 5.- Contenido de azúcar ($^{\circ}$ Brix) para los tratamientos y número de frutos de melón (dulces e insípidos).

Tratamientos		No. de melones dulces	$^{\circ}$ Brix	No. de melones sin sabor	$^{\circ}$ Brix
Acido pH 7.0	Fúlvico	7	11	3	9
Control	ó	7	10	3	9
Acido pH 6.0	Fúlvico	9	11	1	10
Acido pH 7.0	Húmico	8	11	2	9
Control	ó	7	11	3	8
Acido pH 6.0	Húmico	9	12	1	10

Conclusiones

- El uso de bioespacios ó casa-sombra es una opción tecnológica para la producción del cultivo de melón en la región lagunera
- Para la estructuración de un bioespacio o casa-sombra deben considerarse factores importantes como son: la temperatura promedio mensual, selección del sitio, la orientación de la estructura, como la del cultivo, el tipo de estructura y las características de los materiales.
- La biosolarización como un proceso de desinfección en dichas estructuras es relevante siempre y cuando las temperaturas en el suelo sellado rebasen los 45 °C en la Región Lagunera.
- Se recomienda el uso de los polinizadores como los abejorros, ya que juegan un papel primordial en el amarre del fruto en la etapa de floración.
- El control de plagas como mosca blanca, la importancia radica en combatirla cuando la población sea baja; ya que la multiplicación de la población en la casa-sombra por efecto de la temperatura, causa problemas fuertes e incrementa los costos para combatirla con insecticidas.
- En el control de la enfermedad cenicilla, es conveniente realizar podas al cultivo y evitar que éste se torne frondoso.
- El rendimiento promedio obtenido en el bioespacio o casa-sombra con la aplicación de los ácidos fúlvicos fue de 5.71 kg m⁻². El rendimiento promedio obtenido con la aplicación de ácidos húmicos fue de 5.17 kg m⁻². El rendimiento promedio obtenido a cielo abierto fue de 3.75 kg m⁻². Al comparar los

rendimientos promedio obtenidos en el bioespacio contra el rendimiento promedio obtenido a cielo abierto; los obtenidos en el bioespacio siempre fueron superiores.

Literatura Citada

- Agrios G. N. 2005. Plant Pathology. Fifth Edition. Publisher Academic Press. ISBN. 00080473784-9780080473789. 952p
- AGRO. 2000. REVISTA INDUSTRIAL DEL CAMPO. SECCIÓN AGROINDUSTRIA. <http://www.2000agro.com.mx/agroindustria/acido-fulvico-mas-crecimiento-calidad-y-rendimiento> Consultado 2012.
- ASERCA. Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria. 2000. El melón mexicano, ejemplo de una tecnología aplicada. Claridades Agropecuarias 84. México, D.F.
- Barres, M.T.; Bello A.; Jordá, C.; Tello, J. C. 2006. La Eliminación del Bromuro de Metilo en la Protección de Cultivos como Modelo Mundial para la Conservación del Medio Ambiente. MAPA, Madrid, 515 pp.
- Bello, A.; López-Pérez, J. A.; Sanz, R.; Escuer, M. and J. Herrero. 2000. In: *Regional Workshop on Methyl Bromide Alternatives for North Africa and Southern European Countries*. UNEP, France, 113-141.
- Bello A, Robertson, L.; López-Robles, J.; González-López, M. R.; Díez-Rojo, M. A.; López-Pérez, J. A.; Abelleira, A.; López-Cepero, J.; Arcos, S. C.; García-Dorado, V.; Jiménez-Díaz, E.; Serrano, F.; Martínez M., M. C.; Carreño, J. M.; López B., M. M.; Perera, S.; Rios, D. y A. Navas. 2008. Cultivo ecológico de la papa y nematodos de cuarentena: *Meloidogyne chitwoodi* & *M. fallax*. Seminario Internacional sobre la papa, un cultivo y una cultura con valores agroecológicos, 24-25 nov., Candelaria, Tenerife, 25 p.
- Biernbaum, J. 2006. Organic greenhouse transplant. MSU Illinois Organic Conference.

- Cadahia, L.C. 2005. Fertirrigación. Cultivos Hortícolas, Frutales y Ornamentales. 3ª. Ed. Ampliada. Editorial Mundi-Prensa. España. 681p
- Castro, L. I.; Díez R., M. A.; López P., J. A.; Díaz V., L.; Bello P., A. 2011. BIODESINFECCIÓN DE SUELO EN PRODUCCIÓN ECOLÓGICA. DOSSIER SEAE. <http://www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/dossiers/dossier-biodesinfeccion.pdf> consultado 2013
- Casanova, A.; Gómez, O.; Depestre, T.; Igarza, M.; León, M.; Santos, R.; Chailloux, M.; Hernández, J. C. y F.R. Pupo. 1999. Guía Técnica para la producción protegida de hortalizas en casa de cultivos tropicales con efecto sombrilla. La Habana, I.I.H. "L. Dimitrova".
- Castellanos, J. Z. y M. Borbón. 2009. Manual de Producción de tomate en Invernadero. En: Capítulo 1. Intagri. ISBN 978-607-95302-0-4. Impreso en México. pp1-18
- Castellanos, J. Z. y J. L. Ojodeagua. 2009. Manual de Producción de tomate en Invernadero. En: Capítulo 6. Intagri. ISBN 978-607-95302-0-4. Impreso en México. pp 130-156
- Díez-Rojo, M. A. 2010. Bases Agronómicas para la Utilización de Restos Agrarios en BIODESINFECCIÓN DE SUELOS. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid, 409 pp.
- Figuerola, V. U. 2002. Uso sustentable del estiércol en sistemas forrajeros bajo riego. Revista Unión Ganadera. Unión Ganadera Regional de la Laguna. Vol. 38: 11-12.
- García M., E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Instituto de Geografía. UNAM. México, D.F. 2-51pp.
- García M., F. y F. Ferragut. 2002. Los Ácaros. In: García M, F., and Ferragut, F. (ed.) Plagas Agrícolas. Phytoma-España S.L., Valencia. 19-52.
- Gardner, F. P.; Pearce, R. B. and Mitchell, R. L. 1990. Physiology of crop plants. Iowa State University Press. U.S.A. 327p.
- Guantes, R. J. 2006. El Mercado de los Invernaderos en México, Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en México,

http://www.icex.es/icex/cda/controller/page/0_2956_35582_10145_18362_41891_3.00.html consultado 2010.

Henaio, F. (2001), Cómo obtener alta productividad en cultivos de invernadero. <http://www.sapiens.com/html/ejemplos/salud/sapiens/comunidades/ejemplos/alud1nsf/unids/C%F3mo%20obtener%20alta%20productividad%20en%20cultivos%20de%20invernadero/C4516FC3A8A9B45541256FAF00626F1D2d8e.html?opendocument.www.tpagro.com> consultado 2010.

Jones, J. B.; Jones, J. P.; Stall, R. E. y T. A. Zitter. 2001. Plagas y enfermedades del tomate. Ediciones Mundi-Prensa, España.

Lampkin, N. 1998. Agricultura Ecológica. 1a. Ed. ISBN 978-84-7114-745-5. Mundi-Prensa. España. 724p

Lester, G. and K. C. Shellie. 1992. Postharvest sensory and physicochemical attributes of honey dew melon fruits. *HortScience*. 27: 1012-1014

McGrath, M.T. 2005. Managing cucurbit powdery mildew and fungicide resistance. *Acta Horticulturae*. 731: 211-216

Maloupa, E.; Mitsios, I.; Martinez, P. F. and Bladenopoulou, S. 1992. Study of substrates use in gerbera soilless culture grown in plastic greenhouse. *Acta Hort*. 323: 139-144.

Márquez, H. C. y Cano, R. P. 2004. Producción orgánica de tomate bajo invernadero. In: Memorias del segundo simposio internacional de producción de cultivos en invernaderos. Fundación UANL-FA-UANL. Monterrey, Nuevo León. Mayo 21-22.

Mitchell, J. M.; Cantliffe, J.; Sargent, S. A.; Datnoff, L. E. and P. J. Stoffella. 2007. Fruit yield, quality variables, and powdery Mildew susceptibility of Galia melon cultivars grown in a passively ventilated greenhouse. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 120:162-167.

Muñoz R., J.J. 2009. Estructuras de invernaderos y cubiertas de protección. En: Castellanos, J.Z. (Ed.) Manual de producción de tomate en invernadero. 19-44.

Ricketts, T.H.; Daily, G.C.; Ehrlich, P.R. and C.D. Michener. 2004 Economic value of tropical forest to coffee production. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA.*: 101: 12582-12759.

Rondón, I.S. 2004. Manejo integrado de plagas en Invernadero. In: Castellanos J. Z. Manual de producción Hortícola en Invernadero Segunda Edición. Intagri.

SAGARPA-FAO 2002, Agricultura Bajo Ambiente Controlado 2001. Evaluación Nacional

http://www.sagarpa.gob.mx/subagri/desarrollo_agricola/fao/2001/nac/ABAC

Sánchez, D.; Scotta, R.; y C. Arregui. 2005. Población de mosca blanca en tomate cultivado a campo con pantallas de sombreamiento. *Pesq. Agropec. Bras.* 40(2), 183-185.

SAS Institute. 2003. SAS/STAT user's guide. Cary, NC, USA.

Thimijan, R. W. and R. D. Hems. 1983. Photometric, radiometric and quantum light units of measure: a review of procedures for interconversion. *HortScience* 18:818-822

Tuzel, Y.; Yagmur, B. and R. Gumus. 2003. Organic tomato production under greenhouse conditions. *Acta Horticultural* 614: 775-780

Zaghloul, S. M.; El-Quesni F.,E.M and A.M. Mazhar. 2009. Influence of potassium humate on growth and chemical constituents of Thuja Orientalis L. seedlings. *Ocean Journal of Applied Sciences* 2(1):73-78

AGRADECIMIENTOS

El presente estudio fue financiado por la FUNDACION PRODUCE DURANGO A. C., a través del Proyecto "*Validación de la producción intensiva de Hortalizas (Melón) en Bioespacios como alternativa productiva*" (Clave 001455).



COMITÉ EDITORIAL DEL CENID-RASPA

Presidente: Dr. José Antonio Cucto Wong .

Secretario: Dr. Miguel A. Velásquez Valle

Vocales: Dr. Juan Estrada Avalos

M.C. Miguel Rivera González

Revisores Técnicos

Dr. Ignacio Orona Castillo

Dr. Gabriel García Herrera

Edición y Diseño

Gerardo Esquivel Arringa

La presente publicación se terminó de imprimir el mes de diciembre del año 2013 en los talleres de Carmona Impresores S. A. de C. V., Calzada Lázaro Cardenas No. 850, Colonia Eduardo Guerra, C.P. 27280 Torrcón, Coahuila, México. Su tiraje consta de 600 ejemplares.

**CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN
DISCIPLINARIA RELACIÓN AGUA-SUELO-PLANTA ATMÓSFERA**

DR. JOSÉ ANTONIO CUETO WONG
Director

ING. ARMANDO ESTRADA GONZÁLEZ
Jefe de Operación

LIC. FLOR CARINA ESPINOZA DELGADILLO
Jefe Administrativo

PERSONAL INVESTIGADOR

Bueno Hurtado Palmira
Catalán Valencia Ernesto Alonso
Cerano Paredes Julián
Constante García Vicenta
Delgado Ramírez Gerardo
Esquivel Arriaga Gerardo
Estrada Avalos Juan
González Barrios José Luis
González Cervantes Guillermo
Inzunza Ibarra Marco Antonio
Jacobó Salcedo Rosario
Macías Corral Maritza
Muñoz Villalobos Jesús Arcadio
Potisek Talavera María del Carmen
Rivera González Miguel
Román López Abel
Sánchez Cohen Ignacio
Trucíos Caciaño Ramón
Velásquez Valle Miguel Agustín
Villa Castorena Magdalena
Villanueva Díaz José

WWW.INIFAP.GOB.MX

La producción hortícola bajo un sistema de agricultura protegida, permite la eficiencia en el uso de suelo y agua, en la actividad fotosintética de la planta, la disminución en el uso de agroquímicos y el incremento en la captura de carbono. Mediante este sistema de producción, es posible obtener rendimientos de hasta tres veces más por unidad de superficie y de calidad superior, que puede ser de un ciclo largo; o bien dos ciclos cortos de producción, buscando la ventana de comercialización con precios más altos. Pueden llevarse a cabo prácticas de desinfección del suelo mediante la técnica de biosolarización, con la cual se incrementa la fertilidad del suelo y se disminuye la aplicación de fertilizantes químicos. En el presente trabajo se planteó el objetivo de obtener producción permanente y de buena calidad comparado con la producción a cielo abierto que es como lo hacen los productores. También es importante resaltar que la producción bajo este esquema, implica la generación de empleos como jornales, propiciando el arraigo de las personas en sus lugares de origen. El control de plagas es recomendable hacerlo mediante control biológico; debido a que es más efectivo y económico. Por último los bioespacios o casa-sombra ofrecen un potencial de rentabilidad superior a los invernaderos; ya que económicamente pueden estar al alcance de los productores del sector social.

