

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE INGENIERIA

DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE



**Evaluación del desarrollo fenológico de pimiento morrón
(Capsicum annum L.) var. Capistrano, en diferentes
cubiertas plásticas para invernadero**

Realizado por:

JUAN DE DIOS CASTILLO SÁNCHEZ

TÉSIS

Presentada como Requisito parcial para obtener el

Título de:

Ingeniero Agrónomo en Irrigación

Buenavista Saltillo; Coahuila, México.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE INGENIERIA

DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE

**Evaluación del desarrollo fenológico de pimiento morrón
(*Capsicum annuum* L.) var. Capistrano, en diferentes
cubiertas plásticas para invernadero.**

TÉSIS

Realizada por:

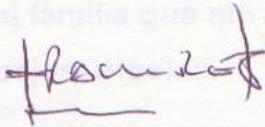
JUAN DE DIOS CASTILLO SÁNCHEZ

Que somete a consideración del H. jurado examinador como requisito para obtener
el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

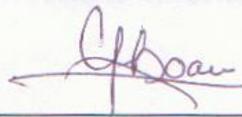
Aprobado por:

Asesor Principal



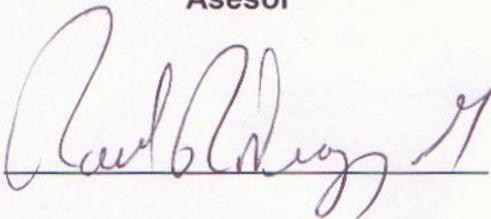
M.C. Luis E. Ramírez Ramos

Asesor



M.C. Boanerges Cedeño Rubalcava

Asesor



Dr. Raúl Rodríguez García

Asesor



M.C. Gerardo Sánchez Martínez

COORDINADOR DE LA DIVISION DE INGENIERIA



Coordinación de Ingeniería
Dr. Raúl Rodríguez García

DEDICATORIAS

Esta tesis esta dedicada a mis padres, Jesús Castillo Rivera y Oralia Sánchez Rebolloza, les agradezco su apoyo y su confianza en mi. Soy afortunado por contar siempre con su amor, comprensión y ejemplo. En todo momento los llevo conmigo, esta tesis es suya.

Agradezco a mis hermanos:

Teresa de Jesús y Jesús Alejandro

Por la compañía y el apoyo que me brindan. Se que cuento con ellos siempre.

A toda mi familia que me apoyo incondicional en todo momento, por sus consejos, gracias.

A mi novia Lizbeth por su cariño y apoyo, gracias por todo este tiempo.

AGRADECIMIENTOS

A ti Dios que me diste la oportunidad de vivir y de regalarme una familia maravillosa.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y el Departamento de Riego y Drenaje, a sus maestros y el personal que labora que de alguna manera aportaron un valioso tiempo de enseñanza y herramientas para mi formación como profesionista.

Al Centro de Investigación en Química Aplicada, por el apoyo brindado para la realización de esta investigación, en especial al Departamento de Agroplásticos.

A Industrias de Culiacán S.A de C.V. , CONACYT y Fondo de Innovación Tecnológica Secretaria de Economía, por los recursos que aportaron para el desarrollo del proyecto.

MC Boanerges Cedeño Rubalcava, por darme la oportunidad de trabajar en este trabajo de investigación, por la confianza, sugerencias y disponibilidad brindada para la revisión del presente trabajo de tesis.

MC Luis E. Ramírez Ramos, Dr. Raúl Rodríguez García y MC. Gerardo Sánchez Martínez por su participación en la revisión del trabajo de tesis.

MC Juanita Flores Velásquez, por la ayuda en las mediciones y manejo del equipo de área foliar y en las mediciones de materia seca,

Al MC Eduardo Treviño López y al Ing. Felipe Hernández Castillo por la ayuda en el establecimiento del experimento, colocación de túneles y preparación del terreno así como en el manejo del equipo de fertirrigación

A mis amigos Azucena, Carlos Alan, Erick, José Manuel, Gerardo, Gabriel, Rosalio, René, Virginio, Vicente y Xavier Iván por todos los buenos momentos que convivimos.

INDICE DEL CONTENIDO

| | |
|--|----|
| AGRADECIMIENTOS | iv |
| RESUMEN..... | 1 |
| INTRODUCCION | 3 |
| OBJETIVOS..... | 6 |
| HIPOTESIS..... | 6 |
| PALABRAS CLAVE | 7 |
| II. REVISION DE LITERATURA | 8 |
| 2.1 Importancia económica a nivel mundial del cultivo del pimiento | 8 |
| 2.2 Situación en América | 10 |
| 2.3 Origen..... | 10 |
| 2.4 Taxonomía..... | 10 |
| 2.5 Descripción botánica:..... | 12 |
| 2.6 Requerimientos climáticos y edafológicos del cultivo. | 14 |
| 2.6.1 Exigencias climáticas y ambientales | 14 |
| 2.6.2 Suelo | 14 |
| 2.6.3 Temperatura | 14 |
| 2.6.4 Humedad relativa..... | 15 |
| 2.6.5 Luminosidad..... | 15 |
| 2.6.6 Fertilización..... | 16 |
| 2.6.7 Fertirrigación | 16 |
| 2.6.8 Riego | 17 |
| 2.7 Aplicación de plásticos en la agricultura | 18 |
| 2.7.1 Importancia de plasticultura | 18 |
| 2.7.2 Acolchado del suelo..... | 19 |
| 2.8 Plásticos Coextruidos:..... | 19 |
| 2.9 Plásticos flexibles | 20 |
| 2.9.1 Propiedades básicas..... | 20 |
| 2.9.2 Propiedades físicas de los plásticos | 20 |
| 2.10 Degradación de los materiales plásticos..... | 21 |
| 2.11 Propiedades ópticas de los plásticos utilizados en la agricultura | 22 |
| 2.12.1 Películas de polietileno (PE) | 26 |

| | |
|---|----|
| 2.12.1.1 Tipo de polietileno:..... | 26 |
| 2.12.2 Copolimero de etileno y acetato de vinilo (EVA) | 28 |
| 2.12.3 Características de los plásticos tri-capa | 30 |
| 2.12.4 Policloruro de vinilo (PVC) | 32 |
| 2.13 Producción En Invernadero | 32 |
| 2.13.1 Justificación de la producción en invernadero..... | 33 |
| 2.13.2 Condiciones que proporciona el invernadero a la planta | 34 |
| III. MATERIALES Y METODOS..... | 35 |
| 3.1 Localización del sitio experimental | 35 |
| 3.1.1 Clima | 35 |
| 3.1.2 Suelo | 36 |
| 3.2 Diseño experimental..... | 36 |
| 3.3 Establecimiento del experimento | 36 |
| 3.3.1 Siembra del almacigo | 36 |
| 3.3.2 Material vegetativo..... | 37 |
| 3.3.3 Preparación del terreno | 37 |
| 3.3.4 Acolchado del suelo..... | 37 |
| 3.3.5 Trazo del experimento | 39 |
| 3.3.6 Sistema de riego | 40 |
| 3.3.6 Microtúneles..... | 40 |
| 3.3.7 Trasplante | 40 |
| 3.3.8 Tutorado | 40 |
| 3.3.9 Riego | 40 |
| 3.3.10 Fertilización..... | 41 |
| 3.4 Variables evaluadas | 41 |
| 3.4.1 Parámetros de observación: | 41 |
| 3.4.1.1 Área foliar (AF)..... | 41 |
| 3.4.1.2 Diámetro de tallo (DT) | 42 |
| 3.4.1.3 Altura de la planta (AP) | 42 |
| 3.4.1.4 Rendimiento | 42 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 43 |
| 4.1 DIÁMETRO (DT) | 43 |
| 4.2 ALTURA DE PLANTA (AP)..... | 51 |

| | |
|--|----|
| 4.3 ÁREA FOLIAR (AF) | 57 |
| 4.4 Rendimiento en kg/m ² | 63 |
| V CONCLUSIONES | 67 |
| BIBLIOGRAFIA | 69 |

RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló en terrenos del Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA), durante el ciclo primavera- verano del 2008 en Saltillo, Coahuila México. El objetivo de la investigación fue evaluar la influencia de diferentes cubiertas plásticas en el desarrollo fenológico del cultivo de pimiento morrón (*Capsicum annum* L.) var. Capistrano.

El experimento consto de 22 tratamientos y un testigo, los cuales fueron C1, C2, C3, C4, C5, IC1, IC2, IC3, IC4, IC5, IC6, IC7, IC8, IC9, IC10, IC11, IC12, IC13, IC14, IC15, IC16, IC17 Y TGO.

El diseño experimental que se utilizo fue bloques al azar, en 11 tratamientos, 2 formulaciones diferentes para cada tratamiento y un testigo, con tres repeticiones para cada uno respectivamente. En total se tendrán 72 unidades experimentales para cada muestreo del cultivo.

En cada uno de los tratamientos las variables a evaluar fueron área foliar, altura de planta, diámetro de tallo y rendimiento. Se realizaron tres evaluaciones en las siguientes fechas 31-julio, 25-agosto y 1-octubre.

En la variable de diámetro de tallo los tratamientos que tuvieron mejor respuesta fueron el IC7, IC16 y IC17 con 2.02, 2.0 y 1.77 cm respectivamente, lo cual nos indica que a lo largo del ciclo del pimiento estas cubiertas proporcionan las condiciones adecuadas para el aumento considerable de diámetro.

En altura de planta los tratamientos con mejor respuesta fueron IC7, C2, IC2, IC11, C4 y IC15 con valores de 61.33, 58.66, 58.66, 57.0, 54.66 y 50.33 cm.

En la variable de área foliar los mejores tratamientos fueron IC2, IC7 y IC16 ocupando el primer, segundo y tercer lugar con valores de 5952.06, 5452.06 y 5351.81 cm², mientras que el resto de las cubiertas para la última evaluación disminuyeron la cantidad de área foliar presente en la planta.

En cuanto a rendimiento el mejor tratamiento fue el IC8 con 4.4 kg/m², seguido por los tratamientos IC1, IC7, IC2, IC6 y IC5 que se encontraron dentro de un rango de valores que van de 3.84 a 4.10 kg/m². El TESTIGO obtuvo un rendimiento de 2.07 kg/m², el cual fue el menor en comparación con el resto de los tratamientos.

El tratamiento IC7 fue uno de los mejores tratamientos obteniendo los valores más altos en las variables de altura, área foliar, rendimiento y diámetro.

El tratamiento IC2 fue el segundo mejor coincidiendo en las variables de altura de planta, área foliar y rendimiento.

El tratamiento IC16 solo coincidió entre uno de los mejores en las variables de diámetro y área foliar.

Palabras clave: Cubiertas plásticas para invernadero, pimiento morrón, (CIQA) primavera- verano del 2008, área foliar, altura de planta, diámetro de tallo y rendimiento.

INTRODUCCION

La producción de chile a escala mundial se localiza principalmente en China, México, Turquía, España, Estados Unidos, Nigeria e Indonesia. En los últimos 10 años, esa producción, se ha incrementado gradualmente en México a una tasa de crecimiento anual promedio de 6.26% para un acumulado durante el periodo 1992-2001 de 56.3% (AGUILLAR, 2006).

Las superficies dedicadas al cultivo de los distintos tipos de variedades varía considerablemente en cada país, en función de los usos y costumbres, volumen y destino de las exportaciones, etc., dominado en los países africanos y asiáticos los tipos picantes, en los países de la Europa occidental los tipos dulces, en los de Europa oriental tienen gran importancia los de tipo paprika o para pimentón y en América tanto los picantes como dulces.

En general, se observa que a nivel mundial el pimiento es el quinto cultivo hortícola en cuanto a superficie cultivada, debajo del tomate, cebolla, sandía y coles; y el octavo en cuanto a producción total (Nuez et al 1996).

En México los datos de la SAGARPA muestran que las producciones de pimiento y especias con mucha mayor presencia en los mercados de exportación, representa aproximadamente un 20% de la superficie pero sobre todo llevan la delantera en las aplicaciones de tecnología y rendimiento (Rodríguez, 2002).

La aplicación de materiales plásticos en las actividades agrícolas a partir de los años 40's y 50's inicia una evolución que modifico profundamente el curso de la producción tecnificada de frutas, hortalizas y plantas ornamentales. Las películas plásticas para acolchado de suelos, cubiertas de invernadero, mallas de sombreo, antigranizo y anti-insectos, generalmente se utiliza en la combinación de otras tecnologías como el riego por goteo, totalmente indispensable en el acolchado (Ítems, 2002).

Un sistema de agroplasticultura bien diseñado y manejado conlleva ventajas inmediatas como la precocidad de la producción, aumentando en el rendimiento y calidad del producto, posibilitando además un control más racional de las plagas y enfermedades (Benavides, 2002).

En México el uso de invernaderos con películas plásticas se enfoca principalmente en algunos cultivos con mayor importancia económica, ya que por sus altos rendimientos, son los que cubren los altos costos de producción. Por otro lado las cubiertas plásticas de un invernadero tienen el efecto de crear un microclima en el interior, que permite un buen desarrollo de las plantas en épocas cuyas condiciones climáticas no son óptimas para la planta.

Uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta, cuando se construye un invernadero destinado al cultivo del pimiento, es el que se refiere a los materiales de cubierta, ya que de ello dependerá la mayor o menor eficacia en la consecución de un buen balance térmico.

La característica básica que debe reunir cualquier material de cubierta y que determina la importancia de su efecto invernadero quedan definidas por su buena transparencia a la radiación solar global o de longitud de onda corta (380-3000 nanómetros) y su máxima capacidad de retención de las radiaciones térmicas o caloríficas de longitud de onda larga (mayor de 3000 nanómetros) que son emitidas por la cubierta vegetal, la estructura del invernadero y el suelo (matallana y montero 1989).

Los materiales de cubierta mas utilizados en los invernaderos de pimiento son los plásticos de película o lamina flexible, destacando dentro de los polietilenos de baja densidad (LPDE), el polietileno de larga duración y el termoaislante. También se utilizan aunque en menor medida los copolimeros de acetato de etileno y vinilo (EVA).

Los polietilenos termoaislantes contienen aditivos que confieren a la lámina propiedades estabilizadoras de la acción ultravioleta de la luz del sol. Permite además una menor protección térmica, al ser parcialmente opacos a las radiaciones infrarrojas de longitud de onda larga o calorífica, evitándose a los problemas de inversión térmica. A las ventajas de un buen efecto termoaislante (con solo un 13% de transmitancia) unen su buena transmisión global de la luz (83%) y la producción de una adecuada luz difusa, con una dispersión del 55%.

OBJETIVOS

- Determinar el comportamiento del pimiento bajo diferentes cubiertas de invernadero.
- Determinar cual cubierta aporta las mejores condiciones para el desarrollo óptimo del pimiento.

HIPOTESIS

Se espera que al menos una de las cubiertas aporte las mejores condiciones al cultivo de pimiento incrementando el rendimiento y presente algún efecto en el desarrollo vegetativo del cultivo.

PALABRAS CLAVE

PIMIENTO MORRON

INVERNADERO

CUBIERTAS PARA INVERNADERO

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Importancia económica a nivel mundial del cultivo del pimiento

El cultivo de pimiento, presente prácticamente en la totalidad de las zonas templadas y cálidas del mundo, ocupa el quinto lugar en cuanto a superficie cultivada y el octavo considerando la producción total, dentro de los cultivos hortícolas (Nuez, Gil Ortega y Costa, 1996). Dicha importancia se origina porque el chile ocupa el 15.3 % de la superficie cosechada entre las principales hortalizas y genera el 11.7% del volumen total hortícola (cuadro 2.1). El consumo per cápita del chile es de 25 kg anuales. En 1995 se exportó 175.7 millones de dólares, de los cuales 108.8 millones fueron para pimientos y 67.1 millones fueron para los diferentes tipos de chile (Randolph, 1996).

Cuadro 2.1 Área cultivada y producción a nivel mundial de las principales hortalizas (Anuario FAO, 1991)

| Hortaliza | Área cultivada (1.000ha) | Producción (1.000t) |
|-----------------|--------------------------|---------------------|
| Tomate | 2.833 | 69.145 |
| Cebolla | 1.886 | 27.977 |
| Sandia | 1.875 | 28.943 |
| Coles | 1.683 | 36.649 |
| Pimiento | 1.107 | 9.145 |
| Pepino | 920 | 13.619 |
| Guisante verde | 798 | 4.856 |
| Melón | 717 | 12.182 |
| Calabazas | 676 | 7.933 |
| Zanahoria | 613 | 13.511 |

El continente que tiene mayor extensión de terreno dedicada al cultivo del pimiento es Asia, donde se concentra más de la mitad de la superficie destinada a este cultivo.

Destacan países como China, Indonesia y Turquía, con el primer, segundo y quinto lugar respectivamente en el ranking mundial respecto a la superficie cultivada. El segundo continente en importancia en cuanto a superficie cultivada es Africa, seguida muy cerca por Europa. En Africa destacan principalmente Nigeria, ocupando en tercer lugar en el escalafón mundial seguido por Ghana, Argelia, Túnez y Egipto, mientras que en Europa son España, ex-Yugoslavia, Italia, Rumania, Hungría y Bulgaria los principales productores. En América los países con una mayor superficie son México y USA.

Cuadro 2.2 Producción mundial de pimientos verdes (Salunkhe, Kadam, 2004).

| Continente/País | Producción(1.000tm) |
|------------------------|----------------------------|
| Mundial | 10.63 |
| China | 2.977 |
| Turquía | 965 |
| Nigeria | 900 |
| México | 760 |
| España | 673 |
| Indonesia | 440 |
| Italia | 314 |
| República de Corea | 270 |
| Estados Unidos | 260 |
| Argelia | 215 |
| Egipto | 190 |
| Países Bajos | 171 |
| Hungría | 130 |

2.2 Situación en América

En América los principales países productores son México y EE.UU., con un 48 y 34% de la producción total del continente, respectivamente.

En México la superficie sembrada en 1991 fue de 39.000 ha, con una producción de 416.000 t. los rendimientos han aumentado de 8.700kg/ha a 10.667kg /ha.

En EE.UU. se cultivan unas 22.000 ha con una producción de 260.000 t. los cinco estados mas importantes en la producción son Florida, California, Texas, New Jersey y North Carolina.

En Sudamérica destacan por su producción total Argentina (88.000t), Chile (35.000t), y Venezuela (32.000t), con rendimientos en torno a 11.000-13.000 kg/ha. Paraguay y Perú cultivan alrededor de 3.000 ha con un rendimiento de unos 5.000 kg/ha.

2.3 Origen

Parece ser que el pimiento es originario de América del Sur, y como sucedió también con el tomate, los navegantes españoles lo introdujeron en España posiblemente en un principio como planta ornamental más que para cultivarla (Camacho,2003,b).

2.4 Taxonomía

Todas las formas de pimiento, chile o ají utilizadas por el hombre pertenecen al genero *capsicum* .El nombre científico del genero deriva del griego: según unos autores de *kapsó* (Picar), según otros *kapsakes* (capsula).este género se incluye en la extensa familia de las solanáceas:

La clasificación botánica del pimiento morrón (Janick, 1965) es la siguiente:

División: *tracheophyta*.

Subdivisión: pteropsida.

Clase: *Angiosperma*.

Subclase: *Dicotyledoneae*.

Orden: *Solanaceales*.

Familia: *Solanáceas*.

Género: *Capsicum*.

Especie: annum

2.5 Descripción botánica:

Planta

Herbácea perenne, con ciclo de cultivo anual de porte variable entre los 0.5 metros (en determinadas variedades de cultivo al aire libre) y más de 2 metros. (Pilatti y Favaro, 1999; Valadez, 1996).

Sistema radicular:

Pivotante y profundo (dependiendo de la profundidad y la textura de suelo), con numerosas raíces adventicias que horizontalmente pueden alcanzar una longitud comprendida entre 50 centímetros y 1 metro (Guenko, 1983).

Tallo

Pozo (1983), establece que el tallo tiene un aspecto semileñoso, que se ramifica al menos unos 20 cm sobre la superficie del suelo. Con un crecimiento limitado y erecto herbáceo, subleñoso, cilíndrico o prismático de 30 a 120 cm de altura, varía según la variedad y zonas. De acuerdo a Guenko (1983), los tallos tienden a lignificarse cuando la planta alcanza una cierta edad.

Hoja

Entera, lampiña y lanceolada, con un ápice muy pronunciado (acuminado) y un peciolo largo y poco aparente. El haz es glabro (liso y suave al tacto) y de color verde más o menos intenso (dependiendo de la variedad) y brillante. El nervio principal parte de la base de la hoja. La inserción de las hojas en el tallo tiene lugar de forma alterna y su tamaño es variable en función de la variedad, existiendo cierta correlación entre el tamaño de la hoja adulta y el peso medio del fruto (Martínez, 1999)

Flor

Las flores son sencillas, hermafroditas presentando un color blanco, pecioladas y aparecen en las axilas, y partes terminales de las ramas; estas miden mas de 5mm de longitud, el cáliz es campanulado ligeramente dentado, de aproximadamente de 2mm de longitud, generalmente alargado cubriendo la parte basal de los frutos, campanulada dividida de 5 o 6 mide de 8 a 15 mm de diámetro, presenta 5 o 6 estambres insertados cerca de la base de la corola, las anteras son anguladas, dehiscentes longitudinalmente; el ovario es bilocular, pero a menudo multilocular bajo domesticación , el estilo es simple, blanco o purpura, el estigma es capitado. La fecundación que presenta este cultivo es totalmente autógama no superando el 10% de alogamia. (SARH, 1994).

Fruto

Baya hueca, semicartilaginosa y deprimida, de color variable (verde, rojo, amarillo, naranja, violeta o blanco); algunas variedades van pasando del verde al anaranjado y al rojo a medida que van madurando. Su tamaño es variable, pudiendo pesar desde escasos gramos hasta 500 gramos. (Martínez, 1999).

Las semillas

Se encuentran insertadas en una placenta cónica de disposición central. Son redondas, ligeramente reniformes, de color amarillo pálido y longitud variable de entre 3 y 5 centímetros (Valadez, 1996)

2.6 Requerimientos climáticos y edafológicos del cultivo.

2.6.1 Exigencias climáticas y ambientales

Los factores ambientales son fundamentales en toda producción agrícola, ya que son los que determinan la mayor o menor floración y como consecuencia la posibilidad de un buen amarre de fruto (Muñoz y Castellanos, 2003).

2.6.2 Suelo

Salunkhe y kadam y (2004), Afirman que los pimientos verdes pueden cultivarse en cualquier tipo de suelo, pero el mejor es un suelo bien drenado franco arcilloso. En los suelos franco-arenosos pueden cultivarse con éxito si se hace un estercolado fuerte. Un pH del suelo entre 6.0 y 6.5 se considera ideal; sin embargo pueden cultivarse en suelos con un rango de pH de 5-9. Ricos con un contenido de materia orgánica del 3-4% (Martínez, 1999).

2.6.3 Temperatura

Se trata de una planta muy exigente en cuanto a temperatura. En la etapa de crecimiento la temperatura óptima es de 20 a 25° C siendo la mínima de 14° C y la máxima de 35° C. En el cuajado la temperatura óptima es de 25° mientras que la mínima sube hasta 18-20° C y la máxima permanece en el límite de 35° C. HELADA: Se hiela a 0° C. cero vegetativo: Detiene su crecimiento por debajo de 10° C y por encima de 35° C. Si la humedad relativa ronda el 70% puede aguantar hasta 40° C. (Del Castillo et. al, 2004).

Cuadro2.3 Temperaturas de cultivos

Cuadro2.3 Temperaturas de cultivos

| Especies | T ^a mínima °C | | T ^a optima °C | | T ^a germina. °C | | T ^a máxima. °C | H. R. |
|------------------|--------------------------|-----------|--------------------------|-------|----------------------------|---------|---------------------------|-------|
| | Letal | Biológica | Día | Noche | Mínima. | Optima. | Días | Días |
| Pimiento | 0/4 | 10-12 | 22- 28 | 16-18 | 12-15 | 25-30 | 28-32 | 65-70 |
| Tomate | 0/2 | 8-10 | 22-26 | 13-16 | 9-10 | 25-30 | 26-30 | 55-60 |
| Berenjena | 0/2 | 9-10 | 22-26 | 15-18 | 13-15 | 25-30 | 30-32 | 65-70 |
| Col China | 0/-5 | 3-5 | 17-20 | 12-15 | 8-10 | 15-25 | 30-32 | 65-70 |
| Melón | 0/2 | 12-14 | 24-30 | 18-21 | 10-13 | 20-30 | 30-34 | 70-90 |
| Sandía | 0/2 | 10-13 | 24-30 | 18-21 | 10-12 | 20-30 | 30-34 | 65-75 |
| Injertos | 0/2 | 10-13 | 24-30 | 20-25 | - | 25-30 | 30-35 | 85-90 |

(Camacho, 2003, b)

2.6.4 Humedad relativa

En periodo de crecimiento admite HR superiores a 70%. Pero en periodo de floración y cuajado la humedad relativa óptima está entre el 50-70%. Con humedades superiores se corre el riesgo de padecer enfermedades aéreas y dificultan la fecundación. La coincidencia de altas temperaturas y baja humedad relativa puede ocasionar la caída de las flores y de frutos recién cuajados (Cano, 1994).

2.6.5 Luminosidad

Poco exigente en fotoperiodo (horas luz), siempre que la intensidad de la luz sea alta. Muy exigente en intensidad, sobre todo en periodo de floración. Temperatura sin luminosidad provoca ahilamiento, caída de flor y gran producción de forraje (Del Castillo et. al, 2004).

2.6.6 Fertilización

En general, el pimiento es un cultivo con necesidades altas de nitrógeno en su fase de crecimiento. Los dirigidos a comercialización en verde mantienen el nivel exigente de nitrógeno, mientras que los dirigidos a rojo lo disminuyen. Es importante tener en cuenta que un exceso de nitrógeno provocará un alto desarrollo vegetativo con expulsión de flores y frutos recién cuajados.

Del Castillo et. al, 2004 recomiendan fertirrigar con equilibrios 1-1-1 desde cuajado de flores hasta poco antes de la recolección y con equilibrio de 1,5-0,5-1,5 en recolección. Estos equilibrios se corregirán según se destine a fruto verde o rojo. La dosis, también a modo orientativo, será de 1 gramo de abono soluble por litro de agua para aguas de 1 mS/cm de conductividad eléctrica (Ce). Esta dosis podría variar cuando se disponga de aguas con menor conductividad o suelos muy permeables.

2.6.7 Fertirrigación

En los cultivos protegidos de pimiento el aporte de agua y gran parte de los nutrientes se realiza de forma generalizada mediante riego por goteo y en función del estado fenológico de la planta así como del ambiente en que ésta se desarrolla (tipo de suelo, condiciones climáticas, calidad del agua de riego, etc.).

En cultivo en suelo y en enarenado el establecimiento del momento y volumen de riego vendrá dado básicamente por los siguientes parámetros:

- Tensión del agua en el suelo (tensión mátrica).
- Tipo de suelo (capacidad de campo, porcentaje de saturación).
- Evapotranspiración del cultivo.
- Eficacia de riego (uniformidad de caudal de los goteros).

- Calidad del agua de riego (a peor calidad, mayores son los volúmenes de agua, ya que es necesario desplazar el frente de sales del bulbo de humedad)(INFOAGRO,)

2.6.8 Riego

La mayoría de estas especies exigen un suelo constante húmedo durante todo su desarrollo, la falta de agua se caracteriza por follaje verde oscuro y por la caída de las hojas, estas irregularidades en los riegos favorecen la necrosis apical de los frutos. La frecuencia de los riegos varia en función de las condiciones climáticas del lugar y el tipo de suelo (Cano, 1994).

El primer riego debe hacerse inmediatamente después del trasplante. Riegos ligeros a intervalos de 2-3 días ayudan al establecimiento de las plantas. Posteriormente el riego debe hacerse a intervalos de 6 a 8 días; En invierno, debe hacerse a intervalos de 8 a 10 días. Los riegos frecuentes disminuyen el rendimiento significativamente (. Salunkhe y. Kadam, 2004).

Somos, citado por Nuez et. al, (1996), sugiere mantener al suelo a una capacidad de campo del 70%, para un rendimiento técnico-económico óptimo.

En un experimento realizado en dos temporadas en Santiago se verificó la importancia de un buen riego para evitar el ataque del hongo *Phytophthora capsici*. Los mejores resultados se lograron al regar por un surco profundo (30 cm) y trasplantando en la parte superior del camellón. La cantidad óptima de agua fue de 0,7 veces la evaporación de bandeja (Ortega, 1990).

2.7 Aplicación de plásticos en la agricultura

El plástico en agricultura se utiliza en invernaderos, macro túneles, micro túneles, acolchados y, mallas principalmente. La ventaja del empleo de los invernaderos son: posibilidades de obtener más de un ciclo de cultivo al año, precocidad en los frutos, producción fuera de época, aumento en la calidad y rendimiento, ahorro de agua y fertilizantes, mejora el control de insectos y enfermedades (Guzmán y Sánchez, 2002).

2.7.1 Importancia de plasticultura

El impacto generado por los constantes cambios climatológicos a través del tiempo está impulsando cada día más el desarrollo de la agricultura protegida. La implementación de las técnicas de plasticultura, entre las que se encuentran el acolchado de suelos, y la fertirrigación, responden a la necesidad de dar solución a problemas nutrimentales, así como también al manejo eficiente de los recursos naturales (agua y suelo) que permitan incrementar los rendimientos y mejorar la calidad de los productos.

Los cultivos que mayor demanda tienen de tecnología en agroplasticultura son aquellos de alta rentabilidad destinados tanto para consumo en fresco como a la industria que buscan colocarse en los mercados de exportación y su implementación se logra en cultivos determinados respondiendo a necesidades de abastecimiento básico (Papaseit et al, 2001).

Los cultivos manejados de forma intensiva (acolchado plástico, riego por goteo, fertirrigación, invernaderos, etc.) tienen una capacidad de síntesis de biomasa muy importante: en plena producción, estas plantas pueden fabricar el equivalente de su peso fresco cada dos días (la composición de la hoja varía muy lentamente en relación con la velocidad de crecimiento) (Burgueño, et al. 1994).

En el país se requiere de un aumento de en su utilización debido a la creciente necesidad de optimizar los recursos agua, suelo, planta, nutrientes, etc., conseguible mediante la cobertura plástica del suelo (Ibarra y Rodríguez, 1997).

2.7.2 Acolchado del suelo

El uso de acolchado plástico, se utiliza para dar mayor precocidad a los cultivos, al producir un aumento de la temperatura del suelo. También favorece la retención de humedad, al disminuir la evaporación y el control de malezas, al impedir la entrada de la luz. Según sea el color del plástico, difieren los efectos. A su vez, el uso de esta técnica está influenciada por el sitio geográfico y la época del año en que se aplica (Alvarado, 1990).

2.8 Plásticos Coextruidos:

La combinación de colores de acolchados coextruidos le da diferentes características para el uso de la agricultura. Algunos mantienen la temperatura del suelo más bajo en verano y otros aumenta la temperatura del suelo en primavera. La combinación de estos colores hace más efectivo el uso de algunos colores como es el caso del acolchado blanco/negro que impide el crecimiento de malas hierbas, por que no permite el paso de luz; la reflexión de la capa blanca aporta luz extra a la planta que produce altos rendimientos y precocidad, ya que; evita el riesgo de quemaduras de la planta, frutos y repele algunos insectos (Solplas, 2002).

2.9 Plásticos flexibles

Son materiales sintéticos, compuestos generalmente por moléculas orgánicas con un elevado peso molecular. Son termoplásticos, es decir, permiten ser sometidos a diferentes ciclos térmicos pudiendo ser fundidos y solidificados tantas veces sea necesario. Son materiales ligeros, de fácil transporte y manipulación (Splittstoesser y Brown, 1991; Alpi y Tognoni, 1999).

2.9.1 Propiedades básicas.

Índice de fluidez: informa sobre la procesabilidad del polímero, así como de las futuras propiedades mecánicas y ópticas. Esta relacionado con el peso molecular y por ello con la viscosidad.

Densidad: Informa sobre la cristalinidad de los polímeros. Esta modifica la flexibilidad, permeabilidad y propiedades térmicas del polímero.

Distribución del peso molecular: amplitud de pesos moleculares que constituyen el polímero.

Tipo y contenido de comonomeros: con el PE se pueden polimerizar distintos monómeros. Uno muy común es el Acetato de Vinilo, para conseguir el copolímero EVA. El contenido de los comonomeros afecta las propiedades mecánicas, ópticas y de soldadura.

2.9.2 Propiedades físicas de los plásticos

Serrano (1990) menciona que las propiedades físicas de los plásticos para uso como cubiertas tiene que presentar ligereza para su fácil montaje, flexibilidad para poder adaptarlo a cualquier forma, estanqueidad para que se pueda adaptar a cualquier forma y permitir un fácil montaje sobre el túnel o invernadero, además debe tener buena duración, para lograr el aumento en la vida útil de las cubiertas es necesario considerar los siguientes factores: luminosidad ambiental por los rayos ultravioleta, a mayor luz, mas degradación; orientación de la lámina en la exposición del sol; tratamiento de

plásticos con inhibidores a la acción de los rayos U.V. para aumentar la duración; espesor de la lamina, cuanto más grueso es el plástico más duración tendrá; tipo de estructura y sujeción del plástico la degradación es mayor en un plástico que se apoya en una estructura de hierro que sobre una de madera; régimen de vientos la consistencia y aumento de velocidad del viento aumenta la degradación. También es importante considerar la retención del calor, es decir, no dejar escapar el calor acumulado en el recinto que cubre y el rendimiento térmico, la diferencia de calor entre la temperatura del exterior y la del interior

2.10 Degradación de los materiales plásticos

El primer síntoma de degradación del plástico es la disminución de la radiación que llega al cultivo. Las principales causas son: las agresiones procedentes de elementos químicos utilizados como fitosanitarios, agresiones provocadas por la acción del viento y temperaturas elevadas, extracción de los aditivos por continuas condensaciones y la agresión por radiación UV procedente del sol ésta tiene suficiente energía como para romper los enlaces entre las moléculas (Camacho, 2003,a).

Cuadro 2.4 Duración de plásticos normalizados para invernaderos

| Tipo de plástico | Espesor | Duración (en Almería) | Radiación solar recibida |
|------------------------------------|------------|------------------------|-----------------------------------|
| Polietileno Normal, sin aditivos | 150 micras | 6-8 meses (600 galgas) | Menor de 148 Kcal/cm ² |
| Polietileno Larga duración | 180 micras | 2 años (720 galgas) | 296 Kcal/cm ² |
| Polietileno térmico Larga duración | 200 micras | 2 años (800 galgas) | 296 Kcal/cm ² |
| Copolimero EVA(12 por 100 AV) | 200 micras | 2 años (800 galgas) | 296 Kcal/cm ² |
| Copolimero EVA(6 por 100 AV) | 100 micras | 1 año(400 galgas) | 148 Kcal/cm ² |

Fuente: F. Robledo.

Otro factor importante en la degradación de los materiales de cubierta es el envejecimiento radiométrico: es la pérdida de radiación fotosintéticamente activa (PAR) comprendida entre 400 y 700µm. Esta medida da información de la capacidad de transmitir el máximo de luz. En las cubiertas que llevan inhibidores a los ultravioletas la transparencia a las radiaciones visibles se va perdiendo progresivamente a medida que va pasando el tiempo, en cambio en las que no llevan aditivos la pérdida es insignificante (<http://infoagro.com>,).

2.11 Propiedades ópticas de los plásticos utilizados en la agricultura

Las condiciones ópticas del plástico se deben considerar más que las físicas. Porque un plástico, lamina o placa puede estar en buen estado físico, sin romperse pero puede haber perdido porcentajes grandes de condiciones ópticas para la planta (transmisión, termicidad, radiaciones ultravioletas, etc.)

Transmitancia.

Es la propiedad de los materiales de dejar pasar la radiación solar, se expresaría como la relación entre la radiación en el interior del invernadero y la medida simultáneamente en el exterior. La transmisión depende del ángulo de incidencia de la cubierta (<http://infoagro.com>).

La radiación solar es heterogénea en cuanto a longitudes de onda, pudiendo separarse en radiación ultravioleta (UV), radiación visible (LUZ) y radiación infrarroja (IR). Serrano (1990) menciona que las radiaciones UV actúan desfavorablemente sobre las formas de las plantas dando lugar a hojas frondosas y plantas rechonchas, mientras que las radiaciones IR tienen poca influencia sobre el crecimiento, en cambio la acción térmica que producen estas radiaciones si tiene influencia, en tanto que los menores resultados de

crecimiento y formación de plantas se obtiene con las longitudes de onda que mas se acerquen a la composición espectral que necesita la fotosíntesis (Sifuentes, 2007).

Opacidad a las radiaciones nocturnas:

Consiste en no dejar pasar hacia el exterior durante la noche las radiaciones de longitud de onda larga, es decir radiaciones infrarrojas (calor), emitidas por el suelo, las estructuras del invernadero y las plantas. Los materiales plásticos deben tener un coeficiente de transmisión a las radiaciones de longitud larga que sea reducido. La condensación de agua en la parte interior de la cubierta del invernadero favorece la opacidad a la transmisión de las radiaciones de longitud de onda larga.

Condensación de la humedad:

Esta condensación de la humedad del ambiente en la parte interior de las cubiertas del invernadero tiene aspectos positivos y negativos. Como aspectos positivos se pueden considerar que la lamina de condensación formada en la cubierta es totalmente opaca a las radiaciones de longitud de onda larga (calor del invernadero, "IR"). Como aspectos negativos se puede considerar grave el efecto del goteo sobre las plantas que ocasionan las gotitas de agua formadas en la condensación.

La condensación del agua en la cubierta reduce de un 15 a un 30 por 100 la entrada de radiaciones solares.

Existen evidencias de que la producción de materia seca, particularmente durante la fase vegetativa del crecimiento de la planta, es una función lineal de la cantidad de radiación interceptada (Mingo y Castel,1990), por ello la transmisividad del material de cubierta es una propiedad importante.

Cuadro 2.5 La radiación, dependiendo de la longitud de onda se puede clasificar como:

| | |
|-------------|----------------|
| UV | 300-380nm |
| Visible | 380-760m |
| IR cercano | 760-2.500nm |
| IR lejano | 2.500-40.000nm |
| PAR | 400-700nm |
| Solar Total | 300-2.500nm |

Muller et.al., (1994). Menciona que las radiaciones UV con longitud de onda entre 300-400nm, presentes en la luz causan efectos dañinos a las poliolefinas siendo suficientemente energéticas para quebrar las ligaciones químicas del polímero. Este proceso, llamado fotodegradación provoca pérdidas de propiedades físicas tales como: resistencia al impacto, resistencia a tracción, elongación y otros. Los aditivos estabilizantes de la luz ejercen un efecto retardador de degradación de la película agrícola.

Existen tres grupos de estabilizantes a la luz, como se detalla en el siguiente cuadro (2.6):

Cuadro2.6 Clasificación de los principales aditivos estabilizadores a luz

| | |
|---------------------------------|------------------------------------|
| Absorvedores de luz UV | principalmente mecanismos físicos |
| Quencher | principalmente mecanismos químicos |
| Captadores de radicales (HALLS) | |

Absorvedor de luz UV:

Transforman energía UV perjudicial en energía calórica inofensiva, actuando como filtro y evitando así, que ocurra la absorción de energía por el polímero y su consecuente degradación. Para que su acción sea eficaz, dando protección a la película, esta debe tener un espesor mínimo de entre 100 a 150 micras.

Ni-Quencher:

Funciona como agente transferencial de energía de estados de excitación del polímero. La energía puede transformarse en energía calórica o radiación fluorescente o fosforescente.

Captadores de radicales:

Inhiben la degradación, blanqueados de los radicales formados. El más reciente desarrollado en esta área son el de las aminas estéricamente bloqueadas denominadas HALS, las ventajas más importantes de las HALS son que además de excelentes propiedades como estabilizantes de radiación UV, también presentan baja volatilidad y alta resistencia a la extracción de compuestos poliméricos.

2.12 Principales materiales plásticos

Los materiales plásticos que se utilizan como cubierta de invernadero son los siguientes:

- Polietileno (PE). De alta y baja densidad.
- Poliamidas
- Poliamidas Nylon y Risan.
- Copolímero EVA
- Tri-capa.
- Policloruro de vinilo (PVC): rígido, flexible y semiflexible con fibra de vidrio.
- Poliéster
- Policarbonato.
- Polimetacrilato de metilo (PMM).
- Polipropileno.

2.12.1 Películas de polietileno (PE)

con excelentes características mecánicas, ópticas, de intemperismo e impermeabilidad, ideales para la protección y control de los cultivos bajo invernadero, proporcionándoles una mejor calidad, gracias a los aditivos térmicos, de difusión de luz, anti-goteo, anti-blackening, inhibidores U.V., y otros; así como para la impermeabilización de ollas de agua.

2.12.1.1 Tipo de polietileno:

En el mercado existen tres tipos de polietileno:

- Polietileno normal.

Se obtiene sin incorporar ningún aditivo que modifique sus propiedades. Su composición no lleva antioxidantes, ni inhibidores a las radiaciones UV. Presenta poca opacidad a las radiaciones nocturnas del suelo. Es permeable en un 70 por 100 a las radiaciones de longitud de onda larga que emite el suelo y las plantas. Puede producir inversión térmica cuando en el exterior la temperatura baje a límites entre 0° y -3°. En climas con mucha radiación solar tiene una duración corta (6 meses).

- Polietileno de larga duración.

Su composición lleva antioxidantes e inhibidores. Se fabrica en 180 micras (720 galgas) con estabilizantes UV, en dos colores distintos blanco y amarillo dependiendo los estabilizantes a las radiaciones UV que se utilicen, el blanco tiene mayor difusión de luz dentro del invernadero. Indicado en zonas de alta radiación solar y condiciones

climáticas desfavorables (viento, granizo, lluvia). la vida útil es variable dependiendo de resina y los aditivos empleados para su fabricación.

- Polietileno térmico, de larga duración.

Se obtienen por medio de aditivos en base de silicatos de magnesio y de aluminio. Los aditivos térmicos añadidos hacen de obstáculo a la radiación infrarroja entre 7 y 11 micras. Tiene la propiedad de dificultar bastante el paso de radiaciones nocturnas (tiene una permeabilidad del 18 por 100 a las radiaciones de longitud de onda larga en gruesos de 800 galgas). Esto permite casi en su totalidad la inversión térmica. Por los aditivos que emplea para su fabricación tiene un gran poder de difusión, en algunas marcas puede llegar al 70 por 100 de la luz visible, así como un efecto antigoteo. Se fabrica en color amarillo y blanco, el blanco suele tener un poco más de difusión de la luz visible que el amarillo. La transmisión de la luz bastante parecida, estableciéndose en un 87 por 100 de transmisión a la luz total en un 52-54 por 100 de difusa.

Cuadro 2.7 Características de los principales materiales de cubierta

| Flexibles | Espesor Micras | Luz % | IR % | Transmisión de calor W/m ² °C |
|---------------------------|----------------|-------|-------|--|
| Polietileno (PE) | 100-200 | 90 | 62-65 | 8-9 |
| PE térmico | 200 | 83 | 13 | 6-7 |
| EVA 12% | 200 | 90 | 11 | 6-7 |
| PVC | 200 | 90 | 30 | 7-8 |
| PVC reforzado | 300-500 | 75 | 16 | 6 |
| PVC rígidos | Mm | | | |
| Vidrio | 3 | 90 | 0 | 6-7 |
| Poliéster | 1-2 | 85 | 4 | 5.5-6.0 |
| Policarbonato greca | - | 88 | 0 | 5.5-6.0 |
| Policarbonato doble pared | 4-16 | 83-75 | 0 | 4.0-4.8 |
| PVC biorientado | 0.8 | 81 | 6 | 5.5-6.0 |
| PMMA greca | - | 91 | 0 | 5.5-6.0 |

2.12.2 Copolimero de etileno y acetato de vinilo (EVA)

Se consigue sintetizando por calentamiento suave de etileno y acetato de vinilo en presencia de peróxidos.

Según el porcentaje de acetato de vinilo actualmente se fabrican varios tipos de plástico:

- EVA con el 18 por 100 de acetato de vinilo.
- EVA con el 12 por 100 de acetato de vinilo.
- EVA con el 6 por 100 de acetato de vinilo.

En el invernadero se utilizan los EVA que tienen el 12 por 100 de acetato de vinilo. Si se aumenta el porcentaje de acetato de vinilo, aumenta la capacidad a las radiaciones de longitud de onda larga, disminuyendo su

resistencia mecánica. Respecto al polietileno, las láminas de EVA son más flexibles y tenaces a temperaturas bajas, son más resistentes a los impactos, la resistencia al rasgado es menor, es más transparente a la radiación solar que el polietileno y algo menos que el PVC. Las láminas de EVA son más difusoras a las radiaciones que las de polietileno (Alpi y Tognoni, 1991;)

Cuadro 2.8 Comparación de transmisión global de luz entre laminas de polietileno y copolimero EVA

| Material | Espesor | Transmisión global de luz visible (%) |
|--------------------------------|-------------------------|--|
| Polietileno térmico | 200 micras (800galgas) | 83 |
| Copolimero EVA (12 por 100 AV) | 180 micras (720 galgas) | 90 |
| Copolimero EVA (6 por 100 AV) | 125 micras (500galgas) | 89 |

Cuadro2.9 Comparación de la dispersión de la luz en polietileno y copolimero EVA

| Material | Espesor | Dispersión luz (%) |
|--------------------------------|-------------------------|---------------------------|
| polietileno normal | 150 micras (600 galgas) | 15 |
| Polietileno térmico | 200 micras (800galgas) | 55 |
| Copolimero EVA (12 por 100 AV) | 180 micras (720 galgas) | 45 |
| Copolimero EVA (6 por 100 AV) | 125 micras (500galgas) | 65 |

2.12.3 Características de los plásticos tri-capa.

Están formados por tres capas de plástico con diferentes aditivos. En cada capa, los estabilizantes UV, a base de aditivos, protegen la lámina de determinadas radiaciones solares. De esta forma:

- La capa exterior lleva un bajo contenido en acetato de vinilo, que le hace ser más rígido y le da resistencia de rasgado. Por otro lado, lleva aditivos frente a la acción degradante de las radiaciones ultravioletas que le dan una mayor duración de tiempo útil; también lleva aditivos que le evita adherencia del polvo exterior.
- La capa intermedia lleva un alto contenido en EVA que le da termicidad, transparencia, difusión de la luz y flexibilidad. El porcentaje de acetato de vinilo puede ser hasta de 25 por 100.
- La capa interior lleva aditivos que le hacen ser termoaislantes y difusora de la luz y también estabilizantes a la acción de los productos sanitarios empleados en los cultivos; también lleva aditivos ^{^antigoteo^} que evita la formación de gotas de agua en la parte interior de la lámina de plástico, debidos a la condensación de la humedad del interior del invernadero; en lugar de esas gotas, se forma una lámina continua de agua que se resbala hacia las paredes del invernadero.

Serrano, 2005 menciona un resumen de las características de cada uno de estos tipos de plástico (incolores, amarillo, difuso y difuso antiviral), son las siguientes:

Incolores:

Se fabrican de 150 micras (600 galgas) y 200 micras (800 galgas), en anchos máximos de 14 metros. La capa externa lleva menos contenido de copolímero EVA que limita la adherencia del polvo. La capa intermedia lleva un alto contenido en copolímero EVA que le da al plástico una buena

termicidad, transparencia y elasticidad. La capa interior es optativa de que lleve aditivos antigoteo. Por su alto nivel de transmision de luz directa es recomendable su utilizacion en zonas donde la cantidad de luz es un factor limitante para los cultivos.

Amarillo:

Se fabrican en 200 micras(800 galgas), en anchos maximos de 14 metros. Es parecido al tri-capa incoloro. Tiene la misma transmision de luz total visible que la tri-capa incoloro(91 por 100), pero tiene un pequeño porcentaje mayor de luz difusa. La capa interior es optativa de que lleve aditivos antigoteo.

Difuso:

Se fabrican de 200 micras(800 galgas), en anchos maximos de 14 metros. La capa externa lleva menos contenido de copolimero EVA que limita la adherencia del polvo. La capa intermedia lleva un alto contenido en copolimero EVA que le da al plastico una buena termicidad, transparencia y elasticidad. La capa interior es optativa de que lleve aditivos antigoteo. Su alto nivel de difusion de luz (37 po 100) limita los efectos de sombria sobre los cultivos que se producen sombras excesivas; tambien es recomendable para zonas climáticas my nubosas.

Difuso antivirius:

Son de color blancuzco, se fabrican en 200 micras(800 galgas). Las propiedades opticas de este tipo de plastico son de 90 por 100 de transmision de luz global visible, un 14 por 100 de transmitancia a la luz I.R.(termicidad) y un 40 por 100 de dispersion de luz visible. lleva aditivos que permite filtrar una banda en el espectro UV(290-380 μm) de la luz que entra al invernadero, como consecuencia la mosca blanca y trips se quedan desorientados y abandonan en su mayoria la zona cubierta, el resulatdo es un descenso de las enfermedades viricas en los cultivos. Tiene menos tranmision de luz total visible que los otros tri-capa(86por100), y tiene

bastante porcentaje mayor de luz difusa (60por100). La capa interior es optativa de que lleve aditivos antigoteo.

2.12.4 Policloruro de vinilo (PVC)

Este material procede del acetileno y del etileno, derivados ambos del petróleo y de la hulla. Se obtiene por polimerización de monómero cloruro de vinilo; su densidad es de 1250 a 1500 kg/m³ siendo más pesado que el polietileno, su resistencia al rasgado es muy bajo, se suelen añadir antioxidantes, estabilizantes y absorbentes UV para mejorar su comportamiento. Transmite la luz visible en porcentajes elevados, pero con baja dispersión. Su elevada electricidad estática hace que el polvo se adhiere fácilmente, restándole transmisividad. Su elevado contenido de cloro le proporciona un buen efecto de barrera infrarrojo (Splittsoesser y Brown, 1991; Alpi y Tognoni, 1991;).

2.13 Producción En Invernadero

La diferencia de producir a cielo abierto y en agricultura protegida es de 40 a 500 toneladas por hectárea. En México, el crecimiento de esta modalidad de producción ha crecido de manera muy importante, ya que mientras en 1999 se tenían en producción 721 hectáreas, para el año 2008, la extensión se incrementó a 9,068 hectáreas (Infoagro.com).

Los impactos en términos de productividad son muy elocuentes; por ejemplo la producción en condiciones de campo abierto puede ser de 40 ton/ha, a campo abierto con fertirrigación se incrementa a 120 ton/ha; es decir cuatro veces más, pero si a esto le aumentamos malla sombra la producción se incrementa a 160 ton/ ha; es decir, cuatro veces más que un cultivo a la intemperie. Si esta misma producción se realiza en invernaderos con tecnología moderada, la producción será de 350 Ton. Por cada 10 mil

metros de terreno (ocho veces más) y en invernaderos con alta tecnología la cosecha será de 500 toneladas; es decir, 12 veces más. Bojorques, 2009).

2.13.1 Justificación de la producción en invernadero

El pimiento, conjuntamente con el tomate es una de las especies que mejor respuesta tiene a la producción bajo invernadero; pero es más exigente en temperatura que este último. Esto determina que para obtener una buena producción en invierno, se deba tener un sistema de calefacción, en zonas ubicadas en latitudes superiores a los 30 grados (Pilatti; 1997). A diferencia del tomate, no es posible realizar doble ciclo en el año, dado que los niveles de producción del pimiento son bajos y sólo una cosecha larga (más de seis meses) justifica el cultivo; pero es necesario determinar en que época del año debe coincidir este período (Muguiro, A. 1999).

La fecha de establecimiento del cultivo tiene relación directa con la rentabilidad, dado que ello producirá cambios en los rendimientos y la calidad. La densidad de plantación es un factor determinante de la productividad. Ella dependerá de la radiación incidente en la canopia del cultivo, lo que estará dado tanto por la latitud, y por la época del año en la que se encuentre produciendo, sumado a otros factores. A mayor densidad de tallos el rendimiento aumenta, sin que disminuya significativamente el tamaño del fruto (Rotondo *et al.*, 1999).

2.13.2 Condiciones que proporciona el invernadero a la planta

El material de cubierta de un invernadero condiciona el microclima que se genera en su interior y consecuentemente la respuesta de los cultivos, modificando la cantidad y calidad de la radiación, tanto de onda corta como de onda larga, que influye directamente sobre el balance de energía de un invernadero. Los procesos fisiológicos de las plantas están afectados por la radiación comprendida entre las longitudes de onda de 300nm-100µm, que incluyen la radiación ultravioleta (UV), fotosintéticamente activa (PAR) e infrarroja (IR) (Jones G., 1983). Williams (1971) y Monteith (1977) demostraron que la producción de materia seca está relacionada con la cantidad de radiación interceptada por los cultivos.

McCree (1972), correlacionó la tasa de fotosíntesis con diferentes flujos de luz y concluyó que la franja de 400nm-700nm mostraba ser el mejor indicador de la respuesta fotosintética, siendo esta franja de especial interés a la hora de estudiar un material de cubierta.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización del sitio experimental

El experimento se desarrolló en terrenos del Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA), el cual se encuentra localizado al noreste de la ciudad de Saltillo, Coahuila México. Específicamente se encuentra dentro de las coordenadas geográficas 102° 02' longitud oeste y 25° 27' latitud norte del meridiano de Greenwich y con una altitud de 1610mnsn.

3.1.1Clima

De acuerdo a la clasificación climática de köeppen y modificada por García (1973) el clima de Saltillo corresponde a un seco estepario, con la formula climática BsoK (x')(e').

Donde:

Bso: Es el clima mas seco de los Bs.

K: Templado con verano cálido, siendo la temperatura media anual entre 12 y 18°C, y la temperatura media del mes mas caluroso de 18°C.

(x'): Régimen de lluvias intermedias entre verano e invierno.

(e'): Extremoso con oscilaciones entre 7 y 14°C.

En general la temperatura y precipitación pluvial media anual son de 18°Cy 365mm respectivamente, los meses mas lluviosos son principalmente los que comprenden entre julio y septiembre, concentrándose la mayor parte en el mes de julio. La evaporación promedio mensual es de 188mm, presentándose las mas altas en los meses de mayo junio con 236 y 234 mm respectivamente (Callegas, 1988).

3.1.2 Suelo

El tipo de suelo que presenta el campo experimental es de textura limo-arcillosa, con contenidos de arcilla (42.0%), limo(45.4%) y arena(12.0%). Es ligeramente salino, con una conductividad eléctrica de 9.7milimhos/cm y medianamente alcalino, presentando un pH de 8.1. Se le considera medianamente rico en materia orgánica (2.38%), con contenidos pobres de nitrógeno total y potasio intercambiable, contenidos medianos de fosforo aprovechable y altos contenidos en carbonos totales. La capacidad de campo es de 28.0% y el punto de marchitez permanente de 15.2%, con una densidad aparente de 1.25 g/cc. El agua de riego es de clase C3, S1, de calidad media, apta para suelos bien drenados (Munguía, 1985).

3.2 Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizo fue bloques al azar, en 11 tratamientos, 2 formulaciones diferentes para cada tratamiento y un testigo, con tres repeticiones para cada uno respectivamente. En total se tendrán 72 unidades experimentales para cada muestreo en el cultivo.

El procedimiento para la revisión de los resultados fue mediante el análisis de varianza, y prueba de medias, aplicando un diseño de bloques al azar mediante un paquete de diseños experimentales (SAS).

El diseño se aplico para las variables de fenológicas de área foliar, altura de planta y diámetro de tallo

3.3 Establecimiento del experimento

3.3.1 Siembra del almacigo

Esta actividad se realizo el 15 de marzo del 2008, para lo cual se utilizaron charolas de poliestireno para germinación con 200 cavidades colocando una semilla por cavidad, posteriormente para darle una mayor protección al almacigo y darle las condiciones climáticas requeridas para una mejor germinación y desarrollo de las plántulas, las charolas se colocaron bajo

condicione de invernadero. Después de 15 días la semilla germino y se coloco en camas para su cuidado donde permaneció por 45 días y después se trasplanto estableciéndolo en los micro túneles.

La fertilización para la producción de plántula se aplico diariamente con una dosis al inicio del periodo del desarrollo de las plántulas con una concentración de 75ppm de NPK y al final del desarrollo una dosis de 100ppm de NPK.

3.3.2 Material vegetativo

El material utilizado en este experimento fue chile dulce (pimiento), variedad Capistrano.

Capistrano es una variedad de polinización abierta, con las siguientes características: Días a maduración 72-76 días, color del fruto es verde oscuro o rojo, largo x diámetro del fruto 11x10 cm, forma del fruto 3-4 lóbulos campana, altura de la planta 51-61cm. Es para mercado fresco, fruto grande, planta erecta y habito ligeramente abierta y resistente a virus del mosaico del tabaco, patotipos 0, 1, 1.2y 1.2.3 (Faxsa, 2002).

3.3.3 Preparación del terreno

Con anticipación se realizo la preparación del suelo con las practicas de rastreo, barbecho y nuevamente rastreo para la incorporación de residuos de material vegetal, así como de exponer los microorganismos del suelo a condiciones ambientales desfavorables para disminuir así las posibles plagas y enfermedades que pudieran ocasionar perjuicios en el desarrollo del cultivo, de tal manera que el suelo estuviera en buenas condiciones para que el cultivo se desarrollara normalmente.

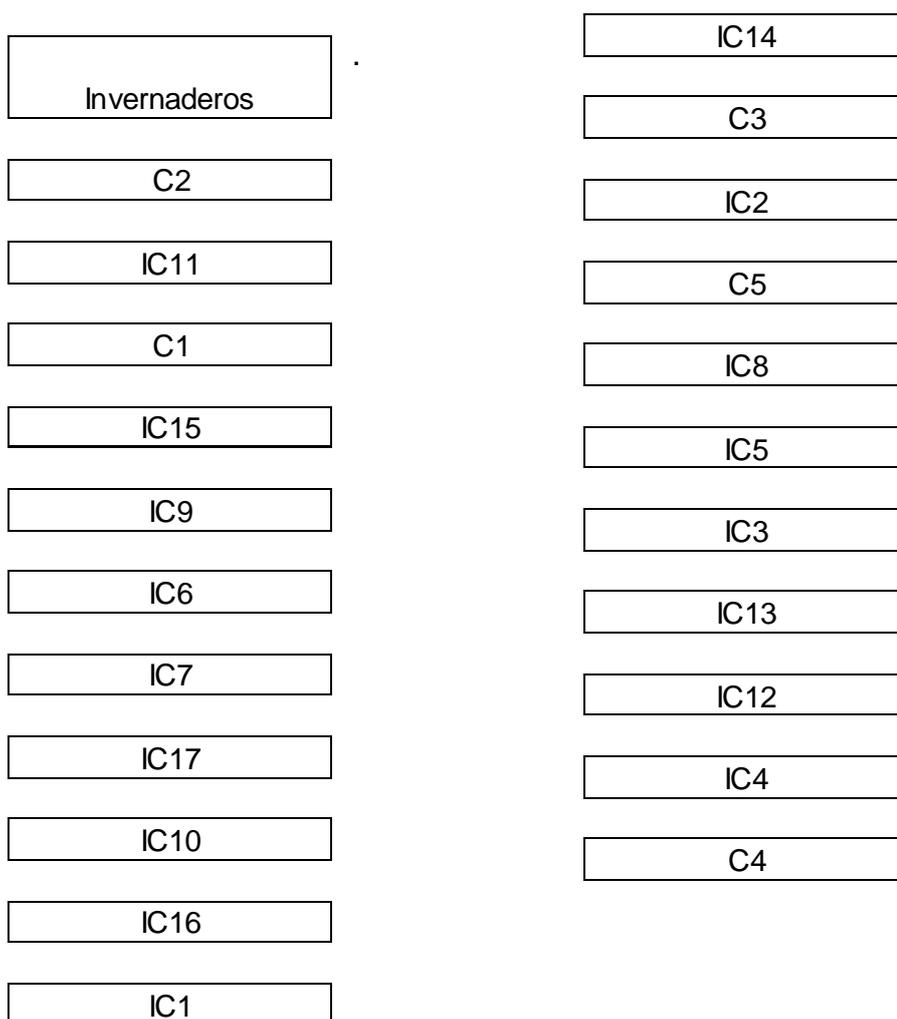
3.3.4 Acolchado del suelo

Una vez terminada la preparación del terreno, se procedió a cubrir el suelo mecánicamente con una acolchadora que realiza tres funciones a la vez, formaba la cama, instalaba la cintilla a la mitad de la cama y cubría la cama

con el plástico. El material plástico del acolchado fue de tipo coextruido blanco/negro. El plástico fue de calibre 125 micras y 1.2m de ancho, posteriormente se procedió a perforar el suelo a doble hilera en tresbolillo. La distancia entre perforaciones fue de 30 cm, para realizar esta actividad se utilizo tubos de acero de fácil manipulación de dos pulgadas de diámetro, las cuales fueron calentados previamente para facilitar y sellar bien la perforación, evitando posibles maltratos a la película plástica y a la cinta de riego.

3.3.5 Trazo del experimento

Esta práctica consistió en delimitar el área experimental, auxiliándose de una cinta métrica, para el establecimiento del experimento, se tuvo un total de 22 camas de 20 m de largo y 0.8 m de ancho, con una distancia entre camas de 1.8m y distancia entre túneles de 3.6 m



3.3.6 Sistema de riego

Para el sistema de riego se utilizó una cinta de riego stream line de 16 micras, con goteros cada 0.30m y un gasto de 0.89lph. Con el fin de el riego y la fertilización del cultivo, se conectó una cintilla en medio de cada cama, para dar mayor distribución al agua y fuera mejor aprovechada por las plantas.

3.3.6 Microtuneles

Para formar el soporte de los microtuneles se colocaron arcos de alambón de ¼", se formaron arcos de 1.20m de altura x 1.20 de ancho, con una separación entre cada soporte de 2m. El 3 de mayo del 2008 se colocaron los arcos por encima de la cama para posteriormente cubrirlo con la película plástica de cada tratamiento. El 16 de mayo del 2008 se cambió nuevamente las cubiertas plásticas debido a que se tuvieron problemas de acumulación excesiva de polvo en dichas cubiertas.

3.3.7Trasplante

Antes del trasplante se dio un riego a capacidad de campo. Esta actividad se realizó el 25 de junio del 2008. El 28 de junio se realizó un retrasplante reponiendo las plantas muertas.

3.3.8 Tutorado

Para esta actividad se utilizaron estacas de 0.50m que se enterraron a 0.20m de profundidad en los extremos de los surcos, con la finalidad de mantener la planta en forma vertical, ello con la finalidad de evitar que las plantas cargadas de frutos se quiebren o se doblen y los frutos toquen el suelo.

3.3.9 Riego

El riego y la fertilización se aplicó con equipo de fertirrigación automatizado (FERTIGAL). Antes del trasplante se dio un riego pesado para que al momento de trasplantar el suelo estuviera a capacidad de campo (CC),

utilizándose el sistema de riego por goteo, los riegos se aplicaron dos horas cada tercer día los primeros tres meses con una lamina de 2.623m^3 y los siguientes tres meses se aplicó la misma lamina diariamente.

3.3.10 Fertilización

La dosis de fertilización fue de 350 ppm de nitrógeno 200 ppm de fósforo, 450 ppm de potasio y 300 ppm de calcio las fuentes de fertilizante fueron tiosulfato de Amonio líquido, Nitrato de calcio líquido, fosfato monoamonico, nitrato de potasio y tiosulfato de potasio líquido la solución se mantuvo con un Ph de entre 6 y 6.5 con aplicaciones de ácido sulfurico.

3.4 Variables evaluadas

3.4.1 Parámetros de observación:

Se tomaron datos de área foliar, diámetro del tallo, altura de la planta y rendimiento. Las mediciones de área foliar se realizaron después de cada cosecha a lo largo del ciclo del cultivo con el medidor de are foliar. La medición del tallo de la planta se obtenía con el vernier eléctrico. El rendimiento se tomo al momento de la cosecha con una báscula de tipo reloj y para medir altura de la planta se efectuó con una cinta métrica.

3.4.1.1 Área foliar (AF)

Se tomo la lectura del área de las hojas, la cual consistió en desfoliar hasta el ápice las plantas seleccionadas en cada tratamiento, la medición se realizo con un medidor de área foliar (LI-COR MODELO LI-3100el cual acumulo la lectura de cada planta. El equipo previamente calibrado con una forma metálica de 50 cm^2 . La cual reporta los resultados de la medición en cm^2 .

3.4.1.2 Diámetro de tallo (DT)

Para la medición de esta variable se utilizó un vernier digital tomando la medida en la parte basal del tallo, aproximadamente por encima del suelo del acolchado plástico, los resultados fueron registrados en cm.

3.4.1.3 Altura de la planta (AP)

La medición se realizó, considerando la altura de la planta desde la base del suelo hasta la parte más alta de la planta, utilizando una cinta métrica registrando los datos en cm.

3.4.1.4 Rendimiento

Para esta variable al momento de la cosecha se separaron los frutos clasificándolos en frutos en buen estado o que reunían las características deseables para el mercado y frutos pequeños, con deformaciones, quemaduras de sol y daños causados por plagas y enfermedades. Para esta variable se utilizó una báscula tipo reloj, se reportaron los datos en kg x tratamiento.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 DIÁMETRO (DT)

Al analizar los datos estadísticos de las medias de diámetro obtenidas en el primer muestreo se encontró alta diferencia significativa entre cada tratamiento, ubicándose el valor de los diámetros en tres rangos (cuadro 4.1).

Los tratamientos C3, C1 y TGO presentaron los mayores diámetros que fueron 0.070, 0.70 y 0.70 cm respectivamente y muestran diferencia con el tratamiento IC17.

En los tratamientos IC14, IC11, IC8, IC2, C5, C4, IC5, C2, IC1, IC13, IC4, IC12, IC6, IC16, IC10, IC9, IC3, IC15 y IC7, se obtuvieron diámetros que van de 0.66 a 0.45 cm respectivamente para cada tratamiento, pudiera decirse que estos son los valores de rango medio en el muestreo y no muestran diferencia estadística con los primeros tres tratamientos.

El tratamiento que tuvo diferencia significativa en comparación con el resto de los demás fue el IC17 con 0.41 cm de diámetro.

Cuadro 4.1 Medias de diámetro de tallo en pimiento primer muestreo.

| 31-Jul | | | | | |
|---------------|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| TRAT. | MEDIA | TRAT. | MEDIA | TRAT. | MEDIA |
| C3 | 0.70 ^a | IC5 | 0.61AB | IC9 | 0.49AB |
| TGO | 0.70 ^a | C2 | 0.61AB | IC3 | 0.47AB |
| C1 | 0.70 ^a | IC1 | 0.60AB | IC15 | 0.46AB |
| IC14 | 0.66AB | IC13 | 0.58AB | IC7 | 0.45AB |
| IC11 | 0.66AB | IC4 | 0.57AB | IC17 | 0.41B |
| IC8 | 0.63AB | IC12 | 0.57AB | ALFA | 0.05 |
| IC2 | 0.63AB | IC6 | 0.56AB | DMS | 0.2744 |
| C5 | 0.62AB | IC16 | 0.52AB | CV | 15.00246 |
| C4 | 0.62AB | IC10 | 0.49AB | | |

En el segundo muestreo todos los tratamiento se comportaron de manera similar y no presentan diferencia estadística entre ellos, mostrando variaciones de diámetro mínimas en comparación una con otra, pues el tratamiento de mayor diámetro fue el IC12 con 1.47cm y el de menor diámetro fue el IC5 con 1.07 cm (Cuadro 4.2).

Cuadro 4.2 Medias de diámetro de tallo en pimiento segundo muestreo.

| 25-Ago | | | | | |
|---------------|--------------|--------------|-------------------|--------------|-------------------|
| TRAT. | MEDIA | TRAT. | MEDIA | TRAT. | MEDIA |
| IC12 | 1.47A | IC1 | 1.27 ^a | C3 | 1.17 ^a |
| IC3 | 1.45A | IC2 | 1.26 ^a | C4 | 1.12 ^a |
| TGO | 1.38A | IC4 | 1.25 ^a | IC13 | 1.12 ^a |
| IC9 | 1.34A | IC16 | 1.24 ^a | IC15 | 1.10 ^a |
| IC11 | 1.34A | IC6 | 1.24 ^a | IC5 | 1.07 ^a |
| IC8 | 1.32A | C1 | 1.24 ^a | ALFA | 0.05 |
| IC14 | 1.32A | C5 | 1.21 ^a | DMS | 0.4469 |
| C2 | 1.30A | IC10 | 1.19 ^a | CV | 11.30262 |
| IC7 | 1.27A | IC17 | 1.19 ^a | | |

En los datos analizados en el tercer muestreo se observa que con el tratamiento IC7 se obtuvo un mayor diámetro de tallo que fue de 2.0267cm en comparación con los demás tratamientos y en este caso muestra diferencia estadística con el tratamiento IC1 (Cuadro 4.3).

Mientras que los tratamientos IC16, IC2, IC12, IC11, IC17, C2, IC4, IC13, IC15, C1, IC6, IC8, IC9, IC10, C3, IC14, IC5, C5, C4, IC3 y TGO son estadísticamente iguales, estos tratamientos tienen valores de diámetro que van de 2.00 a 1.20 cm este sería un rango medio que domina entre la mayoría de los tratamientos.

El tratamiento que presentó el menor diámetro en comparación con el resto de los tratamientos fue el IC1 con un valor de 1.02cm.

Cuadro 4.3 Medias de diámetro de tallo en pimiento tercer muestreo.

| 01-Oct | | | | | |
|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| TRAT. | MEDIA | TRAT. | MEDIA | TRAT. | MEDIA |
| IC7 | 2.02A | IC15 | 1.65AB | C5 | 1.41AB |
| IC16 | 2.00AB | C1 | 1.64AB | C4 | 1.40AB |
| IC2 | 1.94AB | IC6 | 1.63AB | IC3 | 1.37AB |
| IC12 | 1.84AB | IC8 | 1.63AB | TGO | 1.20AB |
| IC11 | 1.84AB | IC9 | 1.62AB | IC1 | 1.0233B |
| IC17 | 1.77AB | IC10 | 1.59AB | ALFA | 0.05 |
| C2 | 1.77AB | C3 | 1.59AB | DMS | 0.9814 |
| IC4 | 1.73AB | IC14 | 1.52AB | CV | 19.18309 |
| IC13 | 1.70AB | IC5 | 1.49AB | | |

En el tercer muestreo la diferencia entre cada tratamiento fue mas notable, desde este punto analizaremos cada uno de los tratamientos y su comportamiento a lo largo del ciclo del cultivo y discutir si aumentaron, disminuyeron o se mantuvieron constantes estadísticamente cada tratamiento, es importante hacer notar que en la última medición de la variables fenológicas el cultivo había tenido problemas con bajas temperaturas y una incidencia alta de plagas, esta condición fue similar para todos los tratamientos por lo que se hubiera esperado de acuerdo a las necesidades del cultivo que su desarrollo se hubiera detenido e incluso que se hubiera deteriorado, esto sucedió con la mayoría de los tratamientos sin embargo es importante destacar que a pesar de las condiciones adversas algunos tratamientos mantuvieron su crecimiento normal muy probablemente influenciado por la protección de la cubierta y las propiedades de esta, a continuación describimos esta condición .

Los tratamientos C3, TGO y IC14 que en el primer muestreo obtuvieron los mayores diámetros con 0.70, 0.70 y 0.66 cm respectivamente, no se mantuvieron constantes en los dos siguientes muestreos, pues el tratamiento C3 que en el primer muestreo obtuvo el mayor diámetro, en el segundo muestreo se ubico en el lugar 19 con un diámetro de 1.17 cm y en el tercer muestreo aumento al lugar 16 con un diámetro de 1.59cm. El TGO que en el primer muestreo ocupo el segundo lugar, en el segundo muestreo ocupo el tercer con un valor de 1.38cm y en el tercer muestreo ocupo el penúltimo lugar con un valor de 1.20 cm en este caso los tres tratamientos terminaron con diámetros menores de lo esperado.

Tratamientos que a lo largo del ciclo del cultivo aumentaron de manera constante los valores de diámetro en la planta. Fueron el IC17, IC7 y IC16. El tratamiento IC17 en el primer muestreo ocupo el ultimo lugar con un valor de 0.41cm, en el segundo muestreo se ubico en el lugar 18 con un valor de 1.19cm y en el tercer muestreo aumento hasta el lugar 4 con un valor de 1.77cm. El tratamiento IC7 en el primer muestreo se ubico en el penúltimo lugar de los 23 tratamientos con 0.45 cm de diámetro, en el segundo

muestreo aumento localizándose en el noveno lugar con un diámetro de 1.27 cm, para al fin colocarse en primer lugar en el tercer muestreo con 2.02cm de diámetro. El tratamiento IC16 en el primer muestreo se ubico en el lugar 17 con 0.52cm, en el segundo muestreo aumento al lugar 13 con 1.24cm y en el último muestreo aumento al segundo lugar con 2.00 cm de diámetro lo cual nos indica que a lo largo del ciclo del pimiento estas cubiertas proporcionan las condiciones adecuadas para el aumento considerable de diámetro.

El único tratamiento que se mantuvo constante fue el IC11 pues en el primero, segundo y tercero muestreo se ubico en el lugar número 5 dentro de los mejores tratamientos y de la misma forma que los anteriores hubo un aumento a pesar de las condiciones adversas que se presentaron

El resto de los tratamientos tuvo variaciones considerables entre cada fecha de muestreo cuadro 4.4.

Cuadro 4.4 Comparación de medias de diámetro en las tres fechas de muestreo

| 31-Jul | | 25-Ago | | 01-Oct | |
|--------|--------|--------|-------|--------|-------------------|
| TRAT | MEDIA | TRAT. | MEDIA | TRAT. | MEDIA |
| C3 | 0.70A | IC12 | 1.47A | IC7 | 2.02 ^a |
| TGO | 0.70A | IC3 | 1.45A | IC16 | 2.00AB |
| C1 | 0.70A | TGO | 1.38A | IC2 | 1.94AB |
| IC14 | 0.66AB | IC9 | 1.34A | IC12 | 1.84AB |
| IC11 | 0.66AB | IC11 | 1.34A | IC11 | 1.84AB |
| IC8 | 0.63AB | IC8 | 1.32A | IC17 | 1.77AB |
| IC2 | 0.63AB | IC14 | 1.32A | C2 | 1.77AB |
| C5 | 0.62AB | C2 | 1.30A | IC4 | 1.73AB |
| C4 | 0.62AB | IC7 | 1.27A | IC13 | 1.70AB |
| IC5 | 0.61AB | IC1 | 1.27A | IC15 | 1.65AB |
| C2 | 0.61AB | IC2 | 1.26A | C1 | 1.64AB |
| IC1 | 0.60AB | IC4 | 1.25A | IC6 | 1.63AB |
| IC13 | 0.58AB | IC16 | 1.24A | IC8 | 1.63AB |
| IC4 | 0.57AB | IC6 | 1.24A | IC9 | 1.62AB |
| IC12 | 0.57AB | C1 | 1.24A | IC10 | 1.59AB |
| IC6 | 0.56AB | C5 | 1.21A | C3 | 1.59AB |
| IC16 | 0.52AB | IC10 | 1.19A | IC14 | 1.52AB |
| IC10 | 0.49AB | IC17 | 1.19A | IC5 | 1.49AB |
| IC9 | 0.49AB | C3 | 1.17A | C5 | 1.41AB |
| IC3 | 0.47AB | C4 | 1.12A | C4 | 1.40AB |
| IC15 | 0.46AB | IC13 | 1.12A | IC3 | 1.37AB |
| IC7 | 0.45AB | IC15 | 1.10A | TGO | 1.20AB |
| IC17 | 0.41B | IC5 | 1.07A | IC1 | 1.02B |

4.2 ALTURA DE PLANTA (AP)

El tratamiento que muestra mayor altura de la planta es el IC1 con 43cm seguido por tratamiento IC4 con una altura de planta de 36.33cm ambos tratamientos son diferentes estadísticamente al compararlos con el resto de los tratamientos (Cuadro 4.5).

Los tratamientos IC5, C3, IC10, C1, TGO, IC12, IC16, IC17, IC13 y C2 son estadísticamente iguales dichos tratamientos reflejan alturas de planta que van de los 31 a 25 cm con variaciones entre tratamientos mínimas estos serian los rangos medios en comparación con el resto de los tratamientos.

Mientras que los tratamientos IC2, IC11, IC9, C5, IC6, IC7, IC15, C4, IC14, IC8 y IC3 son estadísticamente iguales, pero diferentes a los dos grupos mencionados en el párrafo anterior estos presentan los valores de altura mas bajos en comparación con el resto de los tratamientos con alturas que van de 24.33 a 21.00 cm por planta con variaciones mínimas entre tratamientos.

Cuadro 4.5 Medias de altura de planta en pimiento primer muestreo.

| 31-Jul | | | | | |
|--------|---------|-------|---------|-------|----------|
| TRAT. | MEDIA | TRAT. | MEDIA | TRAT. | MEDIA |
| IC1 | 43A | IC17 | 26.00BC | IC15 | 22.00C |
| IC4 | 36.33AB | IC13 | 25.66BC | C4 | 21.66C |
| IC5 | 31BC | C2 | 25.00BC | IC14 | 21.66C |
| C3 | 30.33BC | IC2 | 24.33C | IC8 | 21.33C |
| IC10 | 29.66BC | IC11 | 24.33C | IC3 | 21.00C |
| C1 | 29.66BC | IC9 | 24.00C | NS | 0.05 |
| TGO | 29.33BC | C5 | 23.66C | DMS | 11.714 |
| IC12 | 28.66BC | IC6 | 23.00C | CV | 14.00742 |
| IC16 | 28.33BC | IC7 | 22.00C | | |

El tratamiento que presento mayor altura de planta fue el IC4 con 52.33cm, y el que presento menor altura fue el TGO con 31.00cm es solo entre estos dos tratamientos que se muestra una diferencia estadística (Cuadro 4.6).

El resto de los tratamiento fueron estadísticamente iguales con variaciones mínimas entre cada tratamiento presentando valores que van desde 49.00 a 33.66 cm de altura de la planta

Cuadro 4.6 Medias de altura de planta en pimiento segundo muestreo.

| 25-Ago | | | | | |
|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| TRAT. | MEDIA | TRAT. | MEDIA | TRAT. | MEDIA |
| IC4 | 52.33A | IC12 | 42.66AB | IC14 | 37.00AB |
| C2 | 49.00AB | IC10 | 42.33AB | C5 | 36.66AB |
| IC16 | 47.00AB | IC15 | 41.66AB | IC6 | 35.33AB |
| IC17 | 46.00AB | IC11 | 41.00AB | IC8 | 33.66AB |
| IC7 | 45.66AB | IC1 | 40.00AB | TGO | 31.00B |
| IC2 | 44.33AB | IC13 | 39.66AB | NS | 0.05 |
| IC5 | 44.33AB | C4 | 39.66AB | DMS | 20.556 |
| IC9 | 44.00AB | C1 | 39.33AB | CV | 15.76669 |
| IC3 | 44.00AB | C3 | 37.43AB | | |

El tratamiento que presento mayor altura fue el IC7 con 61.33 cm, mientras el que presento menor altura fue el IC1 con 30.00cm este ultimo junto con TGO fueron diferentes estadísticamente (Cuadro 4.7).

El resto de los tratamientos fueron estadísticamente iguales dominando este grupo con valores que van de los 58.66 a 33.66 cm de altura de la planta.

Cuadro 4.7 Medias de altura de planta en pimiento tercer muestreo.

| 01-Oct | | | | | |
|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| TRAT. | MEDIA | TRAT. | MEDIA | TRAT. | MEDIA |
| IC7 | 61.33A | IC16 | 50.00ABC | C1 | 41.00ABC |
| C2 | 58.66AB | IC4 | 49.66ABC | IC3 | 41.00ABC |
| IC2 | 58.66AB | IC10 | 48.66ABC | IC14 | 39.66ABC |
| IC11 | 57.00AB | IC8 | 48.66ABC | TGO | 33.66BC |
| IC13 | 56.33AB | IC9 | 48.33ABC | IC1 | 30.00C |
| C4 | 54.66ABC | IC5 | 43.66ABC | NS | 0.05 |
| IC17 | 52.33ABC | IC6 | 43.33ABC | DMS | 25.455 |
| IC15 | 50.33ABC | C5 | 42.66ABC | CV | 16.89907 |
| IC12 | 50.00ABC | C3 | 42.66ABC | | |

Al analizar los datos de altura comparando las tres fechas de muestreo podemos observar el comportamiento de los tratamientos a lo largo del ciclo de cultivo y discutir que tratamientos aumentaron, disminuyeron o se mantuvieron constantes estadísticamente en cada tratamiento, es importante mencionar que en la última medición de las variables fenológicas el cultivo presentó ciertos problemas debido a las bajas temperaturas y una incidencia alta de plagas, este problema se presentó en todos los tratamientos lo cual nos da una idea que estos factores afectaron el desarrollo óptimo del cultivo, esto se reflejó en la mayoría de los tratamientos, sin embargo algunos tratamientos mantuvieron su crecimiento normal muy probablemente influenciado por la protección de la cubierta y las propiedades de esta, a continuación describimos esta condición.

Se puede observar seis cubiertas (IC7, C2, IC2, IC11, C4 y IC15) que en el primer muestreo obtuvieron rangos medio de altura, se tendió a ser creciente al final ubicándose entre las mejores cubiertas con los mayores valores de altura. El comportamiento de estas cubiertas fue:

IC7 que en el primer muestreo se ubicó en el lugar 18 con 22cm de altura, en el segundo muestreo se incrementó al lugar 5 con 45.66cm y en el tercer muestreo fue el mejor tratamiento con el mayor valor de altura que fue 61.33cm.

C2 en el primer muestreo registró un valor de 25cm ubicándose en el lugar 12, en el segundo y tercer muestreo se ubicó como el I segundo mejor tratamiento con un valor de 49 y 58.66 cm de altura.

IC2 en el primer muestreo se ubicó en lugar 13 con 24.33cm, en el segundo muestreo incrementó ubicándose en el sexto lugar con 44.33cm y al final el tercer mejor tratamiento con 58.66cm.

IC11 al principio se ocupó el lugar 14 con 24.33cm, en el segundo muestreo se incrementó al lugar 13 con 41.0cm y al final fue el cuarto mejor tratamiento con 57.0cm.

C4 en el primer muestreo se ubico en el lugar 20 con 21.66cm, en el segundo muestreo se incremento al lugar 16 con 39.66cm y al final ocupo el sexto mejor tratamiento con 54.66cm.

IC15 al principio ocupo el lugar 19 con 22.0cm, en el segundo muestreo se incremento al lugar 12 con 41.66cm y al final se ubico en el octavo mejor lugar con 50.33cm. En estos casos aunque los tratamientos terminaron con alturas menores a lo esperado nos indica que estas cubiertas proporcional a lo largo del ciclo del pimiento las condiciones adecuadas para un buen desarrollo y un aumento considerable de altura.

Podemos observar que el tratamiento IC1 que en el primer muestreo obtuvo el mayor de altura en comparación con el resto de los tratamiento, en el segundo muestreo se ubico en un rango medio con un valor de 40.0 cm, y en el tercer muestreo se ubico en el ultimo lugar con un valor de altura menor en comparación con el resto de los tratamientos. Este tratamiento fue estadísticamente diferente al resto de las cubiertas.

El resto de los tratamientos tuvo variaciones entre cada fecha de muestreo. (Cuadro 4.8).

Cuadro 4.8 Comparación de medias de altura de planta en pimiento en las tres fechas de muestreo.

| 31-Jul | | 25-Ago | | 01-Oct | |
|-------------|---------|-------------|---------|-------------|--------------------|
| TRATAMIENTO | MEDIA | TRATAMIENTO | MEDIA | TRATAMIENTO | MEDIA |
| IC1 | 43A | IC4 | 52.33A | IC7 | 61.33 ^a |
| IC4 | 36.33AB | C2 | 49.00AB | C2 | 58.66AB |
| IC5 | 31BC | IC16 | 47.00AB | IC2 | 58.66AB |
| C3 | 30.33BC | IC17 | 46.00AB | IC11 | 57.00AB |
| IC10 | 29.66BC | IC7 | 45.66AB | IC13 | 56.33AB |
| C1 | 29.66BC | IC2 | 44.33AB | C4 | 54.66ABC |
| TGO | 29.33BC | IC5 | 44.33AB | IC17 | 52.33ABC |
| IC12 | 28.66BC | IC9 | 44.00AB | IC15 | 50.33ABC |
| IC16 | 28.33BC | IC3 | 44.00AB | IC12 | 50.00ABC |
| IC17 | 26.00BC | IC12 | 42.66AB | IC16 | 50.00ABC |
| IC13 | 25.66BC | IC10 | 42.33AB | IC4 | 49.66ABC |
| C2 | 25.00BC | IC15 | 41.66AB | IC10 | 48.66ABC |
| IC2 | 24.33C | IC11 | 41.00AB | IC8 | 48.66ABC |
| IC11 | 24.33C | IC1 | 40.00AB | IC9 | 48.33ABC |
| IC9 | 24.00C | IC13 | 39.66AB | IC5 | 43.66ABC |
| C5 | 23.66C | C4 | 39.66AB | IC6 | 43.33ABC |
| IC6 | 23.00C | C1 | 39.33AB | C5 | 42.66ABC |
| IC7 | 22.00C | C3 | 37.43AB | C3 | 42.66ABC |
| IC15 | 22.00C | IC14 | 37.00AB | C1 | 41.00ABC |
| C4 | 21.66C | C5 | 36.66AB | IC3 | 41.00ABC |
| IC14 | 21.66C | IC6 | 35.33AB | IC14 | 39.66ABC |
| IC8 | 21.33C | IC8 | 33.66AB | TGO | 33.66BC |
| IC3 | 21.00C | TGO | 31.00B | IC1 | 30.00C |

4.3 ÁREA FOLIAR (AF)

En el primer muestreo podemos observar que el tratamiento que presentó mayor área foliar fue el IC11 con 1021.33 cm^2 , el segundo mejor tratamiento fue el IC1 con un valor de 960.72 cm^2 (Cuadro 4.9).

El tratamiento IC3 fue el que presentó un menor valor de área foliar el cual fue de 144.183 cm^2 .

El resto de los tratamientos son estadísticamente iguales presentando valores que van de 922.61 a 279.05 cm^2 , este último fue el valor del testigo. Los valores muestran una gran diferencia numérica entre ellos sobre todo si consideramos que es precisamente el área foliar la responsable de la mayoría de las funciones de la planta como receptor de luz, transformador y almacenador de carbohidratos.

Cuadro 4.9 Medias de área foliar en pimiento primer muestreo.

| 31-Jul | | | | | |
|--------|----------------------|-------|-------------|------------|--------------|
| TRAT. | MEDIA | TRAT. | MEDIA | TRAT. | MEDIA |
| IC11 | 1021.33 ^a | C4 | 656.64BCDEF | IC14 | 507.43DEFG |
| IC1 | 960.72AB | IC16 | 645.67BCDEF | IC4 | 482.42EFG |
| C3 | 922.61ABC | IC15 | 601.84CDEF | IC7 | 389.14FGH |
| C1 | 827.30ABCD | C2 | 584.28DEFG | IC17 | 279.05GH |
| IC2 | 765.96ABCDE | IC10 | 583.95DEFG | IC3 | 144.18H |
| C5 | 763.87ABCDE | IC8 | 557.73DEFG | N.S | 0.05 |
| TGO | 746.32ABCDE | IC13 | 552.19DEFG | | * |
| IC12 | 703.58ABCDEF | IC9 | 551.99DEFG | C.V | 31.13 |
| IC5 | 689.98BCDEF | IC6 | 508.07DEFG | | |

En este segundo muestreo todos los tratamientos fueron estadísticamente iguales, no presentaron diferencia estadística entre ellos (cuadro 4.10).

Cuadro 4.10 Medias de área foliar en pimiento segundo muestreo .

| 25-Ago | | | | | |
|--------|---------|-------|---------|------------|-------------|
| TRAT. | MEDIA | TRAT. | MEDIA | TRAT. | MEDIA |
| IC11 | 3235.26 | C4 | 3565.35 | IC14 | 2813.52 |
| IC1 | 4838.41 | IC16 | 3392.02 | IC4 | 2742.65 |
| C3 | 4345.16 | IC15 | 3360.50 | IC7 | 2722.96 |
| C1 | 4321.94 | C2 | 3214.64 | IC17 | 2685.08 |
| IC2 | 4135.31 | IC10 | 3154.74 | IC3 | 2679.06 |
| C5 | 3978.99 | IC8 | 3055.54 | N.S | 0.05 |
| TGO | 3856.31 | IC13 | 2964.92 | | |
| IC12 | 3833.07 | IC9 | 2961.87 | | |
| IC5 | 3565.35 | IC6 | 2899.50 | | |
| | | | | C.V | 29.3 |

En este último muestreo el tratamiento que presentó mayor área foliar fue el IC2 con 5952.06 cm², seguido por los tratamientos IC7 y IC16 con valores de 5453.94 y 5351.82 cm² respectivamente (cuadro 4.11).

El tratamiento IC3 fue el que obtuvo valores menores de área foliar el cual fue de 751.58 cm².

El resto de los tratamientos fueron estadísticamente iguales presentando valores de área foliar que van de 4335.10 a 1377.39 cm².

Cuadro 4.11 Medias de área foliar en pimiento tercer muestreo.

| 1-OCT | | | | | |
|-------|--------------|-------|--------------|------------|--------------|
| TRAT. | MEDIA | TRAT. | MEDIA | TRAT. | MEDIA |
| IC2 | 5952.06A | IC1 | 3352.04BCDEF | IC6 | 1757.47EFG |
| IC7 | 5453.94AB | C2 | 3152.07CDEF | IC15 | 1712.94EFG |
| IC16 | 5351.82AB | IC8 | 2902.90CDEF | IC14 | 1700.70EFG |
| C4 | 4335.10ABC | IC12 | 2803.78CDEFG | C1 | 1377.39FG |
| IC13 | 3965.66ABCD | IC17 | 2296.70CDEFG | IC3 | 751.5833G |
| IC9 | 3953.53ABCD | IC4 | 2216.49DEFG | N.S | 0.05 |
| IC5 | 3781.83BCDE | C5 | 2152.36DEFG | | |
| IC10 | 3538.50BCDE | TGO | 2116.56DEFG | C.V | 42.23 |
| IC11 | 3365.35BCDEF | C3 | 1818.11EFG | | |

Al comparar los valores de área foliar en los tres muestreos realizados podemos observar que el tratamiento IC2 en el primer y segundo muestreo se mantuvieron constantes ocupando el sexto mejor lugar dentro de los 23 tratamiento con valores de 765.96 y 4135.31 cm² respectivamente, para al final ser el mejor tratamiento que reflejo el mayor valor área foliar que fue de 5952.06 cm² (cuadro 4.12).

El tratamiento IC7 en el primer y segundo muestreo ocupo el lugar 21 con valores de 389.14 y 2722.96 cm², al final fue el segundo mejor tratamiento con un valor de área foliar de 5452.06 cm².

El tratamiento IC16 en el segundo y tercer muestreo ocupo el lugar 11 con valores de 645.66 y 3392.02 cm², para al final ser el tercer mejor tratamiento con un valor de área foliar de 5351.82 cm².

Para el caso de los tratamientos IC2, IC7 y IC16 se observa a pesar de las condiciones adversas en el último muestreo mantuvieron un aumento en el área foliar, esto mismo sucedió con los tratamientos C4, IC13, y IC9, mientras que el resto de las cubiertas para la última evaluación disminuyeron la cantidad de área foliar presente en la planta

El tratamiento IC3 en todo momento ocupo el último lugar de los 23 tratamientos con los valores mas bajos de área foliar y cabe destacar que incluso termino con menos área foliar incluso de la que algunos otros tratamientos presentaron en la primera evaluación cuando la planta estaba en las primeras etapas de desarrollo.

Cuadro 4.12 Comparación de medias de área foliar en pimiento en las tres fechas de muestreo.

| TRAT. | 31-Jul | TRAT. | 25-Ago | TRAT. | 01-Oct |
|------------|--------------|------------|-------------|------------|--------------|
| IC11 | 1021.33A | IC11 | 3235.26 | IC2 | 5952.06A |
| IC1 | 960.72AB | IC1 | 4838.41 | IC7 | 5453.94AB |
| C3 | 922.61ABC | C3 | 4345.16 | IC16 | 5351.82AB |
| C1 | 827.30ABCD | C1 | 4321.94 | C4 | 4335.10ABC |
| IC2 | 765.96ABCDE | IC2 | 4135.31 | IC13 | 3965.66ABCD |
| C5 | 763.87ABCDE | C5 | 3978.99 | IC9 | 3953.53ABCD |
| TGO | 746.32ABCDE | TGO | 3856.31 | IC5 | 3781.83BCDE |
| IC12 | 703.58ABCDEF | IC12 | 3833.07 | IC10 | 3538.50BCDE |
| IC5 | 689.98BCDEF | IC5 | 3565.35 | IC11 | 3365.35BCDEF |
| C4 | 656.64BCDEF | C4 | 3565.35 | IC1 | 3352.04BCDEF |
| IC16 | 645.67BCDEF | IC16 | 3392.02 | C2 | 3152.07CDEF |
| IC15 | 601.84CDEF | IC15 | 3360.50 | IC8 | 2902.90CDEF |
| C2 | 584.28DEFG | C2 | 3214.64 | IC12 | 2803.78CDEFG |
| IC10 | 583.95DEFG | IC10 | 3154.74 | IC17 | 2296.70CDEFG |
| IC8 | 557.73DEFG | IC8 | 3055.54 | IC4 | 2216.49DEFG |
| IC13 | 552.19DEFG | IC13 | 2964.92 | C5 | 2152.36DEFG |
| IC9 | 551.99DEFG | IC9 | 2961.87 | TGO | 2116.56DEFG |
| IC6 | 508.07DEFG | IC6 | 2899.50 | C3 | 1818.11EFG |
| IC14 | 507.43DEFG | IC14 | 2813.52 | IC6 | 1757.47EFG |
| IC4 | 482.42EFG | IC4 | 2742.65 | IC15 | 1712.94EFG |
| IC7 | 389.14FGH | IC7 | 2722.96 | IC14 | 1700.70EFG |
| IC17 | 279.05GH | IC17 | 2685.08 | C1 | 1377.39FG |
| IC3 | 144.18H | IC3 | 2679.06 | IC3 | 751.58G |
| N.S | 0.05 | N.S | 0.05 | N.S | 0.05 |
| | * | | N.S | | * |
| C.V | 31.13 | C.V | 29.3 | C.V | 42.23 |

4.4 Rendimiento en kg/m^2

La comparación del rendimiento está separado en tres grupos para su análisis el primer grupo las tratamientos tuvieron rendimientos de 3.5 a 4.5 kg/m^2 y aquí se puede observar que el tratamiento IC8 fue el que presento mayor rendimiento con 4.4 kg/m^2 .

Los tratamientos IC1, IC7, IC2, IC6 y IC5 se encontraron dentro de un rango de valores que van de 3.84 a 4.10 kg/m^2 y el tratamiento IC16 tuvo un rendimiento de 3.5 kg/m^2 (figura 4.1)

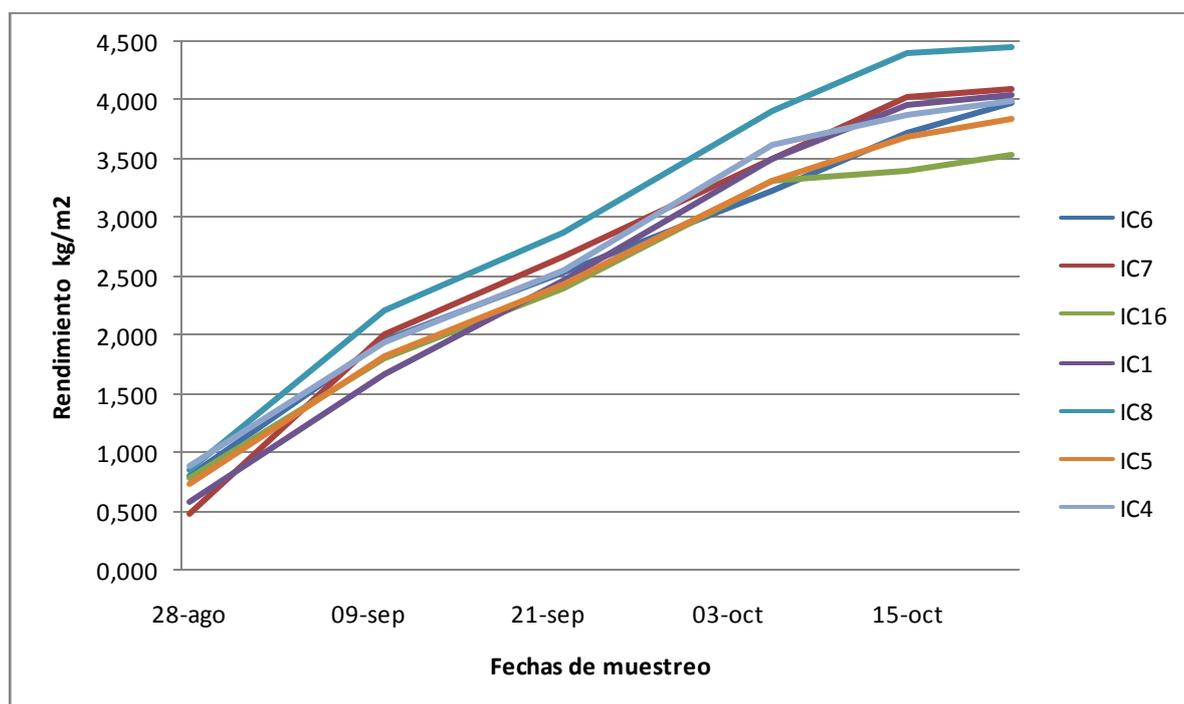


Figura 4.1 Rendimiento total rango 3.5 – 4.5 kg/m^2

En este grupo de cubiertas podemos observar que el rendimiento entre cada tratamiento fue relativamente igual ubicándose dentro de un rango que van de los 3 a los 3.48 kg/m²

El mayor dentro de este rango fue el IC3 con 3.48 kg/m², mientras que el menor de este rango fue el tratamiento IC10 con 3.00 kg/m² (Figura4.2).

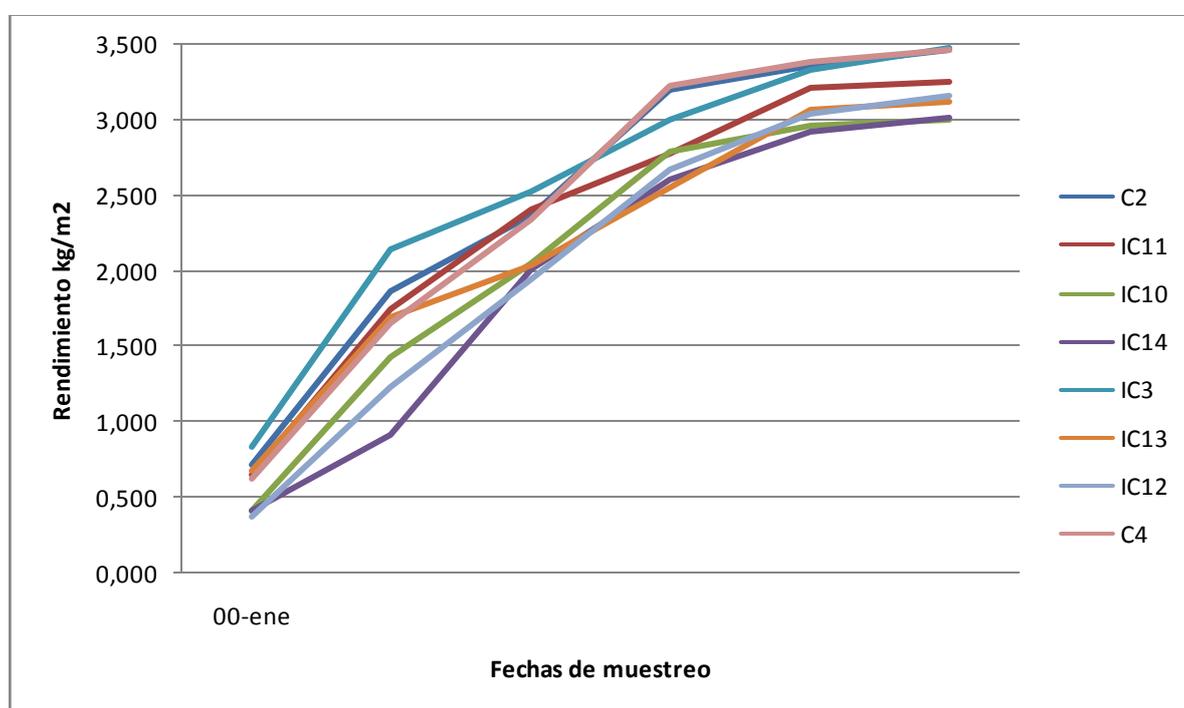


Figura 4.2 Rendimiento total rango 3.0 – 3.5 kg/m²

Finalmente en este último grupo los tratamientos presentaron rendimiento entre los 2 y los 2.93 kg/m²:

Los tratamientos IC9 con rendimiento de 2.93 kg/m² seguido por el IC17 con 2.87 kg/m², se podría decir que estos fueron los mayores valores en este rango.

En valores de rendimiento medio están los tratamientos C5, C3, IC15 y C1 con valores de 2.70, 2.65, 2.41 y 2.33 kg/m² respectivamente.

El TESTIGO obtuvo un rendimiento de 2.07 kg/m², el cual fue el menor en comparación con el resto de los tratamientos (Figura 4.3).

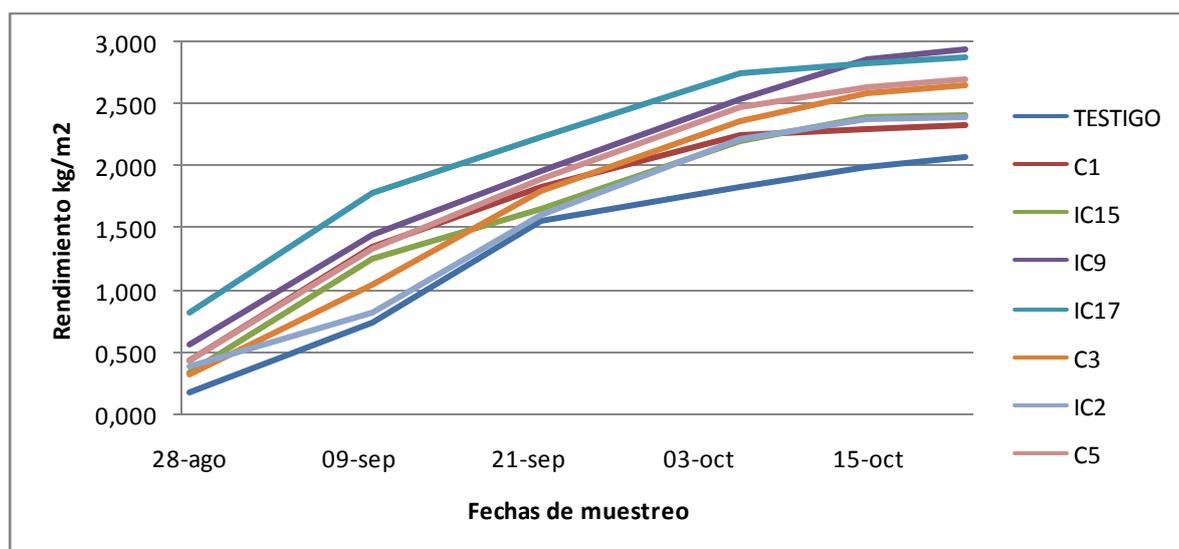


Figura 4.3 Rendimiento total rango 2.0 – 3.0 kg/m²

Cuadro 4.12 Porcentaje de fruto comercial y desecho o dañado.

| TRAT. | COMERCIAL | DESECHO | REND. TOTAL | %DESECHO | %COMERCIAL |
|--------------|------------------|----------------|--------------------|-----------------|-------------------|
| TESTIGO | 2.07 | 0.80 | 2.87 | 27.86 | 72.14 |
| ENO | 3.47 | 0.43 | 3.90 | 11.13 | 88.87 |
| LDFT | 3.26 | 0.67 | 3.93 | 17.17 | 82.83 |
| AFA | 2.33 | 0.76 | 3.09 | 24.58 | 75.42 |
| RFT | 2.41 | 0.50 | 2.91 | 17.10 | 82.90 |
| FLS | 2.93 | 0.44 | 3.38 | 13.14 | 86.86 |
| APT | 3.97 | 0.56 | 4.53 | 12.35 | 87.65 |
| AVS | 4.10 | 0.41 | 4.51 | 9.14 | 90.86 |
| TT | 2.87 | 0.47 | 3.34 | 14.03 | 85.97 |
| LDFS | 3.00 | 0.42 | 3.42 | 12.23 | 87.77 |
| TS | 3.54 | 0.66 | 4.20 | 15.77 | 84.23 |
| AGS | 4.04 | 0.50 | 4.54 | 10.93 | 89.07 |
| RFS | 3.02 | 0.54 | 3.56 | 15.16 | 84.84 |
| GER | 2.66 | 0.50 | 3.16 | 15.95 | 84.05 |
| AGT | 2.40 | 0.56 | 2.96 | 18.90 | 81.10 |
| YAG | 2.71 | 0.53 | 3.24 | 16.48 | 83.52 |
| AVT | 4.46 | 0.53 | 4.99 | 10.69 | 89.31 |
| APS | 3.84 | 0.28 | 4.12 | 6.82 | 93.18 |
| ANS | 3.48 | 0.23 | 3.71 | 6.10 | 93.90 |
| LDT | 3.12 | 0.33 | 3.45 | 9.59 | 90.41 |
| LDS | 3.17 | 0.50 | 3.67 | 13.61 | 86.39 |
| ANT | 3.99 | 0.65 | 4.64 | 14.07 | 85.93 |
| MAC | 3.46 | 0.60 | 4.06 | 14.83 | 85.17 |

V CONCLUSIONES

De acuerdo a las condiciones ambientales, manejo del cultivo y respuestas del cultivo de chile pimiento morrón evaluado, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

El uso de diferentes cubiertas plásticas si mostro influencia en los parámetros morfológicos de crecimiento, desarrollo y área foliar en el cultivo de pimiento morrón var. Capistrano.

En la variable de diámetro de tallo los tratamientos que tuvieron mejor respuesta fueron el IC7, IC16 y IC17 aunque en el primer y segundo muestreo estuvieron en los valores bajos y medios de diámetro en el tercer muestreo se ubicaron en los primeros valores de diámetro con 2.02, 2.0 y 1.77 cm respectivamente, lo cual nos indica que a lo largo del ciclo del pimiento estas cubiertas proporcionan las condiciones adecuadas para el aumento considerable de diámetro.

En altura de planta los tratamientos con mejor respuesta fueron IC7, C2, IC2, IC11, C4 y IC15 que aunque en el primer muestreo obtuvieron rangos medios de altura, su tendencia fue creciente al final ubicándose entre las mejores cubiertas con los mayores valores de altura, estos fueron 61.33, 58.66, 58.66, 57.0, 54.66 y 50.33 cm respectivamente, estos tratamientos proporcionaron las condiciones adecuadas para el aumento de altura, independientemente de los problemas de temperaturas bajas y plagas que se presentaron a lo largo del ciclo.

En la variable de área foliar los mejores tratamientos fueron IC2, IC7 y IC16 ocupando e primer, segundo y tercer lugar con valores de 5952.06, 5452.06 y 5351.81 cm² respectivamente, mientras que el resto de las cubiertas para la ultima evaluación disminuyeron la cantidad de área foliar presente en la planta.

En cuanto a rendimiento el mejor tratamiento fue el IC8 con 4.4 kg/m^2 , seguido por los tratamientos IC1, IC7, IC2, IC6 y IC5 que se encontraron dentro de un rango de valores que van de 3.84 a 4.10 kg/m^2 , mientras que el tratamiento IC16 tuvo un rendimiento de 3.5 kg/m^2 estos fueron los tratamientos con mayor rendimiento. El TESTIGO obtuvo un rendimiento de 2.07 kg/m^2 , el cual fue el menor en comparación con el resto de los tratamientos.

El tratamiento IC7 fue uno de los mejores tratamientos obteniendo los valores más altos en las variables de altura, área foliar, rendimiento y diámetro.

El tratamiento IC2 fue el segundo mejor coincidiendo en las variables de altura de planta, área foliar y rendimiento.

El tratamiento IC16 solo coincidió entre uno de los mejores en las variables de diámetro y área foliar.

BIBLIOGRAFIA

Alvarado. V. P. 1999. Acolchado de suelo mediante filmes de polietileno, Agroeconómico de la fundación Chile en el número (5): 1-9.

Alpi. F. Tognoni, 1999. Cultivos en Invernadero 3 Ed. Mundi Prensa, México.

Aguilar, E. P., 2006. Supresión de hongos fitopatogenos de suelo mediante agentes de biocontrol en el cultivo de chile bajo condiciones de invernadero. UAAAN

Benavides, A., 2002. Control Micro ambiental, Control Metabólico y Morfogénesis.

<http://www.geocities.com/CapeCanaveral/Runway/8787/plastfot.htm>

Burgueño, H.; F. Uribe y M. Valenzuela 1994. La fertirrigación en Cultivos Hortícolas con Acolchados Plástico. 3ed. Impre-jal. Jalisco, México. 46pag.

Bojorques, 2009. Crecimiento exponencial de los invernaderos. Productores de hortalizas. www.hortalizas.com

Castellanos, 2003. Manual de producción hortícola en invernadero. INCAPA, México. Pp 157-186.

Cano, A. M., F 1994. El cultivo del chile. Monografías. Pimiento 15-68p.

Camacho, ferre, F.2003. Técnicas de producción en cultivos protegidos. Ediciones Agronómicas. Tomo1 de 2., Madrid España.

Camacho, ferre, F.2003. Técnicas de producción en cultivos protegidos. Ediciones Agronómicas. Tomo2de 2., Madrid España.

Del Castillo, J. A., Uribarri, A., Sádaba, S., Aguado, G., De Galdeano, J.S. 2004. Guía de cultivo del pimiento en invernadero, Navarra agraria.

Guenko, G. 1983. Fundamentos de la horticultura cubana. La Habana Cuba. Segunda edición

Madrid España, 354 p.

Guzmán, P.M. y A. Sánchez. 2000. Sistema de explotación y tecnología de producción. In. Memorias del Curso Internacional de Ingeniería, Manejo y Operación de Invernaderos Para la productividad Agrícola (INCAPA, S.C.). 21-26 de agosto Guadalajara, jal., México. Pp 64-94.

Martínez, S., A. 1999. Evaluación de dos cultivares de pimiento morrón (*Capsicum annum* L.) Bajo sistema de acolchado de suelo y riego por goteo. Tesis de licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Mingo y Castel, A.M. Efecto de las condiciones ambientales en el contenido de sustancias de crecimiento en las hojas y su relación con su capacidad fotosintética. INIA 2004. 22p.

Muguiro, A. 1999. Evaluación económica para diferentes ciclos de producción de Pimiento en invernadero con y sin calefacción, en General Pico, provincia de La Pampa. **Fac. Cs. Agrarias. UNR. Proyecto Hortícola Rosario. CC 14 (2123) Zavalla. Santa Fe. Argentina.**

Muñoz, R., J.J. 2003. El cultivo de pimiento en invernadero. En: Muñoz, R., J.J. y J.Z.

Muller, S.J., Haubrich, M., Renck, W.O. 1994. Evaluación de la influencia de la tasa de radiación solar sobre la durabilidad de las películas agrícolas PEBD. Petroquímica triunfo S.A. departamento de producto, calle Chávez Barcelos, Porto Alegre, RS-Brasil.

McCREE, K. 1973. A rational approach to light measurements in plant ecology. *Current*

Advances in Plant Science. 3: 39-43.

MONTHEITH, J. 1977. Climate and the efficiency of crop production in Britain. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, B. 281: 277-294.

Nuez, F., Ortega G. R., Acosta J. 1996. El cultivo de pimientos, Chiles y Ajies. Mundi-Prensa. Barcelona, España. P.2.

Ibarra, J.L. y P.A. Rodríguez 1997. Acolchado de Suelos con Película Plástica. Ed. Limusa Noriega Editores. México. 132p.

INFOAGRO.COM. ELCULTIVODELPIMIENTO (1ª parte).

Thepeppergrowing. InfoagroSystems, S.L.C/Capitán Haya, 60, 3º, 28020, Madrid, España

Itesm,2002.generalidadesdeacolchado<http://www.gro.itesm.mx/agronomia2/extensivos/DaacolchadoGeneralidades.html>

Janick, J. 1965. Horticultura Científica e Industrial. Editorial Acriba. Zaragoza, España. 210p.

JONES, C.A. 1983. A survey of the variability in tissues nitrogen and phosphorus

Concentration in maize and grain sorghum. Field Crop Research 6: 133-147.

Ortega, 1990. Resistencia a phytophthora capsici león en pimiento. Instituto nacional de investigación y tecnología agraria y alimentaria.madrid España. Pp 369

Papaseit, P.; A. Vilamau, y X. Carbonell, 2001. XII Congreso internacional de plásticos en la Agricultura. Comité Español de Plásticos en Agricultura. [En línea] http://www.horticom.com/tem_aut/plastic/congres2.html

Pilatti, R.,A y J.,C. Favaro. 1999. El cultivo de pimiento bajo invernadero. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España 350 P.

Pozo, C. O. 1983. Logros y aportaciones de la investigación agrícola en el cultivo del chile SARH- INIA. PP. 5-18. León, Gto, México.

PILATTI, R.A.; 1997. Cultivos bajo invernaderos

- ROTONDO, R.; MONDINO, M.; FERRATTO, J.; GRASSO, R.; LONGO, A.; Efecto de la poda de conducción, raleo de frutos y densidad de plantación sobre la productividad del cultivo de Pimiento (*Capsicum annum L.*) bajo invernadero.

Randolph, A. 1996. Producción y comercialización de hortalizas. Revista productores de hortalizas. Publicaciones periódicas. Pp. 14-17.

Rodríguez, J.L. 2002. 150 mil hectáreas dedicadas a la producción de chiles picosos. Publicación mensual. Productores de hortalizas. Julio. México. Pp. 27-29

Salunkhe, D.K. ; kadam, S.S. T72, 2004. Tratado de ciencia y tecnología de las hortalizas. SB320.9

SARH. 1994. Guía para cultivar chile en el norte de Guanajuato, México.

SARH 1994. Sistema producto-chile. In: datos básicos. Secretaria de agricultura y recursos hidráulicos. Subsecretaria de agricultura. Dirección general de política agrícola. Pp. 21-32,

Serrano C., Z. 1990. Técnicas de invernadero. ED. P. A.O. suministros Gráficos S:A: Sevilla, España. 664 p.

Serrano C., Z. 2003. Construcción de invernaderos. ED. mundiprensa. Suministros Gráficos S: A: Sevilla, España. 550 p.

Splittstoesser W. E. and J.E.Brown. 1991 Current changer in plasticulture for crop production. In: Proc. Nat. Agric. Plastics Congress. Amer. Soc. For Plast. Mobile, Alabama. Sep. 29 Oct. 3, 1991 pp.241-253.

Sifuentes, S. D.M., 2007.estudio en plántulas de lechuga inoculadas con azopirillim sp y cubiertas plásticas de colores, tesis, UAAAN. Saltillo coah. Pág. 11.

Solplas, M. 2002. Características de films. 3ª ed. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España 571P.

Valadez, L., A. 1996. Producción de hortalizas. 5ta reimpresión. Editorial Limusa, S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores. Pp. 185-197. México. D.F

Faxsa, 2002. Chile dulce pimiento.
<http://www.faxsa.com.mx/semhort1/c60aaabr.htm>.

FAO. 1991. Anuario de Producción. Italia, 45, 265.

WILLIAMS, C. 1971. Reactions of surface applied superphosphate with soil. II.

Movement of the phosphorus and sulphur into the soil. Australian Journal of Soil Research 9: 95-106.