

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**



**EVALUACIÓN DE BIOMASA Y COMPONENTES DEL RENDIMIENTO EN
PEPINO (*Cucumis sativus* L.) BAJO MACROTUNELES CON CUBIERTAS
FOTOSELECTIVAS Y CAMPO ABIERTO**

Por

ARMANDO VELASCO VAZQUEZ

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRONOMO EN HORTICULTURA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Junio 2008

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

**EVALUACIÓN DE BIOMASA Y COMPONENTES DEL RENDIMIENTO EN
PEPINO (*Cucumis sativus L.*) BAJO MACROTUNELES CON CUBIERTAS
FOTOSELECTIVAS Y CAMPO ABIERTO**

TESIS

Presentado por:

ARMANDO VELASCO VAZQUEZ

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

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobado por:

Dr. Valentín Robledo Torres
Presidente del Jurado

Dr. Víctor Manuel Reyes Salas
Vocal

Mc. Alberto Sandoval Rangel
Vocal

Mc. Francisca Ramírez Godina
Vocal

DR. Mario Ernesto Vázquez Badillo
Coordinador de la División de Agronomía

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Junio de 2008

DEDICATORIA

CON AMOR A MIS PADRES

Sr. Aníbal Velasco García

Sra. Teresa Vázquez Jiménez

Quienes se preocupan y me bendicen para que mi vida sea próspera, por su confianza, por su paciencia por ser tan buenos y comprensivos conmigo. Quiero expresarles que Dios me regaló, a los mejores padres realmente gracias por todos los sabios consejos que me han brindado y por el incomparable apoyo en el tiempo que he estado separado de ustedes, esto y mucho mas a contribuido alcanzar una de las metas de mi vida. Papá y mamá realmente no tengo palabras para agradecerles todo lo que han hecho por mí, lo único que me resta decirles es muchas gracias y recuerden que siempre los llevaré en mi corazón hasta el ultimo segundo de mi vida. Con mucho amor les dedico el presente trabajo.

CON CARIÑO A MIS HERMANOS

Yoli

Efra

Quienes me motivan para enfrentarme a la vida con entusiasmo, me han inculcado seguir adelante con su cariño y apoyo incondicional, porque siempre confían en mí sinceramente gracias.

A MIS SOBRINAS

Gaby, Laurita y Chayito.

A MI CUÑADO

Manuel de Jesús García Alfaro.

A MIS TIOS Y TIAS

Gracias por todas las palabras de confianza que me brindaron, por la motivación de seguir adelante en mi carrera muchas gracias. En especial a mi tío Abenamar, gracias por su apoyo incondicional, tío muchas gracias de verdad.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por haberme dado la vida y la oportunidad de haber llegado a esta meta en mi vida, el camino no fue fácil y se que aun falta camino por recorrer, pero este momento siempre había sido un anhelo y tu me haz permitido lograrlo.

A mis padres y a mi familia en general por el apoyo incondicional y la confianza que depositaron en mí sin interés alguno, puedo decirles esto y muchas cosas más pero lo puedo resumir en dos palabras de todo corazón, mil gracias.

A la UAAAN “mi Alma Mater” fuente inagotable de conocimientos y sabiduría, por haberme dado la oportunidad de superarme en la vida profesional, por lo que llevare su nombre muy en alto.

También deseo expresar mi agradecimiento a las siguientes personas cuya ayuda, sugerencias y observaciones, hicieron posible la elaboración del presente trabajo.

Al Dr. Valentín Robledo Torres por brindarme su apoyo incondicional, aunado a esto una gran amistad que sin duda servirá de mucho en mi vida profesional, gracias doctor por ser como es y siempre será un ejemplo a seguir.

Al Dr. Víctor Manuel Reyes Salas, por su valiosa colaboración y ayuda para la revisión de este trabajo.

Al Mc. Alberto Sandoval Rangel, por sus valiosas sugerencias y su gran disposición para la realización del presente trabajo.

Al Mc. Francisca Ramírez Godina, por su orientación para que este trabajo culminara de manera satisfactoria.

Al Ing. Juan Manuel Ramírez Cerda por su apoyo y paciencia puesta durante el tiempo destinado para esta investigación, por su colaboración en campo y en laboratorio.

Al Ing. Lucia Rosales Marines por su valiosa ayuda y colaboración de la investigación presente dedicándose desde el inicio hasta el final del trabajo, de verdad gracias Lucy.

Asimismo agradezco a mis amigos al Ing. Calvo, MC. Ezequiel, Emigdio, Ramiro, Freddy, Ing. Peter, Víctor, Ismael. Y a todos mis amigos de la generación CIV, gracias por esos años que compartimos juntos, por la bella amistad que me brindaron, por esas palabras de ánimo, por lo consejos, por compartir mis alegrías, muchas gracias por ser mis amigos. Recuerden que siempre contarán con un amigo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | Pág. |
|--|------|
| DEDICATORIA | I |
| AGRADECIMIENTOS | II |
| ÍNDICE DE CONTENIDO | III |
| ÍNDICE DE CUADROS | V |
| ÍNDICE DE FIGURAS | VI |
| RESUMEN | VII |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| OBJETIVO | 2 |
| HIPÓTESIS | 2 |
| REVISIÓN DE LITERATURA | 3 |
| Origen e historia..... | 3 |
| Importancia económica..... | 3 |
| Requerimientos climáticos..... | 5 |
| Requerimientos de suelo..... | 5 |
| Fertilización..... | 6 |
| Uso de plásticos en la agricultura..... | 6 |
| Propiedades de los plásticos utilizados en la agricultura..... | 7 |
| Materiales de sombreo..... | 8 |
| Macrotúneles..... | 9 |
| Ventajas de las cubiertas plásticas..... | 10 |
| Investigaciones realizadas con cubiertas fotoselectivas..... | 10 |
| MATERIALES Y MÉTODOS | 13 |
| Localización geográfica del área experimental..... | 13 |
| Características del área experimental..... | 13 |
| Clima..... | 13 |
| Viento..... | 13 |
| Vegetación..... | 13 |
| Descripción del material experimental..... | 14 |
| Material genético..... | 14 |
| Material para la construcción del macrotúnel..... | 14 |
| Material para la medición..... | 15 |
| Diseño experimental..... | 15 |
| Tratamientos bajo estudio..... | 15 |
| Establecimiento del experimento..... | 15 |
| Preparación del área experimental..... | 16 |
| Preparación del terreno..... | 16 |
| Establecimiento de la estructura..... | 16 |
| Colocación de las cubiertas..... | 16 |
| Colocación de los tutores..... | 17 |
| Acolchado..... | 17 |
| Siembra..... | 17 |
| Riegos..... | 17 |
| Fertilización..... | 17 |
| Otras labores..... | 18 |
| Entutorado..... | 18 |

| | |
|--|-----------|
| Podas..... | 18 |
| Control de fitosanitario..... | 18 |
| Deshierbes..... | 19 |
| Cosecha..... | 19 |
| Variables Bajo Estudio..... | 19 |
| Peso fresco de tallo..... | 19 |
| Peso seco de tallo..... | 20 |
| Peso fresco en hojas por planta..... | 20 |
| Peso seco de hojas por planta..... | 20 |
| Numero de hojas por planta..... | 20 |
| Área foliar por planta..... | 20 |
| Altura de planta..... | 20 |
| Diámetro de tallo por planta..... | 21 |
| Días a cosecha..... | 21 |
| Peso de frutos por planta..... | 21 |
| Número de frutos por planta..... | 21 |
| Longitud promedio de frutos por planta..... | 21 |
| Diámetro promedio de frutos por planta..... | 21 |
| Peso total de frutos por planta..... | 21 |
| Análisis Estadístico..... | 22 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 23 |
| Peso fresco y seco de tallo por planta..... | 23 |
| Peso fresco y seco de hojas por planta..... | 25 |
| Número de hojas por planta y área foliar por planta..... | 27 |
| Altura de planta y diámetro de tallo..... | 30 |
| Días a cosecha..... | 33 |
| Peso promedio de frutos y frutos por planta..... | 34 |
| Longitud y diámetro promedio de frutos por planta..... | 36 |
| Peso total de frutos por planta..... | 38 |
| CONCLUSIONES..... | 40 |
| LITERATURA CITADA..... | 41 |

ÍNDICE DE CUADROS

| Cuadro | | Pág. |
|------------|--|------|
| Cuadro 1. | Principales países exportadores de pepino (Miles de toneladas)... | 4 |
| Cuadro 2. | Valor de las exportaciones de pepino (Millones de dólares)..... | 5 |
| Cuadro 3. | Dosis de fertilización para el cultivo de pepino, ciclo verano-otoño del 2007..... | 18 |
| Cuadro 4. | Resultados del análisis de varianza aplicado a las variables de peso fresco y peso seco de tallo por planta, UAAAN, 2007..... | 23 |
| Cuadro 5. | Valores medios de las variables de peso fresco y seco de tallo por planta, en el cultivo de pepino, UAAAN, 2007..... | 25 |
| Cuadro 6. | Resultados del análisis de varianza aplicado a las variables de peso fresco y peso seco de hojas por planta, UAAAN, 2007..... | 26 |
| Cuadro 7. | Resultados del análisis de varianza aplicado a las variables, numero de hojas y área foliar por planta en el cultivo de pepino, UAAAN, 2007..... | 28 |
| Cuadro 8. | Resultados del análisis de varianza aplicado a las variables, altura de planta y diámetro de tallo en el cultivo de pepino, UAAAN, 2007..... | 31 |
| Cuadro 9. | Resultados del análisis de varianza aplicado a la variable, días a cosecha en el cultivo de pepino, UAAAN, 2007..... | 33 |
| Cuadro 10. | Resultados del ANVA aplicado a las variables peso promedio de frutos y frutos por planta del cultivo de pepino, UAAAN, 2007..... | 35 |
| Cuadro 11 | Valores medios de las variables, peso de fruto y frutos por planta del cultivo de pepino, UAAAN, 2007..... | 36 |
| Cuadro 12 | Resultados del análisis de varianza aplicado a las variables, longitud y diámetro de fruto en el cultivo de pepino, UAAAN, 2007..... | 37 |
| Cuadro 13 | Valores medios de las variables, longitud de fruto y diámetro de fruto en el cultivo de pepino, UAAAN, 2007..... | 38 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| Fíg. | | Pág |
|-----------|--|-----|
| Figura 1. | Porcentaje de participación de México en el mercado estadounidense en 2006..... | 4 |
| Figura 2. | Valores medios de las variables peso fresco y seco de hojas en el cultivo de pepino desarrollado bajo cubiertas plásticas fotoselectivas, Saltillo Coahuila, 2007..... | 27 |
| Figura 3. | Número de hojas por planta en el cultivo de pepino desarrollado bajo mallas fotoselectivas, UAAAN, 2007..... | 29 |
| Figura 4. | Área foliar por planta en el cultivo de pepino desarrollado bajo mallas fotoselectivas, UAAAN, 2007..... | 30 |
| Figura 5. | Altura de planta en el cultivo de pepino desarrollado bajo mallas fotoselectivas, UAAAN, 2007..... | 31 |
| Figura 6. | Diámetro de tallo en el cultivo de pepino desarrollado bajo mallas fotoselectivas, UAAAN, 2007..... | 32 |
| Figura 7. | Días a cosecha de fruto en el cultivo de pepino desarrollado bajo mallas fotoselectivas, UAAAN, 2007..... | 34 |
| Figura 8. | Peso total de fruto por planta en el cultivo de pepino desarrollado bajo mallas fotoselectivas, UAAAN, 2007..... | 39 |

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se efectuó en el campo agrícola experimental del Departamento de Horticultura, propiedad de la UAAAN en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México durante el ciclo agrícola Otoño-Invierno en el año 2007. Llevándose acabo el trabajo experimental en la construcción de 5 macrotúneles y un tratamiento a campo abierto para dicho experimento.

La inquietud del trabajo surge de la idea de evaluar plantas de pepino en respuestas de las cubiertas fotoselectivas y campo abierto en cuanto a tendencias de biomasa fresca y seca de las diferentes partes de las plantas, así como distintas variables de cosecha en la especie (*Cucumis sativus L.*) tipo americano de la variedad Alcázar para invernadero de la casa comercial ENZA ZADEN.

Los tratamientos evaluados tuvieron grandes diferencias estadísticas en los parámetros que se estudiaron, siendo 5 cubiertas fotoselectivas de tipo malla sombra excepto el tratamiento 2, los tratamientos son como siguen: T1 malla color azul, T2 cubierta plásticas transparente (especial para invernadero), T3 malla color roja, T4 malla color negra, T5 malla color blanca y por último el testigo a cielo abierto. El experimento constaba de 6 tratamientos con 3 ó 4 repeticiones dependiendo de la variable evaluada.

El diseño experimental fue sometido a bloques al azar, en tanto que la variables que se discutieron fueron: peso fresco y seco en tallo por planta, peso fresco de hojas por planta, número de hojas por planta área foliar por planta, altura de planta y diámetro de tallo, días a cosecha, peso promedio de frutos y frutos por planta, longitud y diámetro promedio de frutos por planta, peso total de frutos por planta y número total de frutos por planta. En las variables de biomasa, el T2 superó a todos. Por su lado las variables de cosecha se presentaron diferencias entre tratamientos unos más importantes que otros.

INTRODUCCIÓN

El cultivo del pepino es uno de los cultivos mas importantes a nivel nacional ya que México es el principal exportador mundial de ésta hortaliza, participando con el 82% de las importaciones totales de los Estados Unidos de Norteamérica. Es importante señalar además, que el pepino es uno de los principales cultivos que se producen bajo cubierta y dadas las condiciones mas benignas del clima de México con respecto a Estados Unidos de Norteamérica, nuestro país tiene ventajas competitivas que lo hacen un importante exportador de esta hortaliza.

El cultivo de pepino a nivel nacional se siembra tanto en campo abierto como en invernadero sin embargo las tendencias indican que las superficie de ésta hortaliza se incrementará sobre todo bajo cubiertas de malla. Sin embargo a nivel nacional no existe información sobre el comportamiento de hortalizas bajo este tipo de cubiertas, las cuales resultan mucho más económicas que el uso de cubiertas para invernadero.

El uso de los plásticos en la agricultura ha permitido mejorar el ambiente de producción, favoreciendo el incremento y calidad de las cosechas en diferentes especies hortícolas como es el caso de la lechuga donde la tecnología ha permitido duplicar los rendimientos.

Actualmente se usan principalmente las mallas de color negro con diferentes niveles de trasmisión de luz, pero no existe investigación que indique la eficiencia de éste tipo de cubiertas plásticas.

Aunque el uso de los plásticos en la horticultura ha aportado grandes ventajas, en el uso de mallas no hay claridad respecto al color más adecuado, el porcentaje de trasmisión de luz, la modificación microambiental y sobre todo la productividad de los cultivos. De ahí la importancia de generar información que permita conocer el comportamiento de los cultivos bajo estos sistemas de producción protegida.

Dado lo anterior, los objetivos principales del presente trabajo fueron, estudiar la acumulación de materia seca, rendimiento y productividad del cultivo bajo diferentes colores de malla plástica.

Por lo tanto se plantearon las siguientes hipótesis:

- El uso de mallas de colores no afecta el comportamiento del cultivo de pepino.
- No existen diferencias entre el rendimiento de fruto de pepino con cubierta en comparación con un testigo sin cubierta.
- La acumulación de biomasa no se ve afectada por el color de la cubierta en el cultivo de pepino.

REVISIÓN DE LITERATURA

Origen e Historia

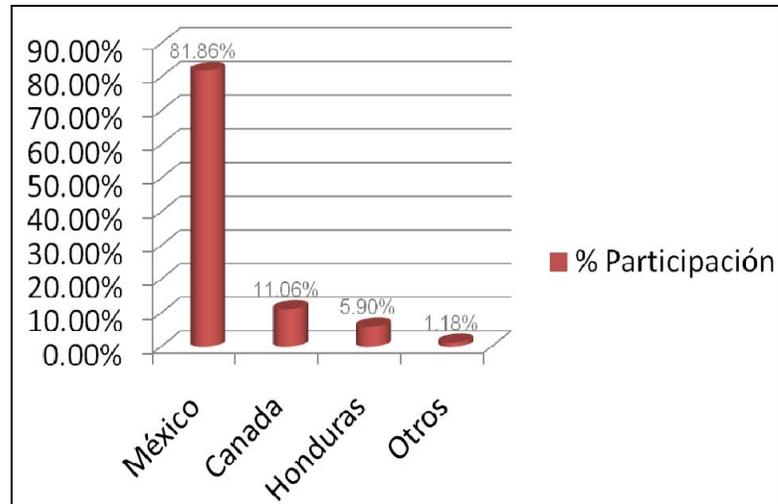
Whitaker y Davis 1962 mencionan que el pepino (*Cucumis sativus* L.) se considera originario de la India (De Cadolle Hendrik, 1919). Hay evidencias del cultivo de pepino en el Oeste de Asia desde hace 3,000 años, seguido por su cultivo en Grecia, Italia y después en China. Los pepinos fueron cultivados en Francia en siglo IX y en Inglaterra fueron cultivados en 1939. Las primeras variedades registradas fueron desarrolladas en Europa a fines del siglo XVII. En Estados Unidos los primeros registros indican que la variedad "China long" era el único en 1862 y la variedad "Chicago pickling" en 1888.

Importancia Económica

El pepino es considerado como una de las hortalizas de fruto, en México se consume como fruta fresca y en ensaladas. Con respecto a las cucurbitáceas, esta hortaliza ocupa el cuarto lugar en importancia, debido a la superficie sembrada. Nuestro país es el primer exportador a nivel mundial en esta especie, por lo que genera entrada de divisas y cantidades enormes de empleo, contribuyendo así al desarrollo de otras ramas de la actividad económica.

Principales Estados productores: Sinaloa, Michoacán, Baja California, Morelos, Veracruz, Sonora. (Syngenta 2006). Nuestro país participa con el 82% de la importación total anual del mercado estadounidense, siendo meses de Enero a Abril los de mayor demanda (Fuente: USITC Dataweb 2007). En la figura 1 se aprecia el porcentaje de participación que México tuvo en el mercado estadounidense durante el año 2006 comparado con otros países exportadores.

Esta hortaliza cobra gran importancia económica por las cantidades enormes de producción, a nivel mundial y nacional, como se observa en los Cuadros (Cuadro 1 y 2). Es una especie cuyo valor agronómico reside en su producción estacional, para lo cual necesita desarrollarse como cultivo protegido (Sagarpa, 2003).



Fuente: USITC dataweb

Figura 1. Porcentaje de participación de México en el Mercado Estadounidense en 2006.

Cuadro 1. Principales Países Exportadores de Pepino (Miles de Toneladas)

| PAISES | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| España | 327.770 | 337.890 | 336.870 | 372.560 | 399.260 |
| México | 371.370 | 374.290 | 386.090 | 423.320 | 398.970 |
| Países Bajos | 331.840 | 300.420 | 348.730 | 351.060 | 360.050 |
| Jordania | 48.210 | 48.210 | 51.990 | 51.620 | 64.310 |
| Canadá | 22.720 | 29.690 | 34.090 | 43.020 | 54.970 |
| E. U. A. | 37.330 | 41.560 | 41.920 | 43.540 | 48.460 |
| Honduras | 10.890 | 9.200 | 25.040 | 25.040 | 38.250 |
| Rep. de Irán | 3.520 | 3.920 | 6.100 | 12.830 | 36.950 |
| Palestina | 37.370 | 35.000 | 33.000 | 31.000 | 31.000 |
| Turquía | 8.070 | 20.040 | 21.070 | 22.720 | 27.220 |

Fuente: <http://apps.fao.org/faostat>

Cuadro 2. Valor de las Exportaciones de Pepino (Millones de Dólares)

| PAISES | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Países Bajos | 261.71 | 217.42 | 241.24 | 351.91 | 347.88 |
| México | 176.73 | 192.33 | 201.63 | 261.7 | 343.06 |
| España | 207.31 | 218.04 | 234.04 | 354.66 | 337.97 |
| Canadá | 23.18 | 30.74 | 36.01 | 47.05 | 63.05 |
| E. U. A. | 23.02 | 26.15 | 26.15 | 28.66 | 31.58 |
| Jordania | 15.39 | 18.53 | 22.44 | 21.22 | 27.54 |
| Turquía | 3.6 | 7.07 | 7.86 | 10.22 | 12.67 |
| Palestina | 12.34 | 12.2 | 12 | 11.5 | 11.5 |
| Rep. de Irán | 0.68 | 0.78 | 1.29 | 3.08 | 11.01 |
| Honduras | 1.88 | 1.59 | 3.93 | 2.21 | 8.97 |

Fuente: <http://apps.fao.org/faostat>

Requerimientos Climáticos

El manejo adecuado de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación de uno de estos incide sobre el resto.

Esta especie hortícola es menos exigente en calor que el melón, pero más que la calabacita, es de clima cálido por lo tanto no tolera heladas. Es un cultivo de fotoperiodo corto y con buena luminosidad (Castaños, 1993). Se ha observado que con altas temperaturas se presenta una germinación más rápida. La temperatura para el desarrollo oscila de 18 a 30°C, siendo la óptima de 25°C (SEP, 1997).

El pepino requiere mucha humedad, debido a su gran superficie foliar, la humedad relativa óptima durante el día es del 60 al 70% y por la noche oscila entre 70 a 90%. Sin embargo el exceso de humedad en el día puede reducir la producción. (Escobar, 1993).

Requerimientos de Suelo

El pepino responde más favorablemente en suelos arcillo-arenosos, además se le clasifica como moderadamente tolerante a la acidez al igual que a la salinidad, ya que su rango de pH se encuentra entre 5.5 y 6.8 (Comercialización Agropecuaria 2007).

Este cultivo prefiere suelos que estén bien drenados con buen contenido de materia orgánica (Valadez, 1998).

Fertilización

El pepino responde bien a la dosis de 150-100-100, se aplica la ½ de N, todo el P y K al momento de la siembra y el resto del N antes de la floración (Syngenta. 2007).

El pepino es una hortaliza con altos requerimientos de los principales macronutrientes; en México existen pocos estudios al respecto, pero INIFAP reporta en el ámbito comercial las formulas de N, P, K de 100-80-00 kg/ha y 150-175-00 Kg. /ha. (Valadez, 1998).

Uso de Plásticos en la Agricultura

La aplicación de los plásticos en México es muy variada por lo que su importancia radica principalmente por su contribución al incremento de los rendimientos, la mayor calidad de la producción, la precocidad de las cosechas, la obtención de cosechas fuera de temporada, una mayor eficiencia en el uso del agua y de los insumos, control de malezas, ahorro de mano de obra, control de algunas enfermedades y plagas, seguridad en las producciones, así como la protección de los cultivos, repercutiendo todo esto en mayores beneficios económicos tanto para los productores como para los comercializadores (Munguía, *Et al.* 2002).

Las tecnologías de agroplásticos en las que se realizan mayor investigación son el acolchado de suelos, túneles, cubiertas flotantes riego por goteo, fertirrigación, mallas agrícolas e invernaderos, en México debido a la diversidad de suelos, climas y microclimas se ha favorecido el desarrollo de la agricultura protegida.

Las mallas plásticas tienen múltiples usos en la agricultura que van desde la protección de cultivos hasta el empaque de diversos productos, pasando por aplicaciones como producción de plantas, cosecha y secado de productos agrícolas.

Actualmente se puede producir en ambientes diferentes como son campo abierto, bajo mallas sombra, túneles (macros y micros), e invernaderos (Flores, *et al.* 2001).

El uso de los plásticos en la agricultura ha permitido mejorar el ambiente de producción, favoreciendo el incremento y calidad de las cosechas en diferentes especies hortícolas como es el caso de la lechuga donde la tecnología ha permitido duplicar los rendimientos. El uso de los acolchados plásticos ha permitido incrementar los rendimientos de manera significativa y cuando se usan plásticos con características espectrales especiales, el rendimiento se ve incrementado en calidad y cantidad; sin embargo, aún existe poca información respecto al uso de cubiertas en la producción de plántulas de calidad para el trasplante.

Propiedades de los Plásticos Utilizados en la Agricultura

Los plásticos permiten generar un microclima mediante el aprovechamiento de una energía gratuita y no contaminante como es la energía solar, posibilitando obtener cosechas que superen el rendimiento obtenido a campo abierto, con productos de calidad superior, ya sean especies de hortalizas u ornamentales.

La transparencia tiene una propiedad particular en los plásticos que consiste en dejar pasar a través del material la mayor cantidad de luz, dicha propiedad está en función de tres factores importantes:

1. Poder absorbente para la luz. El material absorbe un porcentaje mayor o menor de radiaciones.
2. Poder reflexivo: rayos que no atraviesan el plástico por que se reflejan hacia el exterior, según el ángulo de incidencia y la propiedad reflectante del material que se trate.
3. Poder de difusión: las radiaciones se difunden al pasar a través del material y como consecuencia se reparte mejor la luz. (Robledo y Martín, 1988)

La luminosidad tiene una importancia decisiva en todos los procesos vitales de los vegetales. Algunas de las funciones más importantes en el desarrollo de las plantas son debidas a la energía luminosa (Serrano, 1990).

En los últimos años las tendencias en investigación con materiales plásticos para la agricultura se enfocan a la búsqueda de mayores rendimientos, así como a la eficientización de los recursos disponibles, por lo que con las películas fotoselectivas se aprovecha el efecto favorable que ciertas regiones de longitud de onda del espectro electromagnético (ciertos colores), la influencia de ciertas longitudes de onda fomentan cierta influencia en actividades vitales de la planta como son efectos en la fotosíntesis, morfogénicos y de fotoperiodismo entre otros (Catalina *et al.*, 2000).

Materiales de Sombreo

El objetivo normal del uso de un material de sombreado no es reducir la luz, sino el exceso de temperatura. Si tenemos en cuenta que éste viene producido por la radiación IR corta del sol, un material de sombreado debería ser un filtro selectivo, que detuviera gradualmente dicha radiación, sin afectar a la parte visible o útil para la fotosíntesis. Además, la radiación IR detenida debería ser reflejada en su mayor parte, ya que la fracción que se absorbe, será emitida parcialmente hacia el interior del invernadero en forma de calor (Florián, 2002).

Las mallas suelen ser de polietileno, polipropileno, poliéster o de derivados acrílicos. Las mallas se clasifican en función de su porcentaje de transmisión, reflexión y porosidad. Algunos de los usos es cuando se sitúa en el exterior del invernadero, para que la reducción de la temperatura sea más efectiva.

La malla en el interior absorbe la radiación solar y la convierte en calor dentro del invernadero, que debe evacuarse por ventilación. Sin embargo, la malla exterior se calienta con la radiación, pero se refrigera con el aire exterior del invernadero. En ensayos realizados se ha comprobado como en invernaderos sin sombreado se alcanzaban temperaturas medias máximas de 46,6° C. Al colocar la malla de sombreado negra por el exterior se conseguía reducir la temperatura a los 40,8° C, pero si se ponía en el interior ésta se incrementaba hasta los 50,5° C.

El color de la malla es importante. La de color negro es la de mayor duración pero, bajo el punto de vista climático no es la mejor. Por ello se recomienda que no sean de

ese color, puesto que cualquier material coloreado corta un porcentaje mayor del espectro visible.

El fuerte desarrollo que esta pasando la agricultura intensiva y/o protegida, necesita cada vez más materiales que encajen a las exigencias de los cultivos para su buena producción. En materiales de cubierta, como el caso de malla sombra se debe considerar las siguientes características antes de su uso.

1. Que tenga adecuadas propiedades mecánicas.
2. Que el material ofrezca excelentes propiedades ópticas. (www.ipesa.com.ar)

Macrotúneles

Montbrun et al., (1999) indica que éstos, son túneles grandes, volumétricamente parecidos a un medio cilindro, cuyo frente puede presentar una forma parabólica. Las medidas más frecuentes son: 3 a 4 m de ancho por 1,5 a 2 m de alto y su largo varía según las necesidades o espacio disponible.

El uso de los macrotúneles tiene un futuro promisorio por las siguientes razones:

1. Es una construcción de baja inversión inicial (3 a 4 \$/m²).
2. Es muy fácil de construir.
3. Es sencillo el manejo de la ventilación.
4. Es excelente para el manejo familiar.
5. Es ideal para producir hortalizas de hoja y/o raíz, las cuales son tolerantes a las bajas temperaturas, así como también, para la producción de plantas en el suelo, charolas o macetas para anticipar cosecha en campo de hortalizas de fruto (tomate, pimiento, berenjena, etc.) y si a esto le agregamos las cubiertas de colores puede ser otra ventaja más; también puede ser usado para plantas ornamentales, forestales o aromáticas.
6. Se puede trasladar fácilmente en caso de presentarse problemas como la alta carga de agentes patógenos (hongos o larvas de insectos)

Ventajas de las Cubiertas Plásticas

Dentro de las múltiples ventajas que aportan las cubiertas plásticas para la producción hortícola en macrotúneles, por mencionar algunas, se listan a continuación las siguientes:

- 1) Permiten conseguir frutos fuera de temporada.
- 2) Protegen las cosechas del frío, heladas, viento, etc.
- 3) Permiten un aprovechamiento mayor de los abonos.
- 4) Permiten obtener cosechas precoces y con gran calidad.
- 5) Aumentan considerablemente los rendimientos de las cosechas.

La protección de cultivos con túneles de plástico permite una alta eficiencia en cuanto a las prácticas agronómicas durante el cuidado de las plantas, todo esto como consecuencia del microclima que se genera en el interior del macrotúnel.

Al respecto, en las últimas décadas se han desarrollado varios tipos de elementos protectores que plantean diferentes alternativas para recrear condiciones ambientales óptimas para el desarrollo de los cultivos, de acuerdo a los requerimientos climáticos de cada especie y en concordancia con los factores climáticos de cada región.

Investigaciones Realizadas con Cubiertas Foselectivas.

En relación al uso de cubiertas foselectivas, Álvarez (2006) realizó estudios enfocados en la acumulación de biomasa y calidad de trasplantes de calabacita (*Cucurbita pepo L.*), el reporta que la distribución de biomasa se altera con el uso de cubiertas foselectivas ya que se influye fuertemente en el desarrollo de la plántula y argumenta también que las cubiertas de color transparente y blanco son las que permiten obtener plántulas de calabacita de mayor calidad. Finalmente concluye que con el uso de cubiertas foselectivas se producen trasplantes de calabacita más suculentas (mayor biomasa fresca) y de mayor área foliar.

En un estudió con cubiertas plásticas foselectivas que absorben el rojo lejano (RF) y que afectan tanto el crecimiento como la floración del Crisantemo (*Chrysanthemum morifolium Ramat.*), se encontró que el rojo lejano fue absorbido por

las cubiertas del invernadero reduciendo la elongación del tallo de tres cultivares de crisantemo. Aunque al inicio de la floración en la primera semana disminuyó el crecimiento del tallo y no hubo diferencia entre tratamientos Shumin *et al*, (2000). Estos mismos autores afirman que las cubiertas con concentraciones mayores de color fueron más efectivas en la reducción del crecimiento del tallo de crisantemo, aumentando la concentración de color reduce la transmisión de luz. Por lo tanto, se cree que las cubiertas fotoselectivas reducen la transmisión de luz por encima del 25 % lo cuál no sería factible para la producción comercial del crisantemo. Las cubiertas fotoselectivas no afectaron la antesis, pero redujeron ligeramente el tamaño de la flor.

En un estudio sobre la respuesta de plántulas de lechuga (*Lactuca sativa L.*) al uso de microtúneles con cubiertas fotoselectivas, se encontró que las cubiertas de color amarillo y blanco influyeron favorablemente en el aumento de biomasa en las variables estudiadas, superando a las cubiertas de color transparente. Las plántulas desarrolladas bajo cubierta de color verde presentaron mayor altura, pero estas fueron frágiles y con hojas muy delgadas, o plántulas de mala calidad para trasplante (Robledo *et al*, 2004).

Las cubiertas plásticas tienen influencia favorable en la altura de plántulas de tomate, el tratamiento más sobresaliente fue la cubierta plástica de color blanco, seguido por la cubierta plástica de color lila. En el diámetro de plántulas el mejor tratamiento fue la cubierta plástica de color blanco seguido del color lila. En peso fresco aéreo y peso fresco de raíz el mejor resultado se obtuvo en la cubierta de color blanco. En la variable peso seco aéreo y radicular los mejores resultados fueron en la cubierta plástica de color blanco (Muñiz, 1994).

Bañon *et al.* (2001) trabajando con pepino bajo cubiertas plásticas fotoselectivas encontró que el crecimiento vegetativo de las plantas, fue mayor en las cubiertas de color naranja y magenta con 327.2 y 338.9 cm. respectivamente, mientras que el testigo (película transparente) tuvo un valor de 277.9 cm. Estos valores no tienen un efecto de claro en la producción final ya que el testigo (transparente) y la cubierta magenta produjo el rendimiento máximo total, mientras que en el color naranja arrojó resultados con el rendimiento mas bajo.

En un trabajo de investigación con pepino desarrollado bajo cubiertas plásticas fotoselectivas se encontró que el plástico de color transparente sobresalió en casi todas las variables (biomasa fresca y seca de vástago y raíz) excepto en altura de plántula y acumulación de área foliar. De las cubiertas fotoselectivas la cubierta de color amarillo fue la que sobresalió sobre el resto. En la distribución de biomasa fresca del vástago la cubierta con mayores valores, fue el polietileno de color rojo. Las cubiertas de color transparente y amarilla son las que permiten producir plántulas de pepino con mayor calidad en función de las variables evaluadas (Pérez, 2007).

Cárdenas (2003) estudiando el crecimiento de cuatro híbridos de pepino (*Cucumis sativus*, L.) desarrollados bajo cubiertas plásticas para invernadero mas acolchado y fertirriego. Encontró que en las variables número de fruto y rendimiento, el híbrido Sprint 440 fue el que superó a los tres híbridos restantes.

En un trabajo de investigación con pepino se encontró que los rendimientos en los acolchados variaron entre sí, en el ciclo P-V 2002 los tratamientos más rendidores fueron los APB/N (acolchado plástico blanco sobre negro) y APB (acolchado plástico blanco) que superaron al testigo (50.1 t ha^{-1}) con 22.25 t ha^{-1} (44.35 %) y 22.14 t ha^{-1} (44.13%), respectivamente (García, 2004). Sin embargo en el ciclo P-V 2003 los tratamientos APC (acolchado plástico café) y APB fueron los más rendidores y superaron al testigo (64.90 t ha^{-1}) con 32.26 t ha^{-1} (49.70 %) y 28.37 t ha^{-1} (46.58%). En el ciclo V-O 2003 el tratamiento APB/N y APA fueron los más rendidores y superaron al testigo (28.75 t ha^{-1}) con 12.33 t ha^{-1} (42.88%) y 10.93 t ha^{-1} (38.01%).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización Geográfica del Área Experimental

El presente trabajo se realizó en los terrenos del Departamento de Horticultura, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México; la cual se encuentra situada geográficamente a 25°22' latitud norte y 101°22' longitud oeste, con una altura de 1742 msnm.

Características del Área Experimental.

Según Mendoza (1983) el sitio experimental presenta las siguientes características:

Clima. Clasificado del tipo BWhw (x') (e), el cual es seco y templado con lluvias en verano. La temperatura media anual es de 17.3°C, con una oscilación media de 10.4°C. Los meses más cálidos son Junio, Julio y Agosto con temperaturas máximas de hasta 39°C. Durante enero y diciembre se registran las temperaturas más bajas, de hasta -10.4°C, con heladas regulares en el período diciembre a febrero. La precipitación media anual es de 460.7 mm. Los meses más lluviosos son julio, agosto y septiembre; las lluvias en invierno son moderadas. Lo anterior da como resultado un 64.8% de humedad relativa media anual que se distribuye desigualmente; el verano es la estación de mayor humedad relativa, e invierno y primavera de mayor sequía.

Viento. Los vientos predominantes son del sureste, en casi todo el año, con excepción del invierno donde los del noroeste son predominantes y se presentan con mayor intensidad en los meses de Febrero-Marzo.

Vegetación. La vegetación se encuentra clasificada como matorral desértico rosetófilo, pastizal inducido y natural, matorral chaparral, bosque de pino, bosque de encino y bosque cultivado de pino.

Descripción del Material Experimental

Material Genético

El pepino tipo americano de la variedad alcázar para invernadero, fue el material que se usó en el experimento, dicha variedad pertenece a la casa comercial ENZA ZADEN. Soporta temperaturas frías no extremas, es una planta fuerte, vigorosa y balanceada. Fruto cilíndrico, color verde oscuro, ligeramente con espinas, de 20 a 22 cm de largo, excelente vida de anaquel. Ginoica con casi 100% de floración femenina, tolerante al amarilleo, virus del pepino y cenicilla polvorienta.

Material para la Construcción del Macrotúnel.

A continuación se mencionan los materiales utilizados para la construcción de los macrotúneles, cuyas dimensiones fueron las siguientes, 12 m. de largo por 4 m. de ancho y 2.20 m de altura.

1. Tubos galvanizados de 6.20 m. de longitud y un diámetro de $\frac{1}{2}$ pulgada.
2. Anclas de 1 m. de altura y un diámetro de $\frac{3}{4}$ de pulgada.
3. Tornillos con punta de broca.
4. Taladro
5. Polietileno transparente calibre 6000 y mallas fotoselectivas con un 60% de transmitancia (azul, rojo, negro y blanco).
6. Postes de madera de 2 pulgadas de grosor por 3 m. de altura.
7. Alambre galvanizado de calibre 12.
8. Rafia.
9. Azadón.
10. Trozos de manguera de 1" diámetro.
11. Cinta métrica.
12. Pocera.

Material Para la Medición

- Flexómetro (5 M)
- Vernier
- Balanza analítica
- Estufa de secado LINDBERG/BLUEM
- Navajas
- Portable Area meter Mod. LI 3000 (LI-COR)
- Bolsas estraza (diferentes tamaños)

Diseño Experimental

Los seis tratamientos fueron establecidos bajo un diseño de bloques al azar y tres repeticiones. Teniendo un total de 18 unidades experimentales, cada una constituida por una cama de 12 m. de longitud y una separación de 90 cm. entre camas, ocupando así un área total de 288 m². Para el análisis de datos, el software utilizado fue el de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Tratamientos bajo Estudio

Fueron cinco colores de cubierta, cuatro mallas fotoselectivas, una cubierta de polietileno y un testigo a campo abierto.

- T₁= Malla fotoselectiva de color azul
- T₂= Plástico transparente
- T₃= Malla fotoselectiva de color roja
- T₄= Malla fotoselectiva de color negra
- T₅= Malla fotoselectiva de color blanca
- T₆= Testigo

El estudio de biomasa comprendió el peso fresco y seco de tallo y peso fresco y seco de hoja. Se estimó además el número promedio de hojas por planta, altura de planta, grosor de tallo y área foliar frutos por planta, precocidad y rendimiento total.

Establecimiento del Experimento

En todos los tratamientos se utilizo acolchado de suelo usando un polietileno negro y un sistema de riego con cintilla, la cual también fue utilizada para realizar el

fertirriego del cultivo, la cintilla con goteros cada 20 cm. La siembra se realizó el día 18 de agosto de 2007, en forma manual, el agua de riego provenía de las instalaciones del Departamento de Horticultura, la cual era conducida hacia un depósito y en éste preparadas las mezclas para fertirrigar, posteriormente se condujo el agua por mangueras hasta los macrotúneles.

Preparación del Área Experimental

a) Preparación del Terreno

Por sus características topográficas fue necesaria una nivelación, en donde se realizaron cortes y rellenos de tierra con la finalidad de tener mejor control del agua de riego y de nutrición.

b) Establecimiento de la Estructura

Las dimensiones de cada macrotúnel fue de 12 m. de largo por 4 m. de ancho con orientación N-S, se usaron tubos de $\frac{3}{4}$ de pulgada de diámetro y 1 m. de largo, los cuales se colocaron en los hoyos de 50 cm y se sujetaron con concreto funcionando como anclas, sobre éstos se colocaron tubos de media pulgada de diámetro por 6.20 m. de largo arqueados a manera de semicírculo por medio de una plantilla y después se atornillaron a las anclas. Por encima de los tubos arqueados se colocó otro tubo como soporte y para mantener los arcos equidistantes, el cual posteriormente fue atornillado a estos.

c) Colocación de las Cubiertas

Se realizó una pequeña zanja alrededor de la estructura en la cual se colocó primeramente un polietileno a una altura de 50 cm. sostenido por un alambre galvanizado el cual fue fijado de las anclas, posteriormente en la misma zanja se colocó la cubierta fotoselectiva la cual quedó sujeta con tierra, para quedar finalmente ajustada.

En la parte frontal y posterior de cada macrotúnel fue colocada la malla de cada color, sujeta en los arcos con pequeños trozos de manguera colocados a presión.

d) Colocación de los Tutores

Se utilizaron postes de madera de 3 pulgadas de grosor por 3 m. de altura y alambre calibre 12. En cada macrotúnel se colocaron 3 alambres a una altura de 2 m. uno para cada hilera, y se amarró a los postes previamente colocados a una distancia de un metro en frente de cada macrotúnel a una profundidad de 60 cm. de igual forma fueron colocados en la parte posterior de los macrotuneles. Luego el alambre fue sostenido con rafia a cada uno de los arcos para que soportara el peso de las plantas.

Acolchado

Una vez hechas las camas, se colocaron las cintas de riego por goteo, posteriormente se colocó manualmente la película plástica de color negro la cual se tensó y se ajustó con tierra.

Siembra

Para esta actividad, se colocó una semilla de la variedad comercial alcázar en cada agujero del acolchado, en hilera simple para cada tratamiento. La siembra fue manual y se llevó a cabo el 18 de Agosto de 2007. El material vegetal se colocó a una profundidad de 2 cm y 20 cm de distancia entre planta y planta, la variedad comercial fue Alcazar de la casa comercial ENZA ZADEN.

Riegos

Para el riego por goteo se usó la cintilla T-TAPE, y fue colocada una línea de riego por cada cama o hilera simple. Se usó agua potable de las instalaciones del Departamento de Horticultura, los riegos se aplicaban en función de las necesidades del cultivo que fueron dos horas cada tercer día.

Fertilización

Para todos los tratamientos, la fertilización fue homogénea para no causar diferencia alguna en los resultados del experimento, para ello se aplicó una vez por semana vía riego. La dosis de fertilización (Cuadro 3) fue de la siguiente manera:

Cantidad de fertilizantes a diluir en 1000 L. de agua para tener una solución al 100%.
Manejar un pH de la solución de 5.5.

Otras Labores

Entutorado

Esta actividad se realizó forma manual y consistió en colocar el hilo rafia por cada planta, se sujetó mediante un anillo al tallo por debajo de la primera hoja verdadera y se enredo a la planta pasándolo por cada entrenudo hasta el brote terminal, posteriormente se estiro verticalmente y se amarro al alambre tensado anteriormente. Esta práctica se tuvo que realizar cada tercer día a lo largo del ciclo del cultivo a medida que este crecía.

Cuadro 3. Dosis de Fertilización Para el Cultivo de Pepino, ciclo verano-otoño del 2007.

| FERTILIZANTE | CANTIDAD |
|---------------------|-----------------|
| Ácido fosfórico | 31 ml. |
| Sulfato de potasio | 1000 gr. |
| Sulfato de magnesio | 1230 - 1476 gr. |
| Nitrato de potasio | 750 gr. |
| Nitrato de calcio | 2600 - 3120 gr. |
| Sulfato de fierro | 50 gr. |
| Sulfato de magnesio | 5 gr. |
| Sulfato de zinc | 2 gr. |
| Sulfato de cobre | 2 gr. |
| Bórax | 10 gr. |

Podas

El cultivo se manejo a un solo tallo, esta práctica se realizó cada tercer día a lo largo del ciclo del cultivo, para evitar el desarrollo de tallos secundarios se eliminaron los brotes laterales.

Control de Fitosanitario

Se llevó a cabo de manera preventiva y curativa utilizando productos químicos como: clonicotinilos, Maneb y Mancoceb.

Las principales plagas que se presentaron durante el ciclo del cultivo fueron minador de la hoja (*Liriomiza ssp.*) y mosquita blanca (*Bemisia tabaci*).

La única enfermedad que se presentó fue la Cenicilla de las Cucurbitáceas (*Pseudoperonospora cubensis*).

Para la aplicación de estos agroquímicos se utilizó una bomba con motor de una capacidad de 18 galones.

Deshierbes

Se realizaron en forma manual y de manera periódica, para evitar la competencia con el cultivo y como hospederos alternantes de plagas y enfermedades.

Cosecha

Se llevó a cabo aproximadamente a los 50 días después de la siembra, con la ayuda de tijeras de podar y se colocaron en bolsas de papel estraza para mejor comodidad al evaluar las variables de cosecha.

Variables Bajo Estudio

Las evaluaciones relacionadas con crecimiento y desarrollo se repitieron a cada diez días iniciando la primera el día 28 de Septiembre de 2007.

Para el caso de cosecha se tomaron al azar 10 plantas con competencia completa en un surco, quedando así 10 plantas por tratamiento. Se realizaron 7 cosechas en total, una cada 7 días, iniciando la primera el 10 de Octubre de 2007.

Peso Fresco de Tallo (g)

Las tres plantas tomadas de los tratamientos fueron llevadas al laboratorio en donde se midió el peso fresco de tallos con la balanza, para ello se eliminaron todas las hojas y así se obtuvo un dato promedio.

Peso Seco de Tallo (g)

Una vez separadas las hojas del tallo, se procedió a colocar el tallo en bolsas de papel con sus respectivos datos de identificación del tratamiento y repetición, y por ultimo se colocó en la estufa de secado por 3 días a una temperatura de 65°C. posteriormente se tomaron los datos respectivos y se estimó el promedio.

Peso Fresco en Hojas por Planta (g)

De las tres plantas utilizadas para medir el peso fresco de tallo se procedió a separarlas del tallo con la ayuda de navajas y se pesó con la balanza analítica. Obteniéndose promedios de los datos resultantes.

Peso Seco de Hojas por Planta (g)

Una vez separadas las hojas del tallo, y obtenido el peso fresco fueron colocadas en bolsas con sus datos respectivos; después de haber pasado tres días en la estufa de secado a una temperatura de 65°C, se sacaron de la misma y se pesaron, tomando los datos de la variable reportándose en promedio.

Numero de Hojas por Planta

De las plantas utilizadas para obtener los pesos de biomasa, se cuantificó el número total de hojas por planta, para reportarlas se promediaron los datos.

Área Foliar por Planta (cm²)

En las hojas removidas de los tallos para estimar el peso fresco y seco de hojas, previamente se midió el área, mediante un medidor de área foliar marca LICCOR.

Altura de Planta (cm)

Con la ayuda de una cinta métrica de 5 m de longitud, se tomó la altura comprendiendo del cuello de la planta hasta el brotes apical de la misma y se estimó un promedio.

Diámetro de Tallo por Planta (cm)

Con la ayuda del vernier de alta precisión se tomaron los datos de diámetro o grosor del tallo, fue medido cinco centímetros sobre la base de la planta. Una vez teniendo los datos se estimó un promedio.

Días a Cosecha

Para estimar ésta variable se contaron los días transcurridos desde la siembra hasta la cosecha del primer fruto en cada tratamiento.

Peso de Frutos por Planta (g)

En la cosecha se recolectaron los frutos de diez las plantas previamente marcadas, los criterios para la cosecha del fruto fue cuando estos tenían un color verde oscuro y brillante. Los frutos fueron pesados con una báscula gravimétrica.

Número de Frutos por Planta

De las plantas diez previamente identificadas en las cuales se realizó la cosecha, los frutos cosechados fueron contados y con estos se estimó dicha variable en cada cosecha.

Longitud Promedio de Frutos por Planta (cm)

De los frutos recolectados por planta se midió la longitud de cada fruto con la ayuda de una regla milimétrica de 30 cm .

Diámetro Promedio de Frutos por Planta (cm)

Esta variable fue mediada con la ayuda de un vernier de precisión, dicha medición se tomó de la parte media de cada fruto, se concentraron los datos y se reportó el valor medio.

Peso Total de Frutos por Planta (g)

Teniendo los frutos de las diez plantas identificadas previamente, se pesaron con la ayuda de la báscula analítica fruto por fruto, y se obtuvo la suma total del peso de los frutos.

Análisis Estadístico

El diseño experimental utilizado en esta investigación, fue de bloques al azar con tres repeticiones.

Con los valores medios de cada variable se realizó el análisis de varianza (ANVA), cuyo modelo lineal aditivo fue el siguiente:

$$X_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Para:

$I = 1, 2, \dots, t$ (tratamientos)

$J = 1, 2, 3$ (repeticiones)

$\varepsilon_{ij} \text{ NI } (0, \sigma^2)$

Donde:

X_{ij} = es el valor observado del i -ésimo genotipo en la j -ésima repetición.

μ = media general

τ_i = efecto del i -ésimo tratamiento

β_j = efecto de la j -ésima repetición

ε_{ij} = efecto del error experimental

RESULTADOS Y DISCUSION

Peso Fresco y Seco de Tallo por Planta

El análisis de varianza aplicado a esta variable mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos, indicando que el color de la cubierta, si afecto el contenido de agua en los tallos de las plantas de manera diferente de acuerdo al color de la malla. Además el bajo coeficiente de variación (7.23 por ciento), indica la alta confiabilidad de los resultados obtenidos (Cuadro 4). Sin embargo en el ANVA aplicado a la biomasa seca de tallo no mostró diferencia significativa entre tratamientos (Cuadro 4) indicando que la acumulación de biomasa no fue afectada por el color de la cubierta, probablemente el color de la cubierta si contribuye a tener mayor tamaño celular con mayor contenido de humead, sin embargo la acumulación de biomasa es igual independientemente de que se haya utilizado o no malla o bien independientemente del color de la malla. Como en peso fresco de tallo si se encontraron diferencias entre tratamientos se realizo una comparación de medias utilizando la prueba de Tukey, en la cual se puede observar que el tratamiento con cubierta de polietileno trasparente fue estadísticamente superior en peso fresco de tallo al resto de los tratamientos, superando al tratamiento sin cubierta en mas del 100 porciento, mientras que, solo supero en 37 por ciento al tratamiento 5 el cual consistió en un a cubierta con malla blanca. Este mismo tratamiento superó al testigo en poco mas del 46 porciento. El tratamiento 1, 3, 4 y 6 fueron estadísticamente iguales. (Cuadro 5)

Cuadro 4. Resultados del análisis de varianza aplicado a las variables de peso fresco y peso seco de tallo por planta, UAAAN, 2007.

| Fuente De Variación | Grados de Libertad | C u a d r a d o s M e d i o s | |
|------------------------|-----------------------|---------------------------------|--------------------|
| | | Peso Fresco de Tallo | Peso seco de Tallo |
| Tratamientos | 5 | 1583.673** | 5.715ns |
| Bloques | 2 | 23.867 ns | 1.330ns |
| Error | 10 | 24.917 | 2.698 |
| Total | 17 | | |
| C.V. (%) | | 7.23 | 33.41 |

** = Significativo al 0.01, ns = no significativo, C.V. = Coeficiente de variación

En el túnel de cubierta transparente se tuvo el mayor peso fresco y seco del tallo, probablemente se deba a que en éste se mantuvieron las temperaturas mas altas, que en el testigo o túneles con mallas de colores, ya que el trabajo se desarrollo a partir del mes de agosto, y en septiembre y octubre se presentaron temperaturas mas frescas. Esta condición de mayor temperatura permitió que las plantas continuaran su desarrollo normal y no afectaran el crecimiento del tallo. Los resultados de esta investigación no coinciden con el experimento realizado por Hoyos (1995) porque el obtuvo el mejor comportamiento general, con el polietileno rojo.

El comportamiento manifestado por el peso fresco de tallo, es probable que se deba a las modificaciones de la radiación trasmitida por los filtros plásticos, que determinan cambios en las variables fotosintéticas y en la acumulación de biomasa, ya que la acumulación de biomasa fresca en las plantas se relaciona positivamente con la densidad de flujo fotónico fotosintético bajo las películas y con la asimilación de CO₂ (Benavides et al., 2002).

En relación al peso seco de tallo no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, aunque el tratamiento 2 fue el que tuvo el mayor peso seco con 6.741 gr, superando en 55 por ciento al testigo y en 4% al tratamiento con malla blanca, el cual supero en 49 porciento al testigo. Tanto en peso fresco como en peso seco el tratamiento con malla negra fue el que presento los menores valores, probablemente, porque el uso de ésta malla provocó sombreo que trajo como consecuencia una reducción en la actividad fotosintética, logrando con ello menor acumulación de reservas y reducción en los procesos metabólicos de la planta, al capturar la malla mayor energía, de tal manera que se redujo la radiación que llego a la planta.

Los resultados obtenidos coinciden con los obtenidos por Raygoza (2003) quien no encontró diferencias estadísticas significativas para acumulación de materia seca de tallo al estudiar cuatro cubiertas de polietileno colores.

Cuadro 5. Valores medios de las variables de peso fresco y seco de tallo por planta, en el cultivo de pepino, UAAAN, 2007.

| Tratamiento | Peso fresco (gr) | Peso Seco (gr) |
|--------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| 1.- Malla fotoselectiva azul | 58.833 c | 3.769 |
| 2.- Polietileno transparente | 111.00 a | 6.741 |
| 3.- Malla fotoselectiva roja | 56.583 c | 4.690 |
| 4.- Malla fotoselectiva negra | 51.916 c | 3.484 |
| 5.- Malla fotoselectiva blanca | 80.666 b | 6.480 |
| 6.- Testigo | 55.216 c | 4.339 |
| Media | 69.036 | 4.917 |

Tukey 18.531 con $\alpha = 0.01$

Peso Fresco y Seco de Hojas por Planta

El ANVA aplicado a esta variable, muestra diferencias altamente significativas entre tratamientos para las dos variables (Cuadro 6). Lo anterior indica que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos, concluyendo que la acumulación de biomasa fresca y seca es diferente por lo menos en un tratamiento, con respecto al resto de tratamientos bajo estudio. También, se puede indicar que los resultados son confiables en ambos casos, ya que el coeficiente de variación fue de 11.54 y 17.94 por ciento.

Las diferencias estadísticas observadas en el análisis de varianza, para peso fresco y seco de hojas, indican que la modificación microambiental inducida por el uso de polietileno y mallas plásticas, afectó el comportamiento foliar por lo tanto y a fin de identificar que tratamientos fueron estadísticamente superiores se aplicó una comparación de medias por Tukey a los valores medios obtenidos, cuyo resultados se muestran en la figura 2. En la figura 2 se muestra que el tratamiento dos tuvo el mayor peso fresco y seco de hojas por planta, el cual fue estadísticamente mayor que el resto de los tratamientos.

Cuadro 6. Resultados del análisis de varianza aplicado a las variables de peso fresco y peso seco de hojas por planta, UAAAN, 2007.

| Fuente de Variación | Grados de Libertad | Cuadros Medios | |
|---------------------|--------------------|----------------------|--------------------|
| | | Peso Fresco de Tallo | Peso seco de Tallo |
| Tratamientos | 5 | 12116.193** | 261.292** |
| Bloques | 2 | 68.453 ns | 1.778ns |
| Error | 10 | 278.568 | 10.694 |
| Total | 17 | | |
| C.V. (%) | | 11.54 | 17.94 |

** = Significativo al 0.01, ns = no significativo, C.V. = Coeficiente de variación

En peso fresco el tratamiento dos supero en un 133 por ciento al tratamiento testigo y en 126 por ciento en peso seco de hoja, este mismo tratamiento supero al tratamiento 5 en 53 por ciento en peso fresco y 72 por ciento en peso seco, aun y cuando el tratamiento cinco ocupo el segundo valor mas alto, y el tratamiento cinco fue 52 por ciento mayor en peso fresco que el tratamiento testigo y 31 por ciento mayor en peso seco que el testigo. En el caso del tratamiento con uso de mallas negras fue el que presento la menor acumulación de peso fresco y peso seco de hojas, por lo tanto el uso de mallas negras en la región en los meses de agosto en adelante no se recomienda su uso en el cultivo de pepino, a pesar de ser una de las mallas mas usadas en la construcción de casa-sombras para la producción de hortalizas.

El mayor peso fresco de hojas lo tuvo el tratamiento 2, por lo que el incremento de esta variable en peso, se le puede atribuir al efecto de mayor temperatura y por las radiaciones azules y rojas que deja atravesar la cubierta transparente, por lo que lo obtenido en éste trabajo coincide con lo citado por Bidwell (1990), quien menciona que son importantes los efectos de la calidad de la luz en procesos como crecimiento de tallo, tamaño de hojas, enraizamiento, etc., además de que esta cucurbitácea necesita de temperaturas altas no solo para su etapa en plántula si no también para su desarrollo, crecimiento y producción. Además de lo antes indicado Según algunos investigadores como Domínguez (2005), Willians (1965) indican que la cubierta transparente demuestra que la producción de materia seca está relacionada con la

cantidad de radiación interceptada por los cultivos y esta cubierta permite la transmisión y conservación de mayor radiación y el paso de diferentes longitudes de onda.

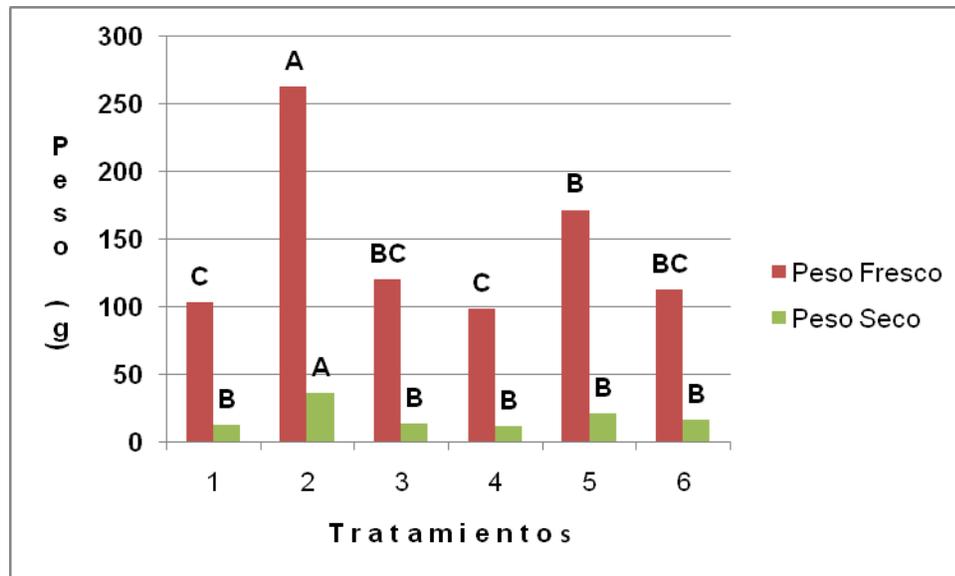


Figura 2. Valores medios de las variables peso (gr) fresco y seco de hojas en el cultivo de pepino desarrollado bajo cubiertas plásticas fotoselectivas, Saltillo Coahuila, 2007.

Número de Hojas por Planta y Área Foliar por Planta

El Análisis de varianza aplicado al número de hojas por planta y área foliar por planta, muestra diferencias altamente significativas entre tratamientos, indicando que estas variables respondieron de una forma diferencial al color de las cubiertas utilizadas, indicando que por lo menos una tuvo una respuesta estadísticamente diferente del resto (Cuadro 7). En el mismo análisis de varianza se observa que los coeficientes de variación son bajos indicando que existe confiabilidad en los resultados obtenidos.

A fin de identificar los tratamientos estadísticamente superiores, se aplicó la prueba de Tukey al número promedio de hojas por planta, encontrando que el tratamiento 2 fue el que tuvo el mayor número de hojas (23.33), superando en 8 al tratamiento testigo, el cual fue estadísticamente igual al resto de los tratamientos.

Cuadro 7. Resultados del análisis de varianza aplicado a las variables, numero de hojas y área foliar por planta en el cultivo de pepino, UAAAN, 2007.

| Fuente De Variación | Grados de Libertad | Cuadros Medios | |
|------------------------|-----------------------|---------------------|-----------------|
| | | No. de hojas/planta | Área por planta |
| Tratamientos | 5 | 37.297** | 6232544** |
| Bloques | 2 | 0.329 ns | 384736ns |
| Error | 10 | 1.192 | 325467.2 |
| Total | 17 | | |
| C.V. (%) | | 6.71 | 17.95 |

** = Significativo al 0.01, ns = no significativo, C.V. = Coeficiente de variación

El mayor número promedio de hojas por planta se vio favorecido por la influencia de la cubierta de polietileno de color transparente, esto puede deberse a sus propiedades del material, como una alta transmisión de la luz visible y poder de difusión de luz (eliminación o reducción de sombras). Esta mayor trasmisión de luz favoreció un ambiente de mayor temperatura con la cual se favorece el mayor desarrollo de las plantas y procesos metabólicos, y por lo tanto mayor número de hojas por planta. Puesto que las funciones mas importantes en el desarrollo de plantas, se deben a la energía luminosa; la luz además de intervenir en la fotosíntesis interviene en el fotoperiodo, fototropismo, crecimiento de los tejidos floración, etc. (Hernández, 1993; Torres, 1994). Lo obtenido en este trabajo no coincide con los resultados obtenidos por Sánchez (2005), quien encontró que el mayor número de hojas en plantas de lechuga se presentó en la cubierta de color amarillo y no en el transparente como en este caso.

Al aplicar la comparación de medias a la variable área foliar en el cultivo de pepino se encontró que las plantas desarrolladas bajo la cubierta de polietileno tuvieron la mayor área foliar con 5705.711 cm², el cual fue estadísticamente igual al tratamiento 5, ver Figura 3.

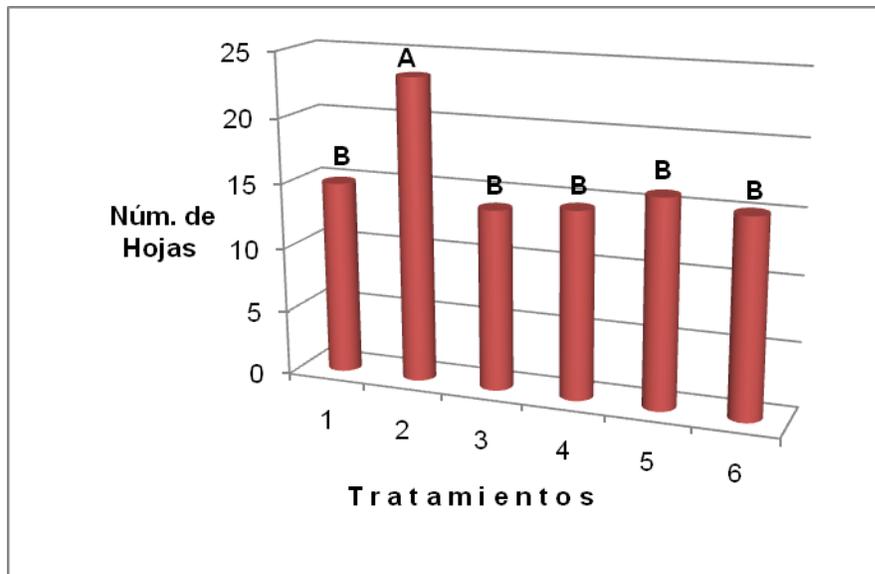


Figura 3. Número de hojas por planta en el cultivo de pepino desarrollado bajo mallas fotoselectivas, UAAAN, 2007.

El tratamiento con la cubierta transparente supero en área foliar (5705.71 cm^2) en mas del 200 por ciento al tratamiento testigo y en 43 al tratamiento con malla blanca que tuvo un valor de (3972.85 cm^2), este tratamiento supero en 136 por ciento al tratamiento testigo, que fue el tratamiento que presento el valor mas bajo (Figura 4). Los tratamientos 1, 3, 4 y 5 fueron estadísticamente iguales.

Similarmente a lo señalado anteriormente con las variables ya analizadas en este caso las condiciones microclimáticas mas favorables presentadas en los túneles con cubierta de polietileno, tuvieron la mayor área foliar. Lo cual probablemente contribuyo a tener una mayor fotosíntesis que llevo a las plantas desarrolladas bajo esta condición microambiental a tener un mejor comportamiento en términos generales. Aunque lo obtenido en este trabajo no coincide con los resultados obtenidos por Hoyos (1995), quien encontró, que en pepino el mejor comportamiento para acumulación de área foliar se presentaba en el plástico de color rojo. Tampoco hay relación con lo reportado por Pérez (2007) encontró que en plántulas de pepino la mejor cubierta para esta variable fue la de color amarilla, aunque es necesario aclarar que en el presente caso no son cubiertas de polietileno, es el uso de mallas y una cubierta de polietileno.

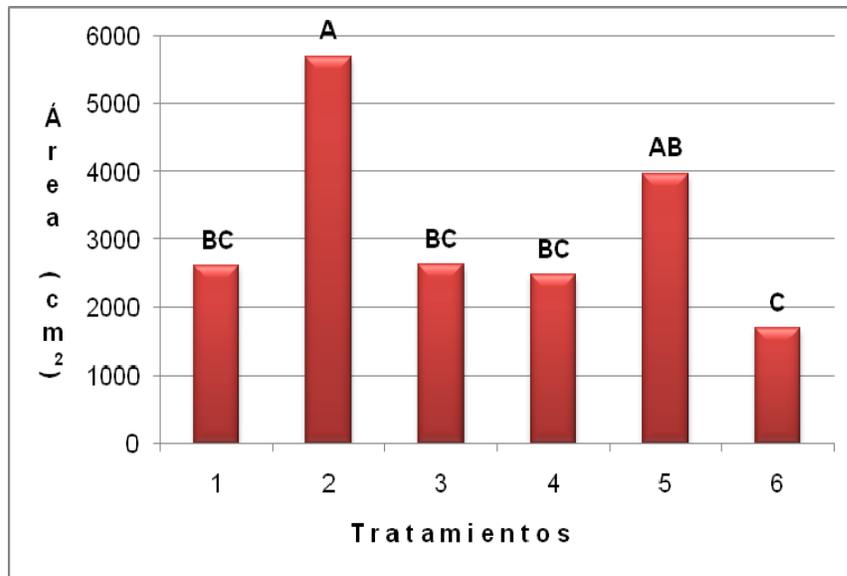


Figura 4. Área foliar por planta (cm²) en el cultivo de pepino desarrollado bajo mallas fotoselectivas, UAAAN, 2007.

Altura de Planta y Diámetro de Tallo

El ANVA realizado con las variables antes indicadas exhibió diferencias altamente significativas en ambos casos por lo tanto se puede indicar que el color de las cubiertas si afecto de manera significativa la altura y diámetro de tallo (Cuadro 8). No se encontraron diferencias significativas entre repeticiones, por lo tanto no se justifica el bloqueo y se pudo utilizar un diseño completamente al azar, además se tuvieron coeficientes de variación muy bajos indicando una alta confiabilidad de los resultados obtenidos.

Se realizó una comparación de medias, mediante la aplicación de la prueba de Tukey y se encontró que la cubierta de color transparente fue la que tuvo la mayor altura (164.87 cm.), superando al testigo (98.33cm) en un 67 por ciento y superando en un 32 por ciento al tratamiento con la segunda mayor altura, que fue el tratamiento 5 (macrotúnel con malla blanca). Estos tres tratamientos fueron estadísticamente diferentes, como se muestra en la figura 5. Con el uso de la malla negra se tuvo uno de los valores mas bajos, indicando que el uso de las mallas de color negro no es lo mas adecuado, por lo menos en el cultivo de pepino en el periodo de agosto a noviembre, sin embargo es uno de los colores mas frecuentemente utilizados en siembras comerciales.

Cuadro 8. Resultados del análisis de varianza aplicado a las variables, altura de planta y diámetro de tallo en el cultivo de pepino, UAAAN, 2007.

| Fuente De Variación | Grados de Libertad | Cuadrados Medios | |
|---------------------|--------------------|------------------|-------------------|
| | | Altura de planta | Diámetro de tallo |
| Tratamientos | 5 | 1770.887** | 0.03838** |
| Bloques | 2 | 3.242 ns | 0.00077ns |
| Error | 10 | 29.495 | 0.00079 |
| Total | 17 | | |
| C.V. (%) | | 4.56 | 3.53 |

** = Significativo al 0.01, ns = no significativo, C.V. = Coeficiente de variación

En un trabajo realizado por Cárdenas (2003), usando cultivares de pepino bajo condiciones de invernadero y acolchado plástico, no encontró diferencias estadísticas significativas. Por su parte Ortiz (2007) trabajando con plántulas de no encontró diferencias estadísticamente significativas en altura de plántula, al usar cubiertas de polietileno de colores. Aunque numéricamente el color transparente fue el que indujo la mayor altura, con respecto a los demás tratamientos, teniendo similitud de resultados con lo encontrado en este experimento.

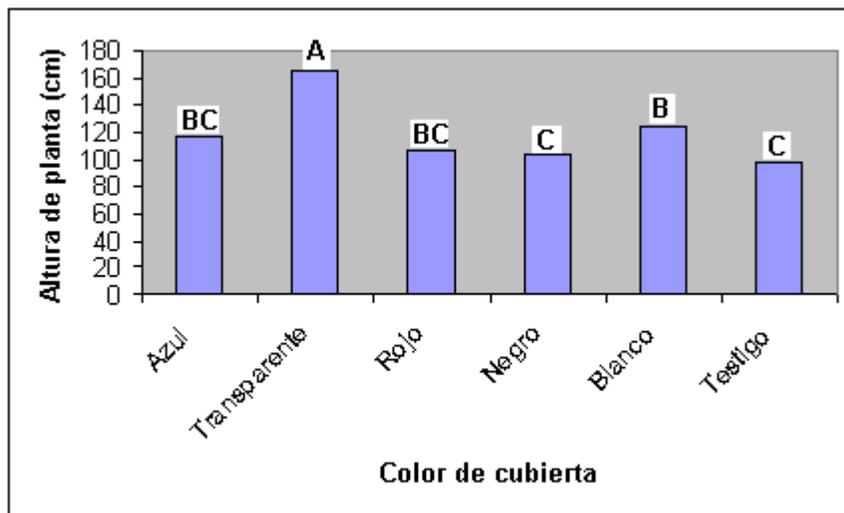


Figura 5. Altura de planta (cm) en el cultivo de pepino desarrollado bajo mallas fotoselectivas, UAAAN, 2007.

En la prueba de rango múltiple aplicada a los valores medios de grosor de tallo se encontró que el tratamiento 2 y 6 fueron estadísticamente iguales, mientras que el tratamiento 1 y 3 presentaron el menor diámetro de tallo (Figura 6) y estos fueron estadísticamente iguales al tratamiento 4.

Los resultados de esta variable pueden deberse a que el macrotúnel con cubierta transparente presentó alta trasmittancia y por lo tanto alta temperatura lo cual contribuyó a tener una variable con alto valor, en cambio en el caso del testigo probablemente tuvo un alto valor debido a que estas plantas sufrieron mayor variación de las condiciones climáticas, entre ellas temperatura, humedad relativa, viento y luz.

Lo encontrado en esta variable guarda estrecha relación con lo obtenido por Ortiz (2007) quien encontró diferencias significativas entre cubiertas selectivas siendo el mejor tratamiento la cubierta transparente para grosor de tallo, aunque el trabajó con plántulas. Hoyos (1996) también trabajó con pepino encontró y encontró, que el tratamiento con mayor diámetro del tallo fue el que tuvo la cubierta transparente, coincidiendo con los resultados obtenidos en este trabajo.

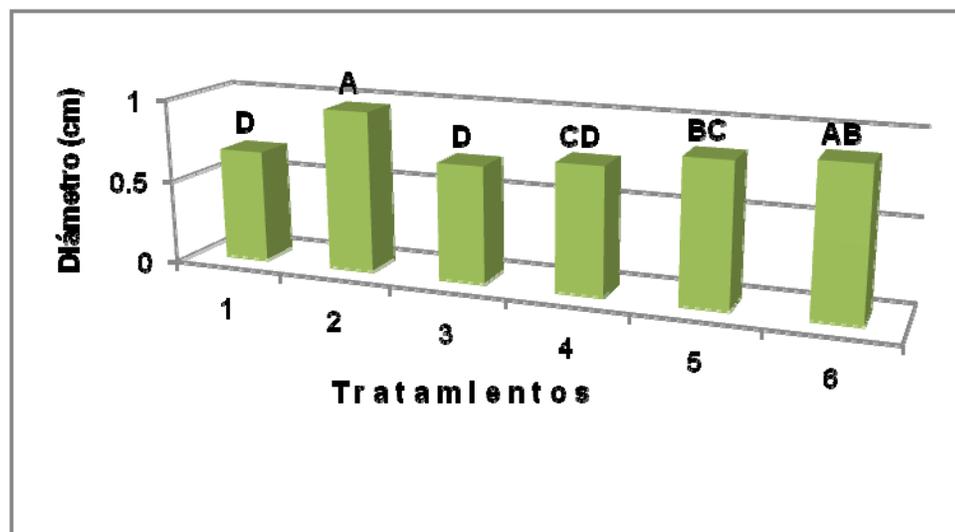


Figura 6. Diámetro de tallo (cm) en el cultivo de pepino desarrollado bajo mallas fotoselectivas, UAAAN, 2007.

Días a Cosecha

Se realizó el ANVA a esta variable y se encontraron diferencias altamente significativas para ésta variable (Cuadro 9), lo cual muestra que con el uso una película de polietileno como cubierta, se aceleró el desarrollo del cultivo de tal manera que la cosecha se adelantó en 18 días en comparación con el tratamiento más tardío. Además se tuvo un coeficiente de variación muy bajo (4.64%), indicando que se tiene una alta confiabilidad de los resultados obtenidos. A fin de estimar que tratamientos fueron más precoces estadísticamente, se realizó una comparación de medias mediante la prueba de Tukey, cuyo análisis muestra que los tratamientos 2 y 6 fueron estadísticamente iguales, mientras que el tratamiento 1 se comportó como el más tardío y estadísticamente diferente de los dos anteriores (Figura 7). Probablemente las mayores temperaturas registradas dentro del macrotúnel con cubierta de polietileno fue el factor determinante para lograr mayor precocidad, pero en el caso de del tratamiento seis, probablemente los cambios más fuertes en las en el ambiente sin cubierta fue lo que indujo la precocidad del cultivo. Por su parte el túnel de color blanco y el tratamiento sin cubrir también fueron iguales estadísticamente, otro caso similar sucedió con el T3, T4, T5, tardándose más tiempo a cosecha las plantas de pepino dentro del macrotúnel de color azul.

Cuadro 9. Resultados del análisis de varianza aplicado a la variable, días a cosecha en el cultivo de pepino, UAAAN, 2007.

| Fuente De Variación | Grados de Libertad | Cuadros Medios |
|------------------------|-----------------------|-------------------|
| | | Días a cosecha |
| Tratamientos | 5 | 208.97** |
| Bloques | 2 | 18.375 |
| Error | 10 | 8.575 |
| Total | 17 | |
| C.V. (%) | | 7.23 |

** = Significativo al 0.01, ns = no significativo, C.V. = Coeficiente de variación

Una posible explicación por la que el T2 superó al resto de los tratamientos, puede ser que formó un ambiente adecuado para que las plantas llevaran a cabo el desarrollo fisiológico de manera más rápida, en este proceso se observó que la temperatura jugó un papel importante puesto que estaba en función de la mayor entrada de luz, por las propiedades de la cubierta, teniéndose como resultado tasas mayores de fotosíntesis dando como consecuencia la precocidad.

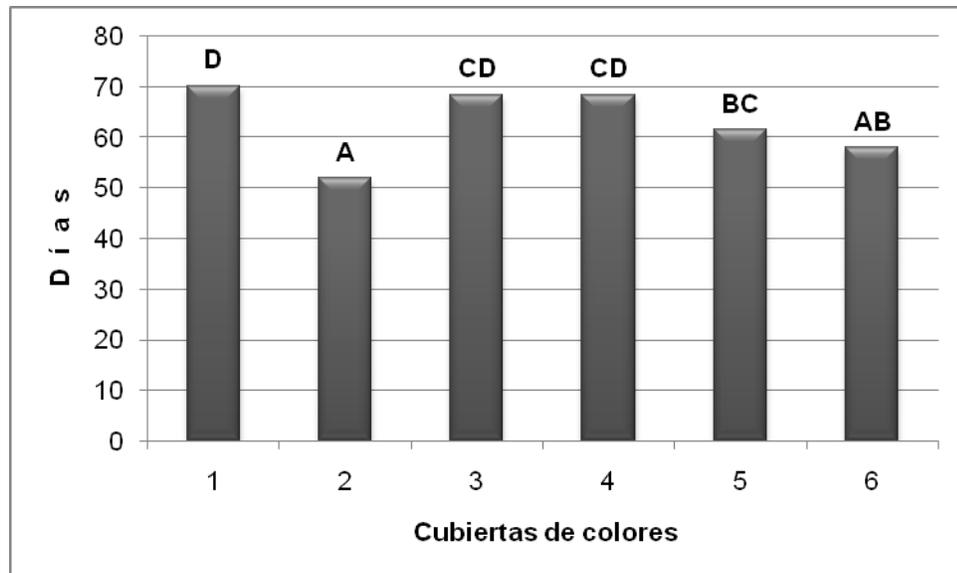


Figura 7. Días a cosecha de fruto en el cultivo de pepino desarrollado bajo mallas fotoselectivas, UAAAN, 2007.

Peso Promedio de Frutos y Frutos por Planta

El ANVA aplicado a estas dos variables también mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos, indicando como en los casos anteriores que estas variables si fueron afectadas de manera significativa por los tratamientos bajo estudio (Cuadro 10). Lo anterior es debido a que el uso de mallas de colores alteran el microambiente dentro de cada color de macrotúnel de manera diferencial, induciendo cambios estadísticamente significativos en las plantas desarrolladas dentro de éstos.

El coeficiente de variación es bajo, indicando que el muestreo fue realizado de manera adecuada y que gran parte de la variación del experimento es adecuadamente explicada por las fuentes de variación, dando confiabilidad del análisis.

Cuadro 10. Resultados del ANVA aplicado a las variables peso promedio de frutos y frutos por planta del cultivo de pepino, UAAAN, 2007.

| Fuente De Variación | Grados de Libertad | C u a d r a d o s M e d i o s | |
|------------------------|-----------------------|-------------------------------|----------------------|
| | | Peso promedio de fruto | Frutos por planta |
| Tratamientos | 5 | 3670.149** | 28.563** |
| Bloques | 2 | 125.166 | 0.427 |
| Error | 10 | 669.933 | 0.629 |
| Total | 17 | | |
| C.V. (%) | | 7.86 | 12.21 |

** = Significativo al 0.01, ns = no significativo, C.V. = Coeficiente de variación

La comparación de los pesos promedios de fruto mediante la prueba de Tukey (Cuadro 11), muestra que el tratamiento donde se uso malla de color azul fue el que presento el mayor peso promedio de fruto, aunque este fue estadísticamente igual al tratamiento con cubierta de polietileno, el tratamiento uno supero en un 24 porciento al tratamiento testigo. Los tratamientos 2, 3, 4, 5 y 6 fueron estadísticamente iguales.

La razón por la que la cubierta de color azul superó a todos los tratamientos probablemente se deba a las modificaciones de los principales factores que influyen en la formación y desarrollo del fruto, tal como se menciona en reportes donde se indica que las cubiertas de colores tienen influencias directas en el desarrollo de las plantas y rendimiento, primeramente atribuido a la modificación de la luz en torno a la planta (Kasperbauer, 1992).

La comparación de medias aplicada al número de frutos por planta muestra que el tratamiento 2 fue estadísticamente diferente del resto de los tratamientos y en segundo lugar quedo el tratamiento 2, mientras que el resto de los tratamientos fueron estadísticamente iguales (Cuadro 11). El tratamiento 6 o testigo fue el que tuvo la menor cantidad e frutos por planta, probablemente debido a que los factores ambientales indujeron mayores condiciones de estrés sobre las plantas de éste tratamiento.

Cuadro 11. Valores medios de las variables, peso de fruto y frutos por planta del cultivo de pepino, UAAAN, 2007.

| Tratamiento | Peso de fruto (gr) | Frutos por planta |
|--------------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 1.- Malla fotoselectiva azul | 374.93 A | 5.11 C |
| 2.- Polietileno transparente | 356.77 AB | 10.96 B |
| 3.- Malla fotoselectiva roja | 327.51 B | 4.18 C |
| 4.- Malla fotoselectiva negra | 310.88 B | 5.78 C |
| 5.- Malla fotoselectiva blanca | 304.72 B | 8.54 B |
| 6.- Testigo | 300.94 B | 4.47 C |
| Media | 1975.75 | 39.04 |

Tukey 18.531 con $\alpha = 0.01$

Longitud y Diámetro Promedio de Frutos por Planta

El análisis de varianza aplicado a los valores medios de longitud y diámetro de fruto, muestra diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos (Cuadro 12), lo cual indica la modificación ambiental generada por el uso de macrotuneles cubiertos con mallas fotoselectivas, si influyeron de manera altamente significativa sobre la longitud y diámetro del fruto, y los coeficientes de variación se consideran muy bajos lo cual indica la confiabilidad de los resultados, de igual manera se indica que las fuentes de variación explican adecuadamente la variación que existió en éstas variables.

La comparación de los valores medios de la longitud de fruto muestra que el tratamiento uno fue el que presento el mayor valor y solo fue estadísticamente diferente de los tratamientos 5 y 6, de estos el tratamiento 6 (testigo) fue el que presento el menor valor (Cuadro 13). Igualmente en cuanto al diámetro de fruto, el mayor valor fue observado en los túneles con malla de color azul y este tratamiento fue estadísticamente igual a los tratamientos 2, 3, 4 y 5, pero diferente estadísticamente del tratamiento 6. Lo anterior indica que con el uso de cubiertas de color azul es posible obtener frutos de mayor tamaño tanto en longitud como en diámetro, y por lo tanto estas características son importantes desde el punto de vista de comercialización.

Cuadro 12. Resultados del análisis de varianza aplicado a las variables, longitud y diámetro de fruto en el cultivo de pepino, UAAAN, 2007.

| Fuente De Variación | Grados de Libertad | C u a d r a d o s M e d i o s | |
|------------------------|-----------------------|---------------------------------|----------------------|
| | | Longitud de Fruto | Diámetro de Fruto |
| Tratamientos | 5 | 5.702** | 0.2394** |
| Bloques | 3 | 0.072ns | 0.1359ns |
| Error | 15 | 0.693 | 0.0363 |
| Total | 23 | | |
| C.V. (%) | | 4.09 | 3.79 |

** = Significativo al 0.01, ns = no significativo, C.V. = Coeficiente de variación

La respuesta observada en la longitud del fruto obtenido en el túnel de color azul, puede deberse a que presenta propiedades refractométricas que permiten una mayor elongación celular, dando como resultado mayor tamaño de fruto, lo cual no se manifestó en tratamientos como el testigo o con el uso de mallas blancas, las cuales presentaron valores muy semejantes al testigo. Este trabajo guarda relación con lo obtenido por Linares (1992) que al evaluar las películas plásticas encontró que durante el desarrollo vegetativo de la planta, la longitud de la misma, diámetro de tallo, número de hojas y área foliar se incrementa al utilizar plásticos para acolchado del suelo y cubierta de invernadero. Sin embargo el uso de una película de polietileno permite mantener condiciones climáticas más adecuadas para el desarrollo del cultivo. El efecto de esta cubierta quedó reflejado en el experimento realizado con cubiertas de colores. Los frutos tenían un diámetro aceptable rasgo que permite una longitud buena y se distinguían fácilmente, de los demás. Por su parte Raygoza (2003) afirma que cuando los frutos se mantienen con un diámetro aceptable en el tiempo de cosecha, significa que tiene buena presentación en el mercado ya que la calidad es importante.

Trabajos similares se han realizado utilizando cubiertas fotoselectivas de polietileno, obteniendo Utrera (1992) y Serna (1996), resultados similares al usar cubiertas selectivas, de color negro y transparente en el cultivo del melón, ellos encontraron un aumento considerablemente en el diámetro del fruto en comparación con tratamientos de otros colores.

Cuadro 13. Valores medios de las variables, longitud de fruto y diámetro de fruto en el cultivo de pepino, UAAAN, 2007.

| Tratamiento | Longitud de Fruto (cm) | Diámetro de Fruto (cm) |
|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 1.- Malla fotoselectiva azul | 22.129 A | 5.401 A |
| 2.- Polietileno transparente | 21.168 AB | 5.148 AB |
| 3.- Malla fotoselectiva roja | 20.555 AB | 5.049 AB |
| 4.- Malla fotoselectiva negra | 19.987 AB | 4.991 AB |
| 5.- Malla fotoselectiva blanca | 19.471 B | 4.896 AB |
| 6.- Testigo | 18.818 B | 4.673 B |
| Media | 20.354 | 5.02 |

Peso Total de Frutos por Planta

Tomando en cuenta los datos del ANVA aplicado a esta variable, se observa que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos, indicando que el cultivo respondió de manera estadísticamente diferente a los colores de cubierta. No se encontraron diferencias significativas entre repeticiones y el coeficiente de variación fue bajo, indicando la alta confiabilidad de los resultados obtenidos. Así mismo el tratamiento dos o tratamiento cubierto con película de polietileno fue el que tuvo el mayor peso de fruto por planta con un rendimiento de 2.403 kg lo cual representa un rendimiento aproximado a 72.8 ton/ha, resultando superior en un 222 por ciento al tratamiento testigo (22.6 ton /ha). Los tratamientos 1, 3, 4 y 5 fueron estadísticamente iguales (Figura 8). Los mayores rendimientos probablemente fueron debidos a que en los macrotuneles con cubiertas de polietileno permitieron condiciones de temperatura y humedad relativa más adecuadas que favorecieron procesos metabólicos básicos para la acumulación de fotosintatos.

El mayor rendimiento obtenido además se puede atribuir a que la cubierta transparente, que permite la mayor entrada de luz en comparación con otras cubiertas y por tener el poder de reflexión entre 15 y 20%; según esto la transparencia del polietileno está comprendida entre el 70 y 85%, es decir; dentro del túnel se percibe un 15 y 30% menos de luz que en el exterior. Así también el color blanco que fue el segundo en rendimiento, esto puede ser por que no permite el paso de luz directa, debido a la difusión de la luz por la capa blanca. Esta cubierta refleja un porcentaje importante de la radiación incidente, lo cual permite que la temperatura por lo general sea más fresca.

Los resultados de este trabajo coinciden con los obtenidos por Mohd *et al.* (1987) quienes encontraron en pimiento, un aumento en el rendimiento temprano y total al usar cubiertas de polietileno transparente y blanco, además mayor altura de planta, masa fresca y mayor número de ramas por planta. Del mismo modo Ibarra *et al* (1996) quienes trabajando con microtúneles, encontraron un aumento en el rendimiento temprano y total y mayor área foliar de plantas, al usar microtúneles combinado con película plástica.

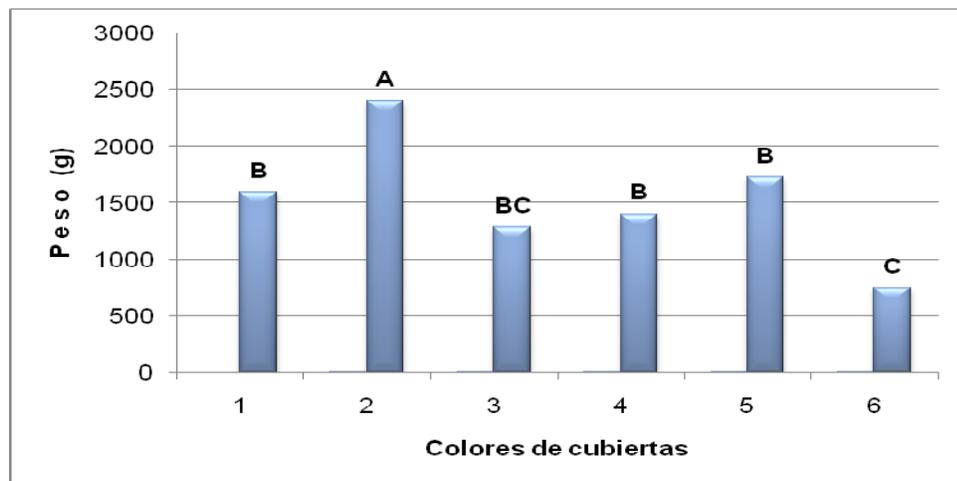


Figura 8. Peso total de fruto por planta en el cultivo de pepino desarrollado bajo mallas fotoselectivas, UAAAN, 2007.

CONCLUSIONES

En el cultivo de pepino la producción de fruto se ve favorecida con el uso de una cubierta de polietileno en comparación con el uso de mallas.

El uso de cubiertas afecta favorablemente la acumulación de materia fresca en comparación con tratamientos sin cubierta.

El uso de mallas de color blanco es el color mas adecuado para el desarrollo y producción de fruto en el cultivo de pepino.

El uso de una malla azul favorece características de calidad como tamaño de fruto al lograr tener frutos de mayor longitud y diámetro.

Las mallas de color negro son las más frecuentemente usadas, sin embargo no son las más adecuadas para lograr altos rendimientos y calidad de fruto.

LITERATURA CITADA

- Álvarez, R. Deysi. 2006. Influencia de Películas Fotoselectivas en la Acumulación de Biomasa y Calidad de Trasplantes de Calabacita (*Cucurbita pepo* L.). Tesis de Licenciatura. Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro. Buenavista Saltillo, Coahuila, México.
- Benavides M., A.; Ramírez R.H.; Robledo T., V.; Hernández D. J. 2002. Punto de compensación fotosintético y su correlación con la biomasa de espinacas bajo películas de polietileno. *Agrofaz.2* (2): 127- 134.
- Bidwell, R. G. S. 1990. *Plant Physiology*. Ed. MacMillan Publishing Co., Inc. New York. 643 p.
- Cárdenas, L. Bersain., 2003. Análisis de Crecimiento de Cuatro Híbridos de Pepino (*Cucumis sativus*, L.) Cultivados Bajo Condiciones de Invernadero con Acolchado y Fertirriego. Tesis de Licenciatura. Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro. Buenavista Saltillo, Coahuila, México.
- Castaños C., M. 1993. *Horticultura. Manejo Simplificado*. 1a Edición en español. Editorial Universidad Autónoma Chapingo. México, D.F. Pág. 151.
- Catalina, F., Santamaría, R., Salmerón, A and Espi, E. 2000. Filmes fotoselectivos agrícolas para el control de la fotomorfogénesis de los cultivos. *Revista Plásticos Modernos* 80. No. 531: 290-97.
- Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria. *Monografía del Pepino 2007*. Gobierno del Estado de Veracruz.
- Consulta de bases de datos de producción mundial y comercio internacional de Pepino. Página web. <http://apps.fao.org/faostat>.
- Dominguez R., A. 2005. Uso de cubiertas Fotoselectivas para la Producción de Plántulas de Hortalizas. Tesis de Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

- Escobar, J. 1993. El pepino holandés. Información general del cultivo de pepino (Internet).
- Flores, P. M, Bimbo B. 2001. Invernadero. AgroRed noviembre 2001, año III N.- (30). Pag. 22,23,26.
- García, A. N. Ricardo., 2004. Efecto del acolchado plástico de diferentes colores en el crecimiento vegetativo y rendimiento en el cultivo de pepino (*cucumis sativus L.*) en tres ciclos. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista Saltillo, Coahuila, México.
- Hernández D., J., V. R. Torres, A. B. Mendoza, J. F. Velásquez. 1993. producción de trasplantes de brócoli (*Brassica oleracea var. Itálica L.*) con cubiertas fotoselectivas. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México.
- Hoyos E., P. 1995. Parámetros de Calidad en Plántulas Hortícolas. II Jornadas Sobre Semillas Hortícolas. Ed. Dirección General de la Producción Agraria 35/96. Congresos y Jornadas, Almería, España. 278 p.
- Ibarra J.L., Fernández B. J., Rodríguez H. A., Reyes L. A., Díaz P.J. Hernández M. J. y Farías L. J. 1996 Influencia del acolchado y microtúnel en el microclima y rendimiento de pimiento morrón y melón . Revista Fitotecnia Mexicana Vol. 23: 1-15.
- Ipesa. Río Chico S. A. Plásticos Agron, plásticos para invernadero Sevilla España www.ipesa.com.ar.
- Kasperbauer, M.J. 1992. Phytochrome regulation of morphogenesis in green plant: From the Beltsville spectrograph to colored mulch in the field photochem. Photobiol. 56; 823-832.
- Linares, L. C. 1992. Efecto del Acolchado de Suelos en la Movilización de Nutrimientos en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus, L.*), Bajo Condiciones de Invernadero. Tesis de Licenciatura. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. México.
- Mendoza H., J. M. 1983. Diagnóstico Climático para la zona de Influencia Inmediata a la UAAAN.

- Mohd, K., J. M. Gerber, and W. E. Spittstoesser. 1987. Row tunnel effects on growth yield and fruit quality of bell pepper. Proc. National Agricultural Plastic Congress. pp 152- 158.
- Montbrun, N.; Rastelli, V.; Montbrun D., F.; Bousa A., S. Memorias del IV Congreso Latinoamericano de Energía Solar, Ambiente e Innovación Tecnológica Celebrada en el mes de septiembre de 1999. Univ. Simón Bolívar, Caracas, Venezuela. Pp 1 - 10.
- Munguía L, J., Quezada R y Zermeño A 2002, Relationship Between the Changes in the energy balance components and the muskmelon stomatal resistance under plastic mulch conditions. 15th International Congress for Plastics in Agriculture and the 29th National Agricultural Plastics Congress. American Society for Plasticulture. Hershey, Pennsylvania, USA.
- Muñiz V., A. 1994. Producción de Planta de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo Cubiertas Plásticas de Colores. Tesis de Licenciatura. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Ortiz, V. J., David. 2007. Efectos de Plásticos Foselectivos en la Producción de Plántulas de Melón (var. Top Mark).UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Pérez, P. D. Franco. 2007. Evaluación de Plántulas de Pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo Cubiertas Plásticas Foselectias en Macrotúneles. Tesis de Licenciatura. Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro. Buenavista Saltillo, Coahuila, México.
- Raygoza, L. Ma. Del Rosario., 2003. Componentes de Rendimiento de Cuatro Híbridos de Pepino (*Cucumis sativus* L.) Cultivados Bajo Condiciones de Invernadero y Acolchado. Tesis, Licenciatura. UAAAN. Buenavista Saltillo, Coahuila, México.
- Robledo de P. Felix. L.M. Vicente. 1988. Aplicación de los Plásticos en la Agricultura. Segunda edición. Editorial MUNDIA –PRENSA. Madrid, España.
- Robledo T. V., Hernández D. J., Benavides M. A., Ramírez M. H., Ramírez G. F. 2004. El uso de plásticos de colores sobre la producción de lechuga (*Lactuca sativa* L.). UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México.

- Robledo T., V., Hernández D. J., Benavides M. A., Ramírez M. H., Ramírez G. F. (2002). El uso de cubiertas plásticas de colores sobre la producción de lechuga (*Lactuca sativa* L.). *Revista Agrofaz* 2:45-50.
- S, Bañón. W., Rajapakse, Nihal., C. 2001. Cubiertas plásticas fotoselectivas determinando el comportamiento agronómico del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.). *HortTechnology*. Volumen 11 (4) Oct-Dic 2001.
- Sánchez, V., F. 2005. Estudios en plántulas de Lechuga desarrolladas en microtúneles con Cubiertas Plásticas Fotoselectivas. Tesis de Licenciatura UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- SEP, 1997. Cucurbitáceas. 3ª Edición. Editorial Trillas. México D. F.
- Serna, A.R.M. 1996. Influencia de las Películas Fotodegradables sobre el Cultivo del Melón (*Cucumis melo* L.) bajo Condiciones de Fertirriego. Tesis de licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah, Méx.
- Serrano C., Z. 1990. Técnicas de invernadero. PAO Suministros gráficos, S. A. Sevilla, España.
- Shumin, Li.; Rajapakse, Nihal.; C. 2000. Comportamiento de cubiertas plásticas fotoselectivas que absorben el rojo lejano (RF) y afectan tanto en crecimiento como en floración del Crisantemo (*Chrysanthemum morifolium* Ramat.). *HortScience*, Vol. 38 (2), Abril 2000.
- Siap.sagarpa.gob.mx. Servicio de Información y Estadísticas Agroalimentaria y pesquera SIAP, SIACON, Anuario Agrícola por Municipio, SAGARPA. Consulta de indicadores de Producción Nacional de Pepino 2003.
- Syngenta. 2006. Catalogo de productos agroquímicos, Semillas y Variedades de Hortalizas. Syngenta, S. A. de C. V. México.
- USITC Dataweb 2007. <http://www.ams.usda.gov/standards/vegfm.htm> Boletín N° 1, marzo 2007.
- Utrera , D.V 1992. Respuesta del cultivo del Melón (*Cucumis melo* L.), a la aplicación foliar y productos hormonales. Tesis de licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah, Méx.

Valadez, L. A. 1998. Producción de Hortalizas, Editorial Limusa. México, D.F.

Whitaker, T. W. and Davis, G. N. 1962. Cucurbits. Botany, cultivation and Utilization.
Leonard Hill Books, Ltd. England.