

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISION DE AGRONOMIA



**EVALUACION DEL EFECTO DE MICROTUNELES CON PELICULAS
PROTOTIPO PARA INVERNADERO, SOBRE EL CULTIVO DE
CALABACITA var. Zucchini grey.**

Por:

OSCAR R. HERNANDEZ MARTINEZ.

T E S I S

**Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:**

Ingeniero Agrónomo en Horticultura

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Marzo, 1999.

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISION DE AGRONOMIA

**EVALUACION DEL EFECTO DE MICROTUNELES CON PELICULAS
PROTOTIPO PARA INVERNADERO, SOBRE EL CULTIVO DE
CALABACITA var. Zucchini grey.
TESIS**

Presentada por:

OSCAR R. HERNANDEZ MARTINEZ

**Que Somete a Consideración del H. Jurado Examinador
como Requisito Parcial para Obtener el Titulo de:**

Ingeniero Agrónomo en Horticultura

Dr. Manuel de la Rosa Ibarra

Asesor principal

MC. Ma. Rosario Quezada M.

Asesor

M.C. Juan P. Munguia L.

Asesor

M.C. REYNALDO ALONSO VELAZCO

COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA

Buenavista, Saltillo, Coahuila., México.

Marzo, 1999.

INDICE DE CONTENIDO

Dedicatoria -----	X
Agradecimiento-----	XI
La educación -----	XIII
INTRODUCCIÓN-----	1
OBJETIVO E HIPOTESIS-----	3
REVISIÓN DE LITERATURA-----	4
Generalidades de la Calabacita-----	4
Origen e Historia-----	4
Características Botánicas y Taxonómicas-----	4
Requerimiento de Clima-----	5
Requerimiento de Suelo y Fertilización-----	6
Tipos y Cultivares -----	6
Densidad de Siembra y Población-----	7
Practicas al Cultivo-----	8
Cosecha -----	9
Valor Nutritivo-----	9
Aplicación de los Plásticos en la Agricultura-----	10
Los Plásticos Para la Agricultura en el Mundo-----	12
Importancia de los Plásticos Para Uso Agrícola-----	15
Efecto de los Materiales Plásticos Utilizados en Túneles	

e Invernaderos-----	16
Efecto Sobre la Temperatura-----	16
Efecto Sobre la Humedad-----	17
Viento-----	18
Intensidad de la Radiación y Temperatura del Aire-----	18
Protección Contra Factores Adversos-----	19
Beneficios Obtenidos al Usar Túneles e Invernaderos	
Cubiertos con Plásticos-----	19
El Uso de Microtuneles -----	21
Efecto y Ventajas de los Microtuneles-----	21
 Cubiertas Plásticas Para Protección de Cultivos-----	 22
 Características de los Plásticos Utilizados en la Protección de Cultivos-----	 23
 Características Deseables en un Material de Cubierta-----	 24
Propiedades Ópticas-----	24
Transparencia -----	25
Opacidad a las Radiaciones Infra –Rojo (IR) Larga-----	26
Comportamiento Térmico-----	26
Difusión de la Luz-----	27
Envejecimiento Radiométrico -----	27
Propiedades Físicas-----	28
Ligereza-----	28
Flexibilidad-----	28
Estabilidad Térmica-----	29
Duración-----	29
Envejecimiento-----	30
Envejecimiento Físico-----	31
 Materiales Plásticos Utilizados en las Cubiertas de Túneles	

e Invernaderos-----	31
Poliétileno-----	32
Propiedades -----	33
Tipos de Poliétileno-----	33
Policloruro de Vinilo-----	34
Propiedades-----	35
Policarbonatos-----	35
Polimetacrilato de Metilo-----	36
 Materiales para Cubierta-----	36
Materiales Traslúcidos-----	38
Materiales de Sombreo-----	38
Materiales Para Pantalla Térmica-----	39
 Generalidades Sobre el Acolchado de Suelo-----	39
Acolchado de Suelo con Película Plástica-----	40
Tipos de Películas Plásticas-----	41
Efecto del Acolchado de Suelo-----	42
Ventajas Económicas del Acolchado de Suelo-----	42
Cultivo que se Pueden Acolchar-----	44
 MATERIALES Y MÉTODOS-----	45
 Localización Geográfica-----	45
Características del Sitio Experimental-----	45
Clima -----	45
Suelo-----	46
Material Vegetal-----	46
Marco de Plantación-----	46
Acolchado-----	46
Riego-----	46

Siembra-----	47
Descripción del Diseño-----	48
Los Tratamientos Evaluados-----	48
Croquis-----	49
Fertilización-----	49
Labores Culturales-----	50
Cosecha-----	50
Variables Evaluadas-----	51
Materiales Utilizados-----	52
 RESULTADOS Y DISCUSIONES-----	 53
 Variables Evaluadas en Desarrollo-----	 53
Diámetro de Tallo-----	53
Altura de Planta-----	58
Numero de Hoja-----	63
Variables Evaluadas en Rendimiento-----	67
Rendimiento -----	67
Numero de Frutos-----	69
 CONCLUSIONES-----	 80
 BIBLIOGRAFÍA-----	 81

INDICE DE CUADROS

CUADRO No. 1. Comparación de medias de diámetro de tallo con diferentes tratamientos de películas plásticas para forzado de cultivo, acolchado y suelo desnudo.-----	56
CUADRO No. 2. Comparación de medias de altura de planta con diferentes tratamientos de películas plásticas para forzado de cultivo, acolchado y suelo desnudo.-----	61
CUADRO No. 3. Comparación de medias para numero de hojas con diferentes tratamiento de películas plásticas para forzado de cultivo, acolchado y suelo desnudo.-----	65
CUADRO No. 4. Comparación de medias de rendimiento y numero de frutos con diferentes tratamientos de películas plásticas para forzado de cultivo, acolchado y suelo desnudo.-----	72

.INDICE DE FIGURAS

FIGURA No. 1. Evaluación de la variable diámetro de tallo en 9 tratamientos para forzado de cultivo, acolchado y suelo desnudo.-----	57
FIGURA No. 2. Evaluación de la variable altura de planta en 9 tratamientos para forzado de cultivo, acolchado y suelo desnudo.-----	62
FIGURA No. 3. Evaluación de la variable número de hojas en 9 tratamientos para forzado de cultivo, acolchado y suelo desnudo.-----	66
FIGURAS No. 4. Evaluación de la variable rendimiento (gr) en 9 tratamientos para forzado de cultivo, acolchado y suelo desnudo.-----	73
FIGURA No. 5. Evaluación de la variable número de frutos en 9 tratamientos para forzado de cultivos, acolchado y suelo desnudo.-----	74

FIGURA No. 6. Rendimiento en diferentes tratamientos para
forzado de cultivos, acolchado y suelo desnudo.-----75

FIGURA No. 7. Temperatura bajo microtuneles con diferentes
películas para invernadero.-----76

FIGURA No. 8. Radiación total dentro de microtuneles con
películas para invernadero plateadas y perlecentes en
comparación con una película comercial (convencional)----77

FIGURA No. 9. Radiación total dentro de microtuneles con
películas para invernadero perlecentes, en comparación
con la radiación en el exterior.-----78

FIGURA No. 10. Radiación total dentro de microtuneles con
películas para invernadero plateadas, en comparación
con la radiación del exterior-----79

DEDICATORIA

A mis padres

SR. MARTIN ANDRES HERNANDEZ ANGELINA

SRA. HILDA MARTINEZ LOPEZ

A quienes por siempre llevo presentes en mi mente y corazón, y aunque a veces pareciera lo contrario, déjenme decirles, no es así.

Con respeto y admiración por su lucha y sacrificio, por su apoyo moral y económico que siempre estuvo presente durante mi carrera... GRACIAS.

A mis hermanos: con cariño

Marisol

Dagoberto

Cirilo (†)

Celso Martín

Dora Hilda

A toda mi familia:

GRACIAS.

AGRADECIMIENTOS.

A la **UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO** y en especial al departamento de horticultura. Gracias mi alma terra mater
Por enseñarme que el juego de la vida merece la pena jugarse, y que el precio es la lucha.

A los **MAESTROS** por enseñarnos a ser responsables cada día, por el esfuerzo de querer que cada uno sobresalga entre los demás por hacernos saber que en realidad podemos con todo lo que esta a nuestro alcance, y por dedicarnos un tiempo que es muy importante para ustedes.

A mis **ASESORES**, especialmente a al bióloga Ma. Del Rosario Quezada Martín, a quien estoy completamente agradecido. Que con su apoyo y asesoría se hizo posible la realización y culminación de este trabajo.

Al departamento de **BOTANICA** y personal que labora, especialmente al Dr. Manuel de la Rosa Ibarra jefe de departamento, por la facilidad para trabajar en la redacción de este trabajo y asesoría del mismo.

Al **CIQA**, por permitirme compenetrar en su campo y brindarme las facilidades para el desarrollo del presente trabajo. Así como aquellos que ahí laborar y participaron con su apoyo para este mismo

A mis **AMIGOS Y COMPAÑEROS** de generación LXXXVI DE HORTICULTURA segunda sección; al equipo DE JUDO, periodo 1996 – 98. A mi entrenador prof. Regino Dimas R. Por todo lo aprendido.

A todas aquellas personas que me dieron un espacio en sus vidas y pasaron a formar parte de la mía, con su sincera amistad... **A TI GRACIAS.**

A LA VIDA por darme un tiempo y un espacio para existir, y crear mi mundo.

Iba un hombre caminando por el desierto cuando oyó una voz que le dijo:

- Levanta unos guijarros, metelos a tu bolsillo y mañana te sentirás a la vez triste y contento.

A quel hombre obedeció, se inclino recogió un puñado de guijarros y se los metió al bolsillo.

A la mañana siguiente, vio que los guijarros se habían convertido en diamantes, rubíes y esmeraldas.

Y se sitio feliz y triste.

Feliz, por haber recogido los guijarros; triste, por no haber recogido más.

Lo mismo ocurre con **la educación**.

Es por ello que la tragedia de la vejes no consiste en ser viejo,

Sino, en haber sido joven.

INTRODUCCIÓN

La importancia de los plásticos en la agricultura, así como los usos y formas variadas en que los productores los están empleando, radica principalmente en la eficiencia del agua, protección contra condiciones adversas, incremento de los rendimientos y logrando con esto un beneficio económico mayor.

En la actualidad el uso de los plásticos ha aumentado considerablemente en los diferentes países como son: Italia, Japón, España, Israel y México, los cuales los emplean principalmente en invernaderos, túneles, acolchado de suelo y riego por goteo.

En México el uso de los invernaderos con películas plásticas se ha enfocado principalmente a la producción florícola concentrada principalmente en el centro de la República (Edo. De México, Distrito Federal, Morelos, Puebla y Michoacán), ya que por su alto rendimiento económico son las únicas que cubren los altos costos de estos, ya que ofrecen la posibilidad de mayores producciones, precocidad y como consecuencia de esto, mayores precios por producto. Dado que las cubiertas plásticas de un invernadero tienen el efecto de crear un microclima en el interior, se permite un buen desarrollo de las plantas en épocas cuyas condiciones climáticas impiden que los cultivos puedan desarrollarse al aire libre.

El polietileno es el material plástico que más demanda tiene para uso agrícola, pero presenta desventajas ya que tiene una rápida degradación en climas cuyas radiaciones sean altas si estos materiales no tienen aditivos que retarden esta degradación y por otro lado dejan enfriar el invernadero si dicho polietileno no es térmico, o se calienta mucho en épocas de verano, por lo que hay que hacer uso de otras prácticas.

Muchos productores a fin de disminuir la cantidad de radiación que pasa al interior del invernadero y evitar las altas temperaturas ahí alcanzadas han recurrido al uso del encalado de las cubiertas, acelerando con esto la degradación de las cadenas de polímeros, y al uso de mallas antigranizo, haciendo en ocasiones deficiente la utilidad del invernadero por la mala calibración de la cantidad de radiación que se recibe en el interior, esto trae como consecuencia que se aumenten los costos de producción y sea poco redituable el uso del invernadero. En la actualidad el uso de las cubiertas plásticas se ha enfocado principalmente a aquellos cultivos con mayor importancia económica.

Las solanaceas y las cucurbitaceas son las familias de hortalizas más importantes en México por la superficie sembrada, reportándose una superficie de 63 000 ha. (UNPH, 1995).

Con respecto a las cucurbitaceas, la calabacita ocupa el primer lugar por la superficie sembrada, así como por su alta redituabilidad, fácil manejo y gran demanda de mano de obra (Valadez, 1989).

Con este trabajo se pretende encontrar una película para cubierta con un aditivo adecuado, que funcione como regulador térmico que nos disminuya costos y labores innecesarias, haciendo eficiente el uso del invernadero y que se logre un microclima adecuado en el interior que permita obtener buenos resultados como precocidad, producción y calidad. Hoy en día la incorporación de aditivos a las películas plásticas a tomado gran importancia ya que se pueden favorecer ciertas características de determinados cultivos con muy buenos resultados en cuanto a producción.

OBJETIVO

Determinar el efecto de la transmisión de la radiación a través de la película plástica sobre la temperatura del ambiente, desarrollo y rendimiento del cultivo de calabacita var. Zucchini grey.

HIPÓTESIS

Las películas con aditivos plateados y aperlados nos ayudan a controlar las temperaturas del ambiente en el interior del invernadero, sin alterar el desarrollo del cultivo y evitan la necesidad del uso del encalado y mallas antigranizo.

REVISION DE LITERATURA

Generalidades de la Calabacita.

Origen e Historia.

La calabacita es considerada originaria de México y de América central (Vavilov, 1951) de donde fue distribuida a América del norte y del sur. Sus orígenes remontan al año 7000 A.C. (Whitaker y Davis, 1962).

Características Botánicas y Taxonómicas.

Esta hortaliza es una planta herbácea, anual, monoica, erecta al principio y después rastrera. Con respecto a su sistema de raíces, tanto la raíz principal como las secundarias se desarrollan ampliamente.

Guenko (1983), menciona que la raíz principal puede alcanzar profundidades de más de 2m, y las laterales llegan a distancias de 4 - 5 m a partir de la raíz principal; esto fue corroborado por estudios realizados por Whitaker y Davis (1962).

Siendo una planta monoica, presenta flores masculinas y femeninas en la misma planta; de las cucurbitáceas la calabacita es la única que tiene flores más grandes. Las flores masculinas siempre aparecen primero; tienen un pedúnculo muy largo y delgado, a diferencia de las femeninas, que lo tienen corto y cuyo ovario es ensanchado. Los pétalos de ambas flores son de color amarillo anaranjado; su polinización es tanto anemófila (viento), como entomófila (insectos)

El fruto se consume todavía inmaduro, y es por lo general de color verde claro, aunque existen variedades de color verde oscuro que alcanzan una longitud promedio de 12 a 15 cm para consumo en fresco. Las semillas son de color blanco, crema o ligeramente cafés.

La calabacita, según Sánchez (1980), se ubica dentro de la siguiente clasificación taxonómica:

Reino:-----Plantae

División:----- Tracheophyta

Subdivisión:---- Angiospermae

Clase:----- Dicotyledonae

Orden:----- Cucurbitales

Familia: -----Cucurbitaceas

Genero:----- *Cucurbita*

Especie:----- *pepo*

Requerimiento de Clima.

Es una hortaliza de clima cálido, por lo cual no tolera heladas; es insensible al fotoperiodo. La temperatura para la germinación de la semilla debe ser mayor de 15 °C, siendo el rango óptimo de 22° a 25°C; la temperatura para su desarrollo tiene un rango de 18° a 35°C. Se ha comprobado que temperaturas altas (35°C) y días largos con alta luminosidad tienden a formar mas flores masculinas, y con temperaturas frescas y días cortos hay mayor formación de flores femeninas (Thompson y Kelly 1959; Whitaker y Davis 1962; Guenko 1983).

Requerimiento de Suelo y Fertilización.

La calabacita prospera en cualquier tipo de suelo, prefiriendo los ricos en materia orgánica y profundos. En cuanto al pH, esta catalogada como una hortaliza moderadamente tolerante a la acidez, siendo su pH 6.8-5.5; en lo que se refiere a la

salinidad, se reporta como medianamente tolerante, alcanzando valores de 3840 a 2560 ppm (6-4 mmho) (Richards 1954; Mass 1984).

En lo referente a la fertilización comercial, Valadez (1989), reporta las siguientes fórmulas;

INIFAP 80 - 60 - 00

Sonora 130 - 90 - 00

Puebla 120 - 80 - 00

Tipos y Cultivares.

a)- Zucchini Gray (Clarita; Caserta; Maya.)

b)- Black Zucchini (Greyzini; Ambasadore;PSR-284)

c)- Green Zucchini (Dusk; Sardane)

Dimensiones estipuladas en calabacita para el mercado de exportación (longitud y diámetro).

Clasificación	Longitud (cm)	Diámetro(mm)
X	15.6 - 18.8	35.9 –37.9
XX	18.7 - 22.8	43.3 - 44.3
XXX	22.0 - 27.8	49.6 - 51.6

Densidad de Siembra y Población.

En lo concerniente a densidad de siembra, comercialmente se aplica una dosis de semilla de 4 a 6 Kg / ha, y se utiliza solo siembra directa. En la actualidad se utiliza el transplante con mucha efectividad en prendimiento en campo, siempre y cuando se utilicen charolas de polietileno o poliestireno de 200 cavidades - debido a su amplio sistema de raíces- y trasplantando las plántulas cuando tengan de dos a tres hojas verdaderas. En calabacita se obtienen poblaciones de 10000 a 14000 planta/ha con distancias entre surcos de .92 a 1.00 m y distancias entre plantas de .45 a 1.00 m y a una hilera (Valadez 1989).

Prácticas al Cultivo.

- Escardas.

Se recomienda que esta labor se realice de manera ligera y a los 25 días de edad del cultivo aproximadamente, y una vez hecha es necesario dejar pasar 3 días antes del aporque como mínimo para favorecer la ventilación y el secado del suelo.

- Aporque.

Una vez realizada la escarda y habiendo pasado 3 días se lleva a cabo la segunda fertilización nitrogenada, e inmediatamente después de fertilizar se efectúa el aporque,

que consiste en remover la tierra hacia las plántulas con la finalidad de tapar el fertilizante y dar apoyo a las plantas después de lo cual se efectúa un riego.

- Riegos.

Se reporta que la calabacita requiere un promedio de cuatro a siete riegos durante su ciclo agrícola. Algunos productores recomiendan riegos nocturnos en el verano para disminuir la incidencia de enfermedades, principalmente la cenicilla vellosa (Pseudoperonospora cubensis), que por lo general se presenta en el envés de la hoja. Se reporta que las calabazas en general requieren menos agua o humedad que la sandía, el melón o el pepino, debido a la relación parte aérea/raíces.(Whitaker y Davis 1962; Guenko 1983).

- Herbicidas.

Cloramben (metil-ester) 1.5 - 2.0 Kg./ha pre.*, Dinoseb(etanol isopropilamina) 2 - 3.0 Kg./ha. Dinoseb (trietanolamina) 2.0 kg./ha Pre.*, Treflan (trifluralina) 1.5 l/ ha Inc.☆. estos aplicados al suelo, pudiendo utilizarse cualquiera de estos productos.

* preemergente

☆incorporado

Cosecha.

Con respecto al corte de la calabacita, se utilizan tres indicadores de cosecha: uno físico y dos visuales; a continuación se describe cada uno de ellos:

- TIEMPO. En este factor se considera el número de días que se aproxima a la cosecha o al primer corte, que va de 45 a 55 días, llegando luego a realizarse hasta 20 cortes.

- **TAMAÑO.** En este aspecto, se toma como referencia el tamaño del fruto, que puede variar de 12 a 15 cm
- **VISUAL.** Para este indicador se afirma que el fruto puede cosecharse cuando la flor esta deshidratada o muestra un tinte color café (Valadez 1989).

Valor Nutritivo.

La calabacita contiene mas proteína que el resto de las cucurbitáceas (sandía, melón, pepino). Comparando esta hortaliza con el pepino, ya que se consume de la misma forma (fruto inmaduro), se tiene que la calabacita contiene mayor contenido de vitaminas (A, B1 y B2); en cuanto a minerales y contenido de agua, estas dos especies son casi similares (Valadez 1989).

Aplicación de los Plásticos en la Agricultura.

Robledo y Martín (1981), mencionan que las aplicaciones más importantes que tienen los plásticos en la agricultura son:

El acolchado de suelo

Los túneles de cultivo

Los invernaderos

Mallas

Riego por goteo

Cubiertas flotantes

Ibarra (1997), menciona que en algunas zonas de México como en otros países, el uso de los plásticos en la agricultura aplicados en diversas formas (invernaderos, macro y microtúneles, entre otros) proporciona condiciones mas adecuadas para el desarrollo de los cultivos obteniéndose mayor cantidad y calidad de productos.

Los invernaderos y túneles cubiertos con plástico se utilizan principalmente como semilleros en la producción de hortalizas y para la producción semiforzada y forzada de las mismas, proporcionando beneficios tales como incrementar la producción, obtener producción fuera de épocas convencionales, lograr precocidad en la cosecha, ahorrar agua, etc. Estas aplicaciones de los materiales plásticos también son útiles en la producción de plantas ornamentales frutales y otras (Ibarra 1997).

Reyes (1992), citado por Papeseit, *et al* (1998-B), menciona que en México el uso de los plásticos en la agricultura comienza en la década de los 60's con la utilización de sistemas de riego por goteo en frutales siendo aplicados en cultivos de vid y manzano principalmente.

En la plasticultura Mexicana las mallas son una gran arma en la defensa contra el granizo en frutales y para la protección de pequeñas plántulas en sus primeros estadios de vida.

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.

Papeseit, *et al* (1998 – B) consideran que el uso de los plásticos esta basado en dos aspectos técnicos fundamentales: la disponibilidad de agua y el manejo del clima, así encontramos que en Baja California es importante el riego por goteo en hortalizas, así como el acolchado de suelos por la falta de agua; se usa también en gran escala los microtúneles para contra restar el efecto de las haladas; todo esto en tomate. La manzana esta ubicada en regiones de alto riesgo al ataque de granizo y de baja disponibilidad de agua por lo que el uso del riego por goteo y mallas antigranizo es amplio.

El clima de regiones como las localizadas en la costa de Baja California y valles de la zona centro (México, Michoacán, Querétaro, Puebla), permiten una buena producción de flores mediante el uso de invernaderos

La mercadotecnia ha inducido el desarrollo de los plásticos en conjunción con el mercado de exportación y la demanda de productos por este, tal es el caso de Baja California que en su porción oeste (costa del pacífico) tiene baja disponibilidad de agua y buen clima para cultivos de exportación. La alta demanda y disponibilidades de exportación de flores en mercado norteamericano han inducido el desarrollo de los invernaderos en la zona centro del país.

Robledo y Martín (1981), consideran que la protección de cultivos con microtúnel de plástico produce efectos ventajosos para los cultivos por la protección que les da durante las horas mas frías del día. La eficiencia de esta aplicación radica en el pequeño efecto de invernadero que produce el microtúnel; los efectos que aporta son:

- Transparencia y aislamiento térmico.
- Ligereza.

- Facilidad de adaptación y colocación rápida.
- Resistencia a los abonos y productos químicos.
- Resistencia del microtúnel a las altas y bajas temperaturas.

Los Plásticos para la Agricultura en el Mundo.

De acuerdo con Robledo y Martín (1981), actualmente el uso de los plásticos en los diferentes países de mayor tecnología ha aumentado; Italia, Japón, España, Israel y México, los emplean principalmente en invernaderos túneles y acolchados.

Papeseit, *et al* (1998 – B) mencionan que en todo el mundo desde finales de los 50's no han dejado de desarrollarse nuevas modalidades para el uso de los plásticos en las tareas agrícolas y por lo tanto de crecer el volumen de sus fabricados.

Las razones por las cuales se ha producido este desarrollo - según Printz (1992), citado por Papeseit *et al* (1998 - B), sigue siendo todavía vigente:

- Crecimiento demográfico. Importancia por tanto de la producción agroalimentaria y de las técnicas de post-recolección.
- Gestión y mejora de los recursos del campo y necesidades de agua para uso agrícola.
- Necesidad de intensificación y forzado de algunos cultivos con la finalidad de obtener mayores ganancias y aumentar la producción - precisamente las hortalizas - en Europa occidental y en América del norte.

Papeseit, *et al* (1998 – B) mencionan que en Francia, si bien las 170,000 toneladas de plástico abarcan sectores ya clásicos, como el ensilado, el recubrimiento de invernaderos, el riego, etc., el perfeccionamiento de las nuevas películas plásticas permite nuevas utilidades: desinfección solar de los suelos, cubiertas planas para la diversificación de los cultivos con vista a una producción regular de hortalizas con una tecnología cada vez mas avanzada.

Trentini (1992), citado por Papeseit, *et al* (1998 - B), menciona que en Italia los cultivos protegidos ocupan una superficie estimada en 45000 ha., y abarcan los siguientes sectores productivos:

- Cultivo de hortalizas: 32000 ha.
- Floricultura: 8000 ha.
- Fruticultura: 5000 ha.

La superficie estimada de aplicación del plástico a la agricultura italiana se extiende en 45000 ha, lo que la coloca en la segunda plaza mundial, por detrás de Japón con 95000 ha mientras en el tercer lugar se encuentran los Estados Unidos con 35000 ha.

La superficie de todo este plástico se puede desglosar por aplicaciones en:

- Cultivos bajo invernadero: 21000 ha.
- Cultivo en pequeño túnel: 19000 ha.
- Protección para frutales 5000 ha.

La India necesita aumentar su rendimiento agrícola y su productividad para aumentar su creciente población y por los datos que aporó Gill (1992), citado por Papeseit, *et al* (1998 - B) durante el congreso internacional de plásticos celebrado en Granada España, las técnicas agrícolas, basadas en el mejor aprovechamiento de los

riegos y de los forzados hortícolas van a ser básicos para el desarrollo del sector primario de la economía de este inmenso país que es la India.

En Japón según Nishi (1992), citado por, Papeseit, *et al* (1989- B) la superficie total de invernaderos de plástico y de cristal es de 44,881ha. De estas 2,074 ha., son de cristal, el resto 42,807 ha, son de invernaderos plásticos de los cuales un 77% esta plantado de hortalizas. Tal superficie tiene una importancia significativa de los cultivos en invernadero de Japón

En 1989 los tipos de productos cultivados en invernaderos del Japón fueron:

- Hortalizas: 77%.
- Flores: 11%.
- Frutas: 12%.

Importancia de los Plásticos para Uso Agrícola.

Dubois (1980), citado por Aguirre (1985), refiere que la importancia que los plásticos tienen en la agricultura, y los usos y formas variadas en que los agricultores los están empleando, asiendo con esto cada día mas frecuente su utilización. En 1970 la superficie cubierta fue de 3,875 has., y para 1980 se elevo a 42,000 has.

La importancia radica tanto en el aspecto climático, como en la economía, pues en estos dos aspectos el beneficio es mayor, dando lugar a que el uso de los plásticos en la obtención de productos tempranos aumente la superficie anualmente en mas del 20% y sea de gran interés para las zonas áridas y semiáridas.

Robledo y Martín (1981), mencionan que la utilización de los plásticos en la agricultura aumenta, ya que estos son muy versátiles en sus usos: permite resistencia a heladas y granizo, proporcionando beneficios como el ahorro de agua, energía, mayor duración del material plástico, plásticos adecuados para cada aplicación, desarrollo de nuevas técnicas de cultivo y aprovechamiento de la energía solar.

Garnaud (1992), citado por Papeseit *et al* (1998 – A), menciona que la plasticultura a contribuido ha mejorar la eficiencia del empleo de los factores de producción, mostrando su gran potencial en el aumento de los rendimientos de los cultivos, especialmente en los hortícolas y, en general, ha contribuido a mejorar la productividad en el sector agrario.

Efecto de los Materiales Plásticos Utilizados en Túneles e Invernaderos.

Efecto Sobre la Temperatura.

La temperatura tiene una influencia muy importante sobre algunas funciones esenciales de la planta, como:

- ♦ Cada cultivo tiene requerimientos térmicos específicos, por lo que al presentarse temperaturas fuera de sus límites se restringe o cesa totalmente su desarrollo. Si la temperatura es más baja de la que necesitan las plantas, se ve afectada la formación de carbohidratos iniciales o la de protoplasma de la misma, y si es más alta se provoca una transpiración y/o respiración elevadas. En ambos casos las plantas mueren o se reproducen en muy bajas proporciones.

- ◆ En la zona de las raíces, la absorción de agua y de nutrimentos aumenta hasta cierto límite de temperatura; si se rebasa ésta, dicha absorción cesa.
- ◆ Cuando la temperatura es muy alta, las plantas pueden transpirar más agua de la que son capaces de absorber, lo que puede originarles signos de marchitez. Si la temperatura del suelo es baja, y por efecto del viento tiene lugar una excesiva transpiración, los tejidos vegetales pueden sufrir deshidratación.
- ◆ Entre la estructura del suelo y la actividad de los microorganismos heterótrofos existe una estrecha relación: la liberación de nitrógeno y fósforo de la materia orgánica de los residuos de las plantas es mayor a altas temperaturas (Ibarra 1997).

Los plásticos tienen una influencia directa sobre la temperatura del suelo y el volumen de aire comprendido dentro del área protegida por la estructura. Para estas aplicaciones generalmente se utiliza plástico transparente, por que permite el paso de un gran porcentaje de la radiación solar recibida durante el periodo de insolación con lo que se calienta el suelo y el volumen de aire que contiene la estructura. La temperatura interna de la estructura generalmente es mas alta que la del exterior, salvo algunas excepciones que ocurre el fenómeno llamado “inversión térmica”.

Mediante el uso de invernaderos y túneles cubiertos con plásticos se obtiene una mayor respuesta de los cultivos en las temperaturas máximas que en las mínimas.

La magnitud del efecto sobre éste factor depende principalmente de las dimensiones de la estructura (a mayor volumen de este mayor volumen de aire calentado) y del espesor de la película empleada. Debido a esto, los invernaderos proporcionan un mejor efecto de “abrigo” que los túneles (Ibarra 1997).

Efecto Sobre la Humedad.

La pérdida de agua en un cultivo bajo condiciones normales, se debe sobre todo a la evaporación de la humedad del suelo y a la transpiración de las plantas por efecto de la intensidad de la radiación solar, de la temperatura del aire y de la acción de los vientos.

La conservación de la humedad del suelo, tiene gran importancia para algunas funciones de las plantas, como las que se describen a continuación.

- ◆ Durante la fotosíntesis el agua se combina con el bióxido de carbono para la formación de carbohidratos.
- ◆ El agua mantiene la turgencia de las células vivas.
- ◆ El agua sirve de transporte de hormonas, vitaminas y alimentos esenciales para la planta, etc.
- ◆ En cierta forma la humedad interna de la planta regula la división y el crecimiento de sus células; en consecuencia, influye en desarrollo vegetal.
- ◆ Los microorganismos del suelo trabajan más activamente bajo ciertos límites de humedad.
- ◆ La absorción de nitrógeno y fósforo y otros elementos se lleva a cabo bajo ciertos niveles de humedad del suelo.

La protección de los cultivos bajo invernadero y túneles reduce la pérdida de humedad, atenuando los efectos de algunos factores ambientales, como se explica a continuación.

1. Viento.

Cuando el movimiento del aire es rápido, las moléculas de vapor de agua que se encuentra encima de una superficie libre de este líquido son arrastradas velozmente aumentando la intensidad de la evaporación. Al tener un suelo protegido por invernadero o túneles, la pérdida de agua causada por el viento cesa casi totalmente, conservándose por más tiempo la humedad del terreno (Ibarra 1997).

2. Intensidad de la Radiación y Temperatura del Aire.

La relación entre estos dos factores es muy estrecha; generalmente la variación de la temperatura ambiental se asocia con la radiación recibida. La magnitud de estos factores influye enormemente en la proporción en que la evaporación y la transpiración se llevan a cabo.

Como ya se mencionó, la temperatura del volumen de aire contenido dentro de los invernaderos y túneles casi siempre es mayor que la exterior, originando una alta y constante evapotranspiración dentro de las estructuras. Sin embargo, esta humedad no se pierde porque el vapor de agua emitido por las plantas y el suelo se adhiere a la capa interior del material plástico, donde posteriormente se condensa y cae nuevamente sobre el suelo y las plantas, formándose así un pequeño ciclo hidrológico. Además, la humedad relativa dentro de las áreas cubiertas es más alta que la del ambiente exterior (Ibarra 1997).

Protección Contra Factores Adversos.

Ibarra (1997), indica que el uso de invernaderos y túneles protege a los cultivos de la acción negativa de factores tales como:

- ◆ Exceso de humedad por lluvias abundantes.
- ◆ Algunas formas de precipitación (nieve, granizo, etc.).
- ◆ Vientos fuertes.
- ◆ Bajas temperaturas.
- ◆ Daños causados por roedores y aves.

Beneficios Obtenidos al Usar Túneles e Invernaderos Cubiertos con Plástico.

Ibarra (1997), menciona que el uso de los plásticos para la protección de cultivos proporciona efectos positivos sobre algunos factores del suelo y del ambiente. Esto permite que el desarrollo de las plantas sea mayor y más acelerado que en un suelo descubierto, por lo que al aplicar esta técnica generalmente se obtiene lo siguiente:

- 1- Se incrementan los rendimientos.
- 2- En las regiones en que las condiciones climáticas predominantes fijan los límites de explotación de algunas especies, al utilizar invernaderos y túneles altos para forzar totalmente la producción de los cultivos, es posible obtener cosechas fuera de épocas tradicionales. Lo anterior reviste gran importancia, ya que se obtienen mayores ganancias en el mercado.
- 3- Cuando se utilizan los invernaderos y túneles para proteger por poco tiempo el cultivos(1- 2 meses), se obtiene un adelanto al inicio de cosecha respecto al período de plantación normal.

Lo anterior trae beneficios por lo siguiente.

- ♦ Es posible alargar el periodo de recolección, por lo que los rendimientos aumentan.
- ♦ Si no se opta por el beneficio anterior, entonces se acorta el ciclo vegetativo del cultivo, con el consecuente ahorro de algunas labores de cultivo.
- ♦ Generalmente el valor de estas cosechas precoces es superior al valor de los productos obtenidos en la temporada normal, permitiendo lograr mayores utilidades económicas.

4- Se hace más eficiente el uso de fertilizantes, ya que las plantas protegidas aprovechan en mayor proporción los elementos nutritivos, al tener mejores condiciones de humedad, temperatura, etc.

5- Se obtiene ahorro de agua, debido a que al conservarse húmedo el terreno por más tiempo es posible disminuir la cantidad de riegos, lo que se refleja en un ahorro de la lámina de agua aplicada y consumida al final del ciclo vegetativo.

El Uso de Microtúneles.

El forzado mediante microtúnel consiste en cubrir el cultivo, fundamentalmente durante sus primeras fases vegetativas, con una sencilla construcción de forma más o menos semicircular, formada por unos pequeños arcos y una cubierta constituida por una lámina de plástico (Robledo y Martín 1981).

El cultivo de hortalizas bajo microtúneles esta directamente relacionado con las necesidades de temperatura de cada cultivo. Por ejemplo, en tomate y chile, las flores y frutos pequeños sufren daños a temperaturas superiores a los 30 °C. Algunos cultivos soportan particularmente temperaturas mayores de 30 °C; tal es el caso del melón.

El rendimiento de otras cucurbitáceas como sandía, pepino y calabacita de verano, se incrementa por el efecto de los microtúneles pero su respuesta es más variable que la del melón. Los microtúneles han mostrado buen éxito en varios cultivos hortícolas de siembra directa: haba, frijol, betabel, zanahoria, col o repollo, lechuga, chícharo, rábano, nabo, espinaca, etc. Y en otras hortalizas que han sido desarrolladas bajo cubiertas de Poliester y Polipropileno (Well y Loy 1985), citado por Vega (1997).

Efectos y Ventajas de los Microtuneles.

La protección con túneles de plástico produce efectos ventajosos para los cultivos por la protección que les da durante las horas más frías del día, la eficiencia de esta aplicación radica en el pequeño efecto de invernadero que produce el túnel y que será mayor a medida que aumente la dimensión del túnel.

Algunas ventajas que aportan son:

- a) Permiten conseguir frutos fuera de las épocas normales de producción.
- b) Protege las cosechas del frío, heladas, pájaros, etc.
- c) Permite un aprovechamiento mayor de los abonos.
- d) Mantiene el terreno con mayor temperatura, lo cual facilita un mayor desarrollo de la parte radicular de la planta.
- e) Permite obtener cosechas precoces y de calidad.
- f) Aumenta considerablemente los rendimientos de las cosechas.

En algunos cultivos de tallo pequeño o hábito rastrero (calabacita, fresa, melón, sandía, etc.) el empleo del acolchado con microtúnel permite obtener mejor calidad en los productos, en cuanto a sanidad comparativamente con suelos desnudos. También

existe una reducción en el número de labores (aporque, escardas, etc.) Robledo y Martín (1981).

Cubiertas Plásticas para Protección de Cultivos.

Quezada (1997), considera que la misión de la cubierta de los invernaderos es crear un clima en el interior que permita el crecimiento y desarrollo de las plantas, incluso en aquellas épocas en cuyas condiciones no permiten que los cultivos puedan desarrollarse al aire libre, de esta cubierta dependerán principalmente los resultados logrados en los cultivos.

El material ideal para la cobertura de invernaderos sería aquel que permitiera durante el día calentar lo más posible el invernadero, por lo tanto debe ser más permeable a las radiaciones de longitud de onda inferiores a 2.5 micras y por la noche lo más opaco a las radiaciones de longitud de onda larga superiores a 2.5 micras ya que son las encargadas de mantener caliente el recinto.

Características de los Plásticos Utilizados en la Protección de Cultivos.

Mantallana y Montero (1989), en el mercado existen diferentes tipos de materiales que pueden ser utilizados como cubierta, sin embargo la acción de un material de cobertura depende de una serie de criterios o indicadores, que intencionados entre sí, ayudarán al agricultor en su decisión sobre la conveniencia o no en el uso de un determinado material de cubierta.

En este sentido se ilustra un esquema partir del cual se definen los tres indicadores siguientes:

A: Respuesta agronómica (precocidad, producción y calidad).

B: Envejecimiento o vida útil del material de cobertura.

C: Estructura, anclaje o sujeción del plástico.

La simultaneidad en los tres indicadores anteriores permiten establecer que la elección de un material de cubierta esta en función del costo del mismo, de su grado de protección y del tipo de cultivo.

Ibarra (1997), menciona que los materiales utilizados deben de ser transparentes, para permitir el paso de gran cantidad de radiación solar, con lo que se obtendrá un mejor efecto.

La duración de las películas depende principalmente del grosor del plástico, la latitud de la zona y la estación del año que influye en la cantidad de radiación solar, en las condiciones climáticas predominantes, en el manejo de los túneles y en la proporción en que los plásticos estén protegidos contra las radiaciones ultravioleta, que es el principal factor causante de la degradación de los mismos.

Características Deseables en un Material de Cubierta.

Propiedades Opticas.

Florian y Bimbo (1998), mencionan que los materiales empleados en la cobertura de invernaderos tienen todos alta transmitancia a la radiación solar, del orden de 85 a 90 % de la radiación incidente es transmitida al interior.

Hay factores que modifican la radiación solar transmitida. El estado del cielo es uno de ellos. En días despejados hay luz directa del sol y luz difusa del cielo, y en días nublados hay únicamente radiación difusa del cielo. La diferencia en el nivel de radiación de un tipo de día corto a otro, y de la importancia relativa en cada caso de la parte difusa, esta en función de estos factores.

En días nublados el suministro de luz se reduce tanto que adquiere una importancia capital la transparencia del material de cubierta, y eso aún se acentúa más cuando se utilizan cubiertas dobles. El empleo de cubiertas dobles puede disminuir la luz hasta dejarla en un 60% de la incidente. Esta reducción de la luz puede llegar a anular las ventajas del incremento de temperatura obtenido con la cubierta doble en especial cuando se produce en momentos de baja luminosidad en invierno, en los que ya las condiciones exteriores están cercanas al nivel de saturación luminosa de la planta que se cultiva.

Florian y Bimbo (1998), considera que aun tratándose de materiales con excelente transparencia a la luz, su comportamiento en el campo es más complejo que el de una cubierta sencilla, ya que puede perder luminosidad según la orientación del invernadero y la inclinación de las cubiertas, pues la transmitancia de estos materiales alveolares disminuye especialmente cuando los rayos incidentes son oblicuos.

Las hojas de las plantas absorben más luz en las bandas de espectro de color azul (400 - 500 nm) y rojo (600 - 700 nm). Se deduce de ello que se debería seleccionar materiales de cubierta que mejoraran la transmisión de estos tipos de luz, pero sin perjudicar la fotosíntesis.

Transparencia.

Es la propiedad que tiene un material plástico de dejar pasar a través de él la mayor cantidad posible de luz.

La transparencia esta en función de tres factores importantes:

1. Poder absorbente para la luz. El material absorbe un porcentaje mayor o menor de radiaciones.
2. Poder de reflexión. Rayos que no atraviesan el plástico, porque se reflejan hacia el exterior, según el ángulo de incidencia y la propiedad reflejante del material que se trate.
3. Poder de difusión. Las radiaciones se difunden al pasar a través del material y, como consecuencia, se reparte mejor la luz (Serrano 1990).

Opacidad a las Radiaciones Infra-Rojo (IR) Larga.

Consiste en no dejar pasar hacia el exterior durante la noche, el calor emitido por las plantas y el suelo (radiaciones de onda larga).

La propiedad que tienen algunas laminas de plástico de ser relativamente opacas a las radiaciones infrarrojas de larga longitud de onda, disminuyen o eliminan la inversión térmica y mejoran el efecto de abrigo, conociéndosele por efecto termoaislante.

El espesor de las laminas de plástico tienen gran influencia en el efecto térmico de las radiaciones de longitud de onda larga, disminuyendo considerablemente a medida que se reduce el espesor.

Una lamina de plástico es térmica cuando deja escapar menos de un 20% de la radiaciones de longitud de onda larga (Serrano 1990).

Comportamiento Térmico.

Florian y Bimbo (1998), mencionan que la capacidad de protección contra el frío de un material depende por un lado de su transmitancia para la radiación IR larga, y por otro de las pérdidas por conducción y convección a través de él.

Difusión de la Luz.

Es importante que los plásticos dejen pasar el mayor porcentaje de luz, pero más importante es que esta pase en forma difusa, es decir, que el rayo solar al atravesar el plástico sufra la mayor dispersión posible con el fin de que la planta se encuentre iluminada en todo su contorno y no solamente en la parte foliar superior, de manera que se produzca un desarrollo más homogéneo de los cultivos y se favorezca la precocidad y la producción de frutos. El porcentaje de dispersión de la luz visible en los plásticos, es por lo tanto un factor que se le debería de dar mayor importancia de la que actualmente se le da (Quezada 1997).

Envejecimiento Radiométrico.

Florian y Bimbo (1998), consideran que un procedimiento sencillo para determinar los cambios en la transmisión de luz de un material, debido a la acción de los rayos solares es medir periódicamente la radiación fotosintéticamente activa (PAR) comprendida entre 400 y 700 nm, que es primordial para las plantas, ya que condiciona su rendimiento. Esta medida hecha tanto al aire libre como bajo el material de cubierta, nos informa de las variaciones en la capacidad de este para transmitir el máximo de luz. En las láminas que no llevan aditivos estabilizantes ultravioleta, las propiedades radiométricas sufren cambios despreciables a lo largo del tiempo. En las de larga

duración pueden aparecer disminuciones de la transparencia a las radiaciones visibles que tienden a calentarse con el uso.

Ahora bien, en general no son las propiedades de la transmisión de la luz las que determinan el envejecimiento de las láminas, y sin embargo sí son el factor limitante en la duración de las coberturas rígidas.

En materiales de fuerte carga electrostática, como el PVC armado, la suciedad puede reducir más del 50% la transmisión de la luz a partir de los dos años de uso.

En relación con las pantallas térmicas ya hemos citado que con el paso del tiempo va desapareciendo la capa aluminizada con lo que el factor de transmisión de luz aumenta, así como aumenta también la transmisión infrarroja y la emitancia de la pantalla. Debido a estos cambios la eficacia de la pantalla disminuye.

Propiedades Físicas.

Ligereza.

Serrano (1990), menciona que las aplicaciones del material plástico como cobertura son muy aceptadas por su poco peso, por su sencillez de montaje y por sus buenos resultados.

Flexibilidad.

Serrano (1990), considera que el material plástico de cobertura es de importancia por su adaptabilidad a cualquier forma, logrando así un fácil montaje de microtúnel.

Estabilidad Térmica.

Serrano (1990), menciona que las láminas de plástico utilizadas como cubiertas tienen buena aceptación por sus pocas fugas al exterior obteniendo resultados favorables en los cultivos.

Duración.

Serrano (1990), indica que la duración de las láminas plásticas como cubiertas dependen de los factores siguientes:

- Luminosidad ambiente (a mayor luz, mas degradación) por los rayos ultravioleta.
- Orientación de la lámina en la exposición del sol.
- Tratamiento del plástico con inhibidores (sí el material esta tratado con productos antioxidantes e inhibidores a la acción de los rayos ultravioleta, la duración es mayor).
- Espesor de la lámina (más duración cuanto más grueso es el plástico).
- Tipo de estructura y sujeción del plástico (la degradación es mayor en un plástico que se apoya sobre una estructura de hierro que sobre una de madera).
- Regímenes de vientos (la consistencia y aumento de velocidad del viento aumenta la degradación).

Quezada (1997), menciona que las películas de Copolímeros EVA y polietileno fabricados con materias primas vírgenes, sin que estén modificadas con otros productos, tienen una corta duración en climas soleados.

Quezada (1997), considera que la duración de una película de polietileno colocada sobre un invernadero depende de varios factores:

Envejecimiento de la película debido a la radiación solar

El clima de la zona donde se haya instalado el invernadero es la causa más importante de todas aquellas que influyen en la durabilidad de la película.

El fenómeno de la degradación del polietileno depende fundamentalmente de:

- Intensidad de la radiación ultravioleta que recibe la película.
- Temperatura de la propia película.

Otros factores

- Recubrimiento de la película con pintura.
- Colocación de la película sobre la estructura.
- Contacto del cultivo con la película.
- Salpicaduras de plaguicidas en la película.
- Utilización de madera no curada para la construcción o fijación de la película.
- Calidad de la película.

Envejecimiento.

Florian y Bimbo (1998), consideran que el envejecimiento de los materiales utilizados como cubierta en invernadero viene determinado por la degradación de sus propiedades físicas, radiométricas y mecánicas.

Envejecimiento Físico.

Florian y Bimbo (1998) mencionan que utilizando un invernadero para ensayos de envejecimiento, el seguimiento de la degradación física de los materiales se puede realizar regularmente por una simple inspección visual que revela la aparición de desgarres en láminas plásticas y mallas de sombreo, desprendimiento de la capa de aluminio en pantallas térmicas, fractura de las muestras en materiales rígidos, etc.

Por otra parte la evolución de los cambios en las propiedades mecánicas de los materiales, como consecuencia del envejecimiento, se puede seguir por medio de determinaciones de laboratorio tipificadas, que miden factores tales como la resistencia a esfuerzos de tracción, flexión, etc. Estas alteraciones son las que determinan la duración de las láminas flexibles.

El comportamiento de los materiales respecto a este tipo de envejecimiento se puede describir del modo siguiente; las láminas no estabilizadas a las radiaciones ultravioleta envejecen con rapidez. El envejecimiento físico se traduce en este caso en la aparición de roturas.

Materiales Plásticos Utilizados en las Cubiertas de Túneles e Invernaderos.

Robledo y Martín (1981), consideran que las aplicaciones agrícolas a que pueden destinarse un determinado material plástico son numerosas; por, ejemplo puede emplearse en túneles microtúneles e invernaderos.

Los materiales más utilizados son los siguientes:

- Polietileno.
- Policloruro de vinilo.

- Copolímeros de etilo-acetato de vinilo.
- Poliamidas y Poliésteres lineales.
- Poliésteres no saturados, reforzados con fibra de vidrio o de nylon.
- Polimetacrilato de metilo
- Policarbonatos
- Polietileno de diversos tipos.

Cuando estos productos están en forma de semiproductos o de productos acabados, en su mayoría contienen o pueden contener una serie de sustancias o aditivos tales como plastificantes, estabilizantes térmicos, antioxidantes, absorbentes de la luz U.V., cargas etc.

Es decir la composición de varios materiales pertenecientes a una misma familia puede llegar a ser muy diferentes por lo tanto también lo serán sus propiedades y comportamiento.

Polietileno (P. E).

Robledo y Martín (1981), mencionan que este material plástico es un derivado de la hulla y del petróleo, según su forma de fabricación pueden ser de alta o de baja densidad; los de alta densidad son más rígidos y frágiles en el caso de temperaturas bajas, que los de baja densidad, el polietileno se reconoce porque al quemarlo arde con facilidad, dando una llama viva y desprendiendo un olor a cera.

Propiedades.

El polietileno transparente tiene un poder absorbente del 5 - 10 % en los espesores utilizados en la agricultura; el poder de reflexión es de 10 - 14 %, el poder de difusión es bajo; según esto la transparencia del polietileno esta comprendida entre el 70 y 85 %, es decir dentro del recinto cubierto por el material plástico se percibe de un 15 a 30 % menos de luz aproximadamente que en el exterior.

El polietileno de baja densidad es el material plástico que menos resistencia tiene a la rotura. El de alta densidad tiene mas resistencia que el PVC flexible, pero menos que el resto de los plásticos; se desgarrar con facilidad. El polietileno es el material plástico que menos densidad tiene, es decir, el que menos pesa por unidad de superficie a igualdad de grosor. Este plástico es fácil de soldar y pegar además de que no se oscurece como ocurre con el PVC

Tipos de Polietileno.

En el mercado existen tres tipos de polietileno:

1. Polietileno normal.
2. Polietileno normal de larga duración.
3. Polietileno térmico de larga duración.

Florian y Bimbo (1998), mencionan que casi la totalidad de los invernaderos españoles están cubiertos con filmes de polietileno, debido principalmente a su bajo precio en comparación con otros plásticos.

Los filmes de polietileno para los invernaderos son: el normal (este material esta totalmente en desuso actualmente), larga duración y térmico.

En climas con alta radiación solar, como el de Almería España, el polietileno de larga duración se impone (con un 70% de aplicación) al resto de los plásticos. El polietileno térmico, que también es larga duración se esta aplicando en esta provincia en un 20%. Ahora bien, este porcentaje crece considerablemente en cuanto la zona geográfica de instalación de invernadero, se aleja de las costas más meridionales. Esto ocurre ya en la provincia de Murcia, que cuenta con 4000 ha de invernaderos y que, además de Almería, es el área geográfica que contabiliza mayor numero de invernaderos.

El plástico térmico se aplica por encima del 70 %.

Los espesores medios utilizados son:

- Polietileno normal: 100 micras (400 galgas).
- Polietileno larga duración: 180 micras (720 galgas).
- Polietileno termico-larga duración: 200 micras (800 galgas).
- Polietileno térmico de un año: 100 micras (400galgas).

Policloruro de Vinilo. (PVC)

Es un material que procede del acetileno y del etileno, derivados estos del petróleo y de la hulla. Este material es rígido y es necesario agregarle plastificantes, con el objeto de obtener laminas flexibles.

Propiedades.

El PVC absorbe hasta el 5 % de la luz en las láminas flexibles y del 5 - 10 % en las placas rígidas. El poder de reflexión es de 5 - 8 %, el poder de difusión es mayor que el del polietileno, la transparencia aproximada es del 80 - 87 % en el PVC flexible, y 80% para las placas rígidas transparentes.

El PVC es más interesante que el polietileno desde el punto de vista de la retención del calor nocturno emitido por las plantas y el suelo y no da lugar a que se origine la inversión térmica (Ledesma 1994).

Policarbonatos. (PC)

- Tiene límites de duración de 10 años de garantía sobre transmisión de luz y 5 años sobre rompimiento por granizadas.
- Tiene buen aislamiento térmico su transparencia a radiaciones infrarrojo largas mayores de 400 nm = 2.5%
- Alta transmisión de luz = 80 - 88 %.
- Alta estabilidad a los efectos de radiación ultravioleta, es esencialmente opaco a todas las longitudes de onda por debajo de 385 nm limitando los efectos de daño y permitiendo una excelente durabilidad.

Dadas las características de resistencia a la intemperie, permeabilidad a rayos ultravioleta (necesaria para las plantas) y fácil manipulación. Las placas de Polimetacrilato de metilo y Policarbonatos (PC) constituyen los materiales más adecuados para cubiertas de invernaderos, las placas celulares simples y triples son los materiales más avanzados para este uso (Quezada 1997).

El Policarbonato es un material disponible que se presenta en placas alveolares, con grosores totales de 4 -16 mm. La vida útil de este material es inferior a la del Polimetacrilato de metilo (PMM), pero en condiciones climáticas (España) todavía hay poca experiencia en este aspecto (Florian y Bimbo 1998).

Polimetacrilato de Metilo. (PMM)

Florian y Bimbo (1998), indican que el Polimetacrilato de metilo, es un polímero de muy buenas cualidades para la horticultura, y que se presenta también en placas alveolares, con grosores totales entre 8 y 32 mm.

Quezada (1997), menciona que es el material comúnmente conocido como PLEXIGLAS o “vidrio acrílico”, tiene una elevada pureza óptica y gran transparencia a la luz, muy similar a la de cristal, su resistencia a roturas es siete veces mayor que la del vidrio a espesores iguales, y su peso es menor que el del vidrio común, lo que permite usar infraestructuras más ligeras resultando más económico, es un material muy resistente a los agentes atmosféricos, permite el paso de los rayos ultravioleta, tiene gran opacidad a las radiaciones nocturnas del suelo y gran transparencia a la luz.

Materiales para Cubiertas.

Florian y Bimbo (1998), indican que los aspectos sobre los que detenemos la atención al elegir un material de cubierta de invernadero, son sus propiedades fotométricas, es decir, el modo en que se comportan con las radiaciones, y sus propiedades térmicas, ó sea su capacidad de aislamiento. En relación con las radiaciones

hay tres factores de importancia; la transmisión, la reflexión y la absorción que definen como responde cada material a las radiaciones que recibe.

Las radiaciones que inciden sobre una cubierta de invernadero son de varios tipos: ultravioleta, visibles, fotosintética, infrarrojo corta, infrarrojo larga o calorífica. Los cuatro primeros tipos forman parte de la radiación solar, y el ultimo es la radiación térmica que emite un cuerpo caliente, por ejemplo el suelo del invernadero después de absorber calor durante el día, la propia estructura metálica y las plantas.

Respecto a las propiedades térmicas hay dos factores interesantes, que suelen asociarse a los materiales en los catálogos y artículos técnicos, por un lado el coeficiente global de pérdida de calor, representado por K , y que expresa las pérdidas debidas a la IR larga y también las de conducción y convección. Otro es el coeficiente de la transmisión de la radiación IR larga o calorífica. Cuanto menor sea este coeficiente, mayor será el poder de acumulación de calor del material. Según sean estas propiedades los materiales se acercan mas o menos a las características óptimas para su empleo en horticultura.

Materiales Traslúcidos.

Florian y Bimbo (1998), mencionan que deben tener la máxima transparencia a la luz solar y esta cualidad debe mantenerse a lo largo del tiempo en función de su costo, a fin de que este sea amortizado. Además es conveniente que posea un grado de transparencia reducido a las radiaciones IR larga, o lo que es igual, que tenga un coeficiente pequeño de transmisión para esta radiación, ya que así, como hemos citado,

su protección contra el frío será mayor. Esta propiedad no debe repercutir negativamente sobre la vida útil del material.

Materiales de Sombreo.

Florian y Bimbo (1998), indican que el objetivo normal del uso de un material de sombreado no es reducir la luz, sino el exceso de temperaturas. Si tenemos en cuenta que este viene producido por la radiación IR corta del sol, un material de sombreado debería ser un filtro selectivo, que detuviera gradualmente dicha radiación, sin afectar a la parte visible o útil para la fotosíntesis. Además, la radiación IR detenida debería ser reflejada en su mayor parte, ya que la fracción que se absorbe, será emitida parcialmente hacia el interior del invernadero en forma de calor.

Este tipo de material tan ideal no existe. La verdad es que hasta ahora se ha dedicado poca atención a la mejora de las características de estos materiales, por parte de la industria, y debemos de escoger lo que más se acerca a lo anteriormente dicho, haciendo equilibrio para perjudicar lo menos posible el funcionamiento del cultivo, y en particular a su capacidad de fotosíntesis, jugando por una parte como reducir poco la entrada de luz, y por otro como limitar el estrés hídrico ambiente. Estos materiales deben tener propiedades estables a lo largo del tiempo, y además es conveniente que se disponga de manera que puedan ser plegados cuando no se necesite una cubierta total.

Materiales Para Pantallas Térmicas.

Florian y Bimbo (1998), consideran que las características que buscamos en una pantalla térmica son, por una parte que refleje al máximo y transmita el mínimo de radiación calorífica o IR larga que emita el interior del invernadero hacia el exterior, y

además, dado que lo normal de estas pantallas es que sean opacas a la luz en un grado total o parcial, y por lo tanto exigen ser plegadas de día y desplegadas de noche, es necesario que su resistencia mecánica sea suficiente para este funcionamiento. Como es lógico deben mantener sus propiedades a lo largo del tiempo previsto de uso y en función de su amortización.

Generalidades Sobre el Acolchado de Suelos.

El acolchamiento ha sido una técnica empleada desde hace mucho tiempo por los agricultores. En sus inicios consistió en la colocación sobre el suelo de residuos orgánicos en descomposición (paja, hojas secas, cañas, hierbas, etc.) disponibles en el campo. Con estos materiales se cubría el terreno alrededor de las plantas, especialmente en cultivos hortícolas y florícola, para obstaculizar el desarrollo de malezas, la evaporación del agua del suelo, y principalmente para aumentar la fertilidad. El desarrollo de la química provoca esta antigua actividad se olvidara.

Posteriormente, con el uso de los plásticos en la agricultura, el acolchado de suelos volvió a cobrar auge debido a sus efectos positivos, mayores que los que se obtenían con la utilización de materiales orgánicos. Los plásticos que se emplean para el acolchado de suelos son el polietileno(PE)y el Policloruro d vinilo(PVC) (Ibarra 1997).

En inglés, el arropado (mulch), se describe como una mezcla de paja húmeda, hierbas, hojas, etc., extendida sobre el suelo para proteger a las plantas o mantener la humedad. Esta definición se refiere al método tradicional hasta década de los 60's. No

obstante ya desde la década de los años 30's se experimentó con otros materiales, por ejemplo el uso de papel para este propósito, con resultados bastante aceptables.

En los 50's se emplearon acolchados de láminas delgadas de aluminio y se inició el uso de películas plásticas; la evidente ventaja de las segundas sobre el aluminio es su costo, lo que decidió la balanza hacia su mayor utilización.

En el segundo lustro de los 50's el Profesor E. Emmert de la Universidad de Kentucky, en los Estados Unidos, fue quizá el primero en impulsar su empleo. Ya en 1958, varios miles de acres acolchados con plásticos se empleaban comercialmente en ese país (Fernández 1982).

Acolchado de Suelo con Películas Plásticas.

En los últimos años el uso de los plásticos para cubrir el suelo se ha extendido a muchos cultivos que incluyen prácticamente todas las hortalizas, frutas y cultivos especiales que se transplantan y/o crecen en matas separadas en vez de sembrarse a chorrillo. Los principales cultivos de hortalizas en los que se aplica esta practica son: pimiento dulce, chile, calabaza. pepino, melón, tomate, frijol ejotero, berenjena, ajo y calabacita. Los cultivos de frutas más importantes incluyen fresa, zarzamora y frambuesa; además de ciertos cultivos especiales como flores anuales.

Actualmente se puede observar que aquellos países que marchan a la cabeza en el uso del plástico en la agricultura son: Japón, Estados Unidos y Francia. (Agrosintesis 1984).

Ibarra (1997), menciona que el acolchado de suelos es una técnica que esta cobrando auge debido a que dificulta el desarrollo de las malezas; al mismo tiempo

favorece la humedad del suelo, provoca mayor calentamiento (depende del plástico y su coloración) del suelo, influye positivamente en la fertilización y estimula la acción microbiana. Todos estos factores permiten suprimir labores (apoques y deshierbe), y obtener cosechas tempranas y de alto rendimiento.

Ibarra y Rodríguez (1983), mencionan que en México el Centro de Investigación de Química Aplicada, promueve actualmente el acolchamiento en suelos a escala masiva, después de varios años de ensayos a escala experimental. El uso del acolchamiento se ha efectuado principalmente en los cultivos de maíz, frijol tomate, melón, sandía, etc. Los primeros ensayos a escala masiva se han realizado en varios estados de la república, con el objeto de difundir esta práctica entre los agricultores.

Tipos de Películas Plásticas.

Los tipos de películas, atendiendo a su coloración o pigmentación, que hoy día se utilizan son: negro opaco, transparente, gris-humo, verde, marrón y metalizado.

Cada uno de ellos posee determinadas características que dan lugar a efectos diferentes sobre los cultivos (Robledo 1981). Así como Ibarra (1997), menciona que todos los plásticos utilizados para acolchar pertenecen al grupo de los termoplásticos. Respecto a sus colores, los más comerciales son el negro opaco y el incoloro o transparente.

Efecto del Acolchado de Suelo.

Lammont (1991), menciona que entre las muchas ventajas del uso de la cobertura plástica para suelos se cuentan: cultivos más precoces, aumento de la temperatura del suelo, mayor desarrollo de las plantas, hay una menor evapotranspiración, existe una

mayor uniformidad de la humedad y las pérdidas son menores debajo del plástico por lo que las frecuencias de riego se reducen, la lixiviación de fertilizantes se reduce, la desinfección del suelo por químico es más eficaz. El problema de malezas se disminuye, ya que el plástico evita que estas puedan realizar la fotosíntesis lo que provoca que mueran, hay una menor compactación del suelo lo que favorece una mayor aireación y un mayor desarrollo del sistema radicular de la planta.

Ventajas Económicas del Acolchado de Suelo.

Según Salvetti (1983), citado por Córdoba (1986), menciona que el acolchado de suelos con láminas de plástico permiten obtener:

- Cosechas abundantes, que van del 20 al 30 % de aumento, variando de acuerdo al tipo de cultivo y a la especie.
- Cosechas precoces, con una anticipación de 6 a 21 días dependiendo esto también de la especie y el cultivo
- Cosechas sanas y limpias, ya que la cubierta plástica actúa como una barrera de separación entre el suelo y la parte foliar de la planta, evitando así que los frutos tengan contacto directo con la tierra, siendo este un factor que influye en su calidad y presentación.

Además de lo anterior Ibarra y Rodríguez (1983), así como Robledo (1981), afirman que:

- Se reducen los riesgos debido a factores adversos (heladas, granizo temporal, etc.).
- Se suprimen total o parcialmente las labores culturales tales como el deshierbe, y
- Reduce la mano de obra.

Kromer (1983), menciona en un breve resumen los resultados de varios experimentos en los cuales se acolchó con películas plásticas varios cultivos. Se obtuvo que el acolchado con plástico incrementó la temperatura y la humedad del suelo, redujo la evaporación, aumentó la concentración de bióxido de carbono y nutrientes aprovechables, controló las malas hierbas, brindó protección contra plagas y redujo la pudrición de los frutos.

Ciofu (1979), observó que en experimentos realizados durante tres años con varios materiales para acolchado, con el uso de polietileno negro y transparente se obtuvieron incrementos en la producción, calidad, precocidad de cosecha y rentabilidad.

Cultivos que se Pueden Acolchar.

Robledo y Martín (1981), mencionan que los cultivos que se pueden acolchar presentan grandes ventajas como: conseguir cosechas abundantes, precoces, limpias y sanas, reducir el número de riegos y suprimir labores culturales, y la reducción de mano de obra, es por ello que esta técnica puede aplicarse a una gran variedad de cultivos, especialmente:

Cultivos hortícolas: berenjena, pepino, acelga, apio, espárrago, espinaca, escarola, coliflor, lechuga, calabacín, cebolla, fresa, judía, melón, sandía, tomate, chicharro, frijol ejotero y maíz, entre otros.

Frutales: peral, cerezo, manzano, albaricoque, cítricos, plátano y viñas.

Ornamentales: rosa, dalia y pensamiento

Cultivos industriales: café, cacao, tabaco y algodón.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Localización Geográfica:

El presente trabajo se realizó durante el año 1998 en el campo experimental del Centro de Investigación en Química Aplicada (**CIQA**), que se localiza al noreste de la ciudad de Saltillo, Coah., Cuyas coordenadas geográficas es 25°27' latitud Norte y 101°02' longitud Oeste con una altitud de 1610 msnm.

Características del Sitio Experimental:

Clima:

De acuerdo a la clasificación climática realizada por Köppen y modificada por García, para la República Mexicana, el tipo de clima de Saltillo, Coah. Se define como seco estepario BSo K(x') (e'), donde: BSo, es el más seco de los BS. K, es templado con verano cálido, temperatura anual entre 12 y 18 °C y la del mes más caluroso 18 °C. (x'), regímenes de lluvias intermedias entre verano e invierno. (e'), extremoso con oscilaciones entre 7 y 14 °C.

En general la temperatura media anual y la precipitación pluvial son de 18 °C y 365 mm respectivamente.

Los meses más lluviosos son de julio a septiembre concentrados la mayor parte en el mes de julio.

La evaporación promedio mensual es de 178 mm. Munguia (1985).

Suelo:

El origen del suelo del sitio experimental es aluvial y con una textura arcillo limosa, medianamente rico en materia orgánica (Munguia, 1985) y corresponde a un solonchak de acuerdo a la clasificación FAO-UNESCO.

Material Vegetal.

Se utilizó semilla de calabacita var. Zucchini grey

Marco de Plantación.

Distancia entre camas = 80 cm. área total = (7 x 1.50 m) x 27 repetit. = 283.5 m²

Distancia entre plantas = 40 cm. área de la parcela = (7 x 1.50 m) = 10.5 m²

Largo de camas = 7m área útil = (5 x 1.50 m) = 7.5 m²

Ancho de cama $s=1.50$ m área útil total $= (5 \times 1.50 \text{ m}) \times 27 \text{ repet.} = 202.5 \text{ m}^2$

Acolchado.

Para el acolchado se utilizó película de polietileno negro calibre 150 y ancho de 1.5 m, el cual era de segundo ciclo, anteriormente usado en cultivo de sandía.

Riego:

El sistema de riego utilizado fue el de goteo por cintillas (T-Tape), de 6 milésimas de espesor con gotero a 30 cm y un gasto de 500 lts/hr/100 m. Trabajando a una presión de 8 PSI. El riego se realizó durante todo el ciclo del cultivo cada tercer día por dos horas esto en la fase de desarrollo del cultivo, una vez entrado a producción se extendió el tiempo de riego de 2 – 4 hr/ 3 días, esto de acuerdo a las necesidades del cultivo.

Siembra.

La siembra se hizo en forma directa, una semilla por golpe el día 21 de septiembre, a una distancia entre plantas de 40 cm. En una área útil de 75 m². (5 m X 1.50 m)

Las películas plásticas para el microtúnel se colocaron al germinar el cultivo el día 28 de septiembre. Los materiales de sujeción sobre los que se apoyó el plástico fueron en forma de medio círculo de alambros, y se amarraron externamente los plásticos en forma cruzada con raffia para evitar que el aire levantara las cubiertas y evitar roturas.

El día 30 de septiembre se instalaron los sensores de temperatura y radiación los cuales registraron las temperaturas de día y de noche durante la fase de desarrollo del cultivo, los cuales se retiraron cuando las plantas estuvieron en plena producción en producción. Para esta toma de datos los microtúneles permanecieron cerrados durante largos períodos.

Los microtúneles solo se abrieron durante las horas más calientes del día, para su ventilación, y en la etapa de producción para favorecer la polinización.

Descripción del Diseño.

El diseño experimental usado fue el de bloques al azar con 9 tratamientos y 3 repeticiones para un total de 27 unidades experimentales.

Los Tratamientos Evaluados Fueron.

Tratamiento:

- 1 – Acolchado con microtúnel cubierto con formulación de película (3 A).
- 2 – Acolchado con microtúnel cubierto con la formulación de película (11B).
- 3 – Acolchado con microtúnel cubierto con película convencional.(CONV)
- 4 – Acolchado con microtúnel cubierto con la formulación de película (9 B).
- 5 – Acolchado con microtúnel cubierto con la formulación de película (5 M).
- 6 – Acolchado con microtúnel cubierto con la formulación de película (4 B).
- 7 – Acolchado con microtúnel cubierto con la formulación de película (12 M).
- 8 – Acolchado sin túnel. (C.A/S.T.)
- 9 – Sin acolchado sin túnel. (S.A./S.T)

Croquis. La Disposición De los tratamientos en el campo quedo De la siguiente manera:

12 M	11 B	4 B	9 B	ST /CA	CONV	ST/SA	3 A	5 M
5 M	4 B	9 B	ST /CA	12 M	3 A.	CONV	ST /SA	11 B
3 A	11 B	CONV	9 B	ST /CA	5 M	ST /SA	4 B	12 M

Fertilización.

Con relación a la fertilización, esta se realizó por medio de fertirriego, aplicado cada tercer día a base de:

- Acido fosfórico 40 ml
- Urea 160 gr
- Nitrato de potasio 480 gr

Esto durante todo el ciclo del cultivo, sumando un total de 35 aplicaciones. Además de aplicar Nitrato de Calcio 30 gr por mochila en la etapa de producción para compensar deficiencias N de Ca, en los frutos (2 aplicaciones). La cantidad de fertilizante total fue de: **Nitrógeno** = 276.5 Kg/ha; **Fósforo** = 58.7 Kg/ha; **Nitrato de Potasio** = 829.6 Kg/ha. La cual se saco basándose en el área útil total, deduciéndose la siguiente fórmula: $235 - 59 - 365$ (N -P -K).

Labores Culturales:

Deshierbe: Se quitaron malezas que emergieron junto al tallo del cultivo por el orificio hecho en el plástico para la emergencia de esta, y además de quitar aquellas que se desarrollaron en los bordes de las camas.

Escarda: Se realizó entre camas y en aquellos tratamientos sin acolchado de suelo donde además sirvió para evitar la compactación del suelo. En este tratamiento se hizo necesaria esta labor a diferencia de los demás tratamientos con acolchado, para evitar la competencia con el cultivo.

Labores fitosanitarias: Se hicieron aplicaciones periódicas de agroquímicos como: Trigard, Agresor, Confidor, Ambush, para el control de plagas como: minador de

la hoja, mosquita blanca, presentes en el cultivo. El Bayleton y el Ridomil se aplicaron contra cenicilla. El adherente (Inex), se aplico en todos los casos en combinación con los anteriores. Estas aplicaciones se hicieron vía foliar en las dosis/ ha recomendadas para el cultivo de calabacita.

Cosecha:

Esta se realizó cada tercer día, en forma manual y por tratamientos, contando número de frutos y pesando estos para cada caso, no se evaluaron plantas orilleras, ni los bordos o plantas fuera de los túneles

Se realizaron un total de 12 cosechas, dado que se presentó un descenso de temperatura que quemo el cultivo a mediados de noviembre.

Posterior a esto se arrancaron las plantas y se quitaron plásticos de acolchado y cintillas dejando libre el área utilizada.

Variables Evaluadas.

En la etapa de desarrollo del cultivo se evaluaron los siguientes variables:

Diámetro de tallo.

Altura de planta.

Número de hojas.

Realizando cuatro evaluaciones en fechas distintas. Las cuales fueron realizadas a los 8, 19 y 29 días después de emergencia (5, 16 y 26 de octubre) y al final del ciclo que fue a los 77 días después de emergencia (13 de diciembre).

En la etapa de producción se evaluaron los siguientes parámetros:

Número de frutos por tratamiento.

Peso de frutos por tratamiento.

Durante esta fase se realizaron doce evaluaciones, las cuales fueron cada tercer día, contando y pesando los frutos de cada tratamiento.

Materiales Utilizados.

Para este trabajo se utilizaron los siguientes materiales:

Material vegetal: semillas de calabacita var. Zucchini grey.

Estructura: arcos de alambren, hilo de plástico

Cubiertas: películas de polietileno calibre 700 para cubierta con diferentes tratamientos (aditivos), y una cubierta convencional.

Mediciones: sensores de temperatura y radiación total (pyranómetros) de LI-COR, vernier, regla de 30 cm, probeta graduada, báscula. Libreta para toma de datos.

Equipos: Data Logger de LI-COR, modelo LI – 100.

Fertilizantes: ácido fosfórico, urea, nitrato de potasio, nitrato de calcio.

Insecticidas: Trigard, Agresor, Confidor, Ambush.

Fungicidas: Bayleton, Ridomil.

Adherente: Inex.

Otros: venturi, mochila aspersora de 15 litros, tanque de 20 litros, azadón.

RESULTADOS Y DISCUSION

Variables de Desarrollo.

Los datos obtenidos en las evaluaciones realizadas para diámetro de tallo, altura de planta y número de hojas se muestran en los cuadros, 1, 2, y 3. Donde se hace la comparación de medias entre tratamientos y se observa su nivel de significancia, coeficiente de variación (el cual se ajustó con raíz cuadrada para disminuirlo), y el resultado de la prueba de diferencia mínima significativa (DMS).

Además se presentan las gráficas para poder apreciar mejor los resultados.

Para la obtención de estos datos se hicieron cuatro evaluaciones, tomando tres plantas por tratamiento, en cada evaluación se midieron las variables mencionadas.

Diámetro de Tallo

El análisis de varianza para diámetro de tallo no mostró diferencia significativa entre tratamientos, en las evaluaciones realizadas a los 8 días después de emergencia (5 de Octubre), a los 19 días después de emergencia (16 de octubre), y al final de ciclo a los 77 días después de emergida la planta(13 de diciembre). A excepción de la evaluación que se hizo a los 29 días después de la emergencia de la planta (26 de octubre), donde el

análisis de varianza mostró diferencia altamente significativa, como se observa en el cuadro 1.

Aunque estadísticamente no existe diferencia significativa se pudo observar en el cuadro 1, que para la evaluación realizada a los 8 días después de emerger la planta (5 de octubre), donde solo se evaluaron los tratamientos con microtúnel ya que las plantas sin microtúnel tenían un desarrollo muy lento, si hay diferencias entre estos, donde el acolchado con microtúnel cubierto con la formulación de película (5 M) y (4 B) resultaron ser mejores en comparación con el resto, y el tratamiento con acolchado con microtúnel cubierto con la película convencional resultó muy por debajo de los demás.

Para la evaluación a los 19 días después de emergencia del cultivo (16 de octubre), al igual que en la anterior solo se evaluaron los tratamientos con acolchado con microtúnel cubiertos con las distintas formulaciones contra la película convencional, debido al desarrollo lento del cultivo sin microtúnel, y se observa en el cuadro 1, que los mejores resultados los obtuvo el tratamiento con acolchado con microtúnel cubierto con la formulación de película (4 B), en esta evaluación el tratamiento con película convencional resulta ser superior al tratamiento con acolchado con microtúnel cubierto con la formulación (5 M), pero inferior al resto de los tratamientos, en los cuales estadísticamente no hay diferencia significativa.

Para la evaluación realizada a los 29 días después de la emergencia de las plantas (26 de octubre), aunque estadísticamente todos los tratamientos con acolchado con microtúnel son iguales entre sí, incluyendo al tratamiento con acolchado sin microtúnel, este último al compararlo con el resto de los tratamientos con acolchado con microtúnel muestra una ligera disminución con relación a los microtúneles a excepción del tratamiento con acolchado con microtúnel cubierto con la formulación de película (9

M). El que estadísticamente resultó ser inferior al resto de los tratamientos fue el tratamiento sin acolchado y sin microtúnel. En esta fecha se evaluaron tratamientos con cubierta plástica (microtúnel), con acolchado sin cubierta plástica y sin acolchado y sin cubierta plástica, al igual que en la evaluación realizada al final de ciclo del cultivo, 77 días después de emergencia (13 de diciembre).

En la evaluación realizada a los 77 días después de emergencia que fue al final del ciclo del cultivo (13 de diciembre) no existe diferencia significativa estadística pero se puede observar en el cuadro 1, variaciones entre tratamientos donde los tratamientos con acolchado y microtúnel son superiores al tratamiento sin acolchar y sin microtúnel, incluyendo al tratamiento con acolchado sin microtúnel, el cual para algunos tratamientos con microtúnel resulta ser superior.

Para estos resultados se puede mencionar que los cultivos con acolchado de suelo y microtúneles favorecen el crecimiento en diámetro de tallo del cultivo de calabacita, ya que el mantener una temperatura constante en el ambiente de desarrollo esto acelera el crecimiento de los tallos en longitud y volumen. Lo que concuerda con Rodríguez (1984), el cual trabajando con melón en túneles bajos y con acolchado encontró que los túneles con acolchado tienen una gran influencia en la longitud y diámetro de tallo, de la misma forma al tiempo de floración, siendo apreciablemente mayor que el testigo.

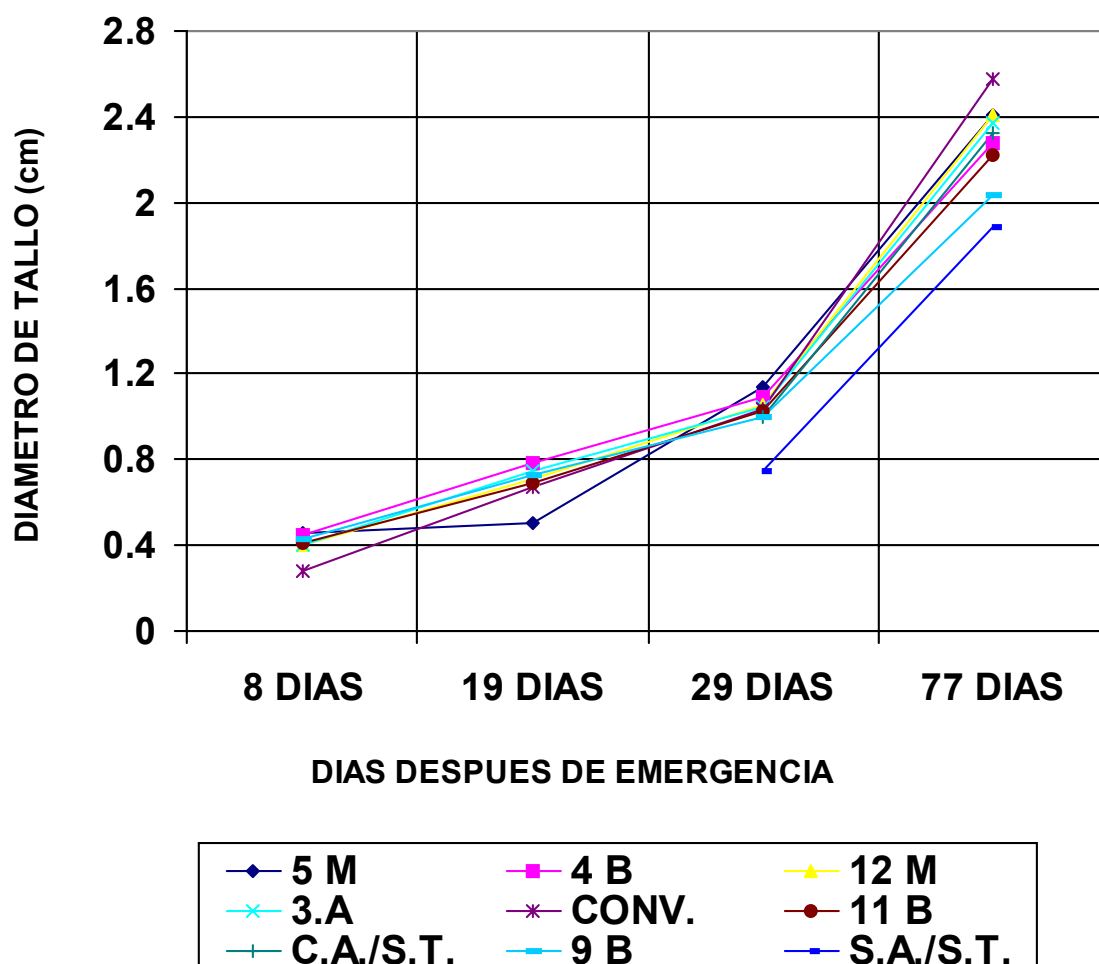
Al hacer la comparación entre el testigo sin acolchado contra el testigo con acolchado, ambos sin microtúnel, se puede observar que el acolchado brinda mayores beneficios al cultivo en cuanto a diámetro de tallo en comparación con un suelo desnudo. Estas tendencias se pueden observar en la figura 1 donde se muestran los diferentes tratamientos.

Cuadro 1. Comparación de medias de diámetro de tallo con diferentes tratamientos de películas plásticas para forzado de cultivo, acolchado y suelo desnudo.

DIAMETRO DE TALLO.				
Tratamientos	Fechas de Evaluación			
	5 de Octubre	16 de Octubre	26 de Octubre	13 de Dic.
5 M	0.4576	0.5026	1.1407 A	2.4086
4B	0.4516	0.7823	1.0907 A	2.2803
12 M	0.4030	0.7110	1.0570 A	2.4050
3 A	0.4030	0.7453	1.0420 A	2.3730
CONVENCIONAL	0.2846	0.6713	1.0340 A	2.5796
11 B	0.4093	0.6893	1.0230 A	2.2243
C. A./ S. T.			0.9960 A	2.3230
9 B	0.4250	0.7240	0.9957 A	2.0306
S. A./ S. T.			0.7490 B	1.8830
N. Signif.	NS.	NS.	**	NS.
C. Variación.	4.75%	5.60 %	10.32 %	9.14%
DMS.			0.1812	

En la **figura 1**, se pueden observar las tendencias para diámetro de tallo para los distintos tratamientos evaluados a determinados días después de emergencia.

FIGURA No. 1.- Evaluacion de la Variable Diametro de Tallo er
desnudo.



Altura de Planta.

El análisis de varianza para altura de planta no muestra diferencia estadística significativa entre tratamientos para las dos primeras evaluaciones hechas a los 8 y 19 días después de emergencia de las plantas (5 y 16 de octubre), donde solo se evaluaron los microtúneles, ya que los tratamientos sin microtúnel tenían un desarrollo muy lento. Por lo que no puede hacerse la comparación de medias entre todos los tratamientos, solo para los de cubierta. En el cuadro 2 se muestra su nivel de significancia y su coeficiente de variación.

Por lo que respecta a las evaluaciones realizadas a los 29 días después de emergencia (26 de octubre) y al final del ciclo, 77 días después de emergencia de las plantas (13 de diciembre), muestra diferencia altamente significativa en ambas evaluaciones. Dentro de las cuales se consideraron los tratamientos con acolchado y microtúnel, con acolchado sin microtúnel y sin acolchado sin microtúnel.

Sin embargo para la evaluación realizada a los 29 días después de emergencia (26 de octubre) y aunque muestra diferencia altamente significativa, (cuadro 2), todos aquellos tratamientos con microtúnel son iguales estadísticamente, aunque puede verse que los tratamientos con acolchado con microtúnel cubiertos con la formulación (5 M), (4 B) son superiores al resto. Los tratamientos con acolchado y sin microtúnel, y sin acolchado y sin microtúnel son iguales estadísticamente, pero como se observa en el cuadro 2, el tratamiento con acolchado de suelo sin microtúnel favoreció la altura de las plantas con respecto al suelo sin acolchar. Al comparar este con los tratamientos con microtúnel y acolchado de suelo se puede ver que la altura de las plantas es superior en los tratamientos con microtúnel y acolchado, por lo que se considera que el incremento

de la temperatura tanto en el suelo como en el ambiente de desarrollo favorecen el crecimiento en altura de las plantas de calabacita.

Para los tratamientos evaluados a los 77 días después de emergencia una vez finalizado el ciclo del cultivo (13 de diciembre) muestra diferencia altamente significativa entre los distintos tratamientos, aunque los tratamientos con microtúnel resultaron ser estadísticamente iguales a excepción del tratamiento con acolchado con microtúnel cubierto con la formulación de película (9 B), el cual es estadísticamente igual al tratamiento con acolchado sin microtúnel. Los tratamientos con acolchado y sin acolchado de suelo y sin microtúnel estadísticamente son iguales, pero puede observarse en el cuadro 2, que el tratamiento con acolchado y sin microtúnel es superior al tratamiento con suelo desnudo y sin microtúnel, siendo este inferior al resto de los tratamientos.

Para esta evaluación al igual que la anterior los mejores tratamientos son aquellos con acolchado con microtúnel cubierto con la formulación de película (5 M) y (4B), en comparación con el resto de las cubiertas plásticas, y le sigue el tratamiento sin microtúnel y acolchado de suelo. El tratamiento que para las dos evaluaciones mostró resultados muy desfavorables fue el tratamiento con suelo desnudo y sin microtúnel. Por lo que se piensa que el incremento de la temperatura en el suelo favorece el desarrollo en altura de plantas de calabacita y la temperatura del ambiente es otro factor importante para una mayor altura lo que puede favorecer el incremento en producción. Estos resultados coinciden con Ledesma (1994), quien observó diferencias altamente significativas en altura de planta al trabajar con plantulas de coliflor bajo cubiertas de plástico de colores en microtúnel.

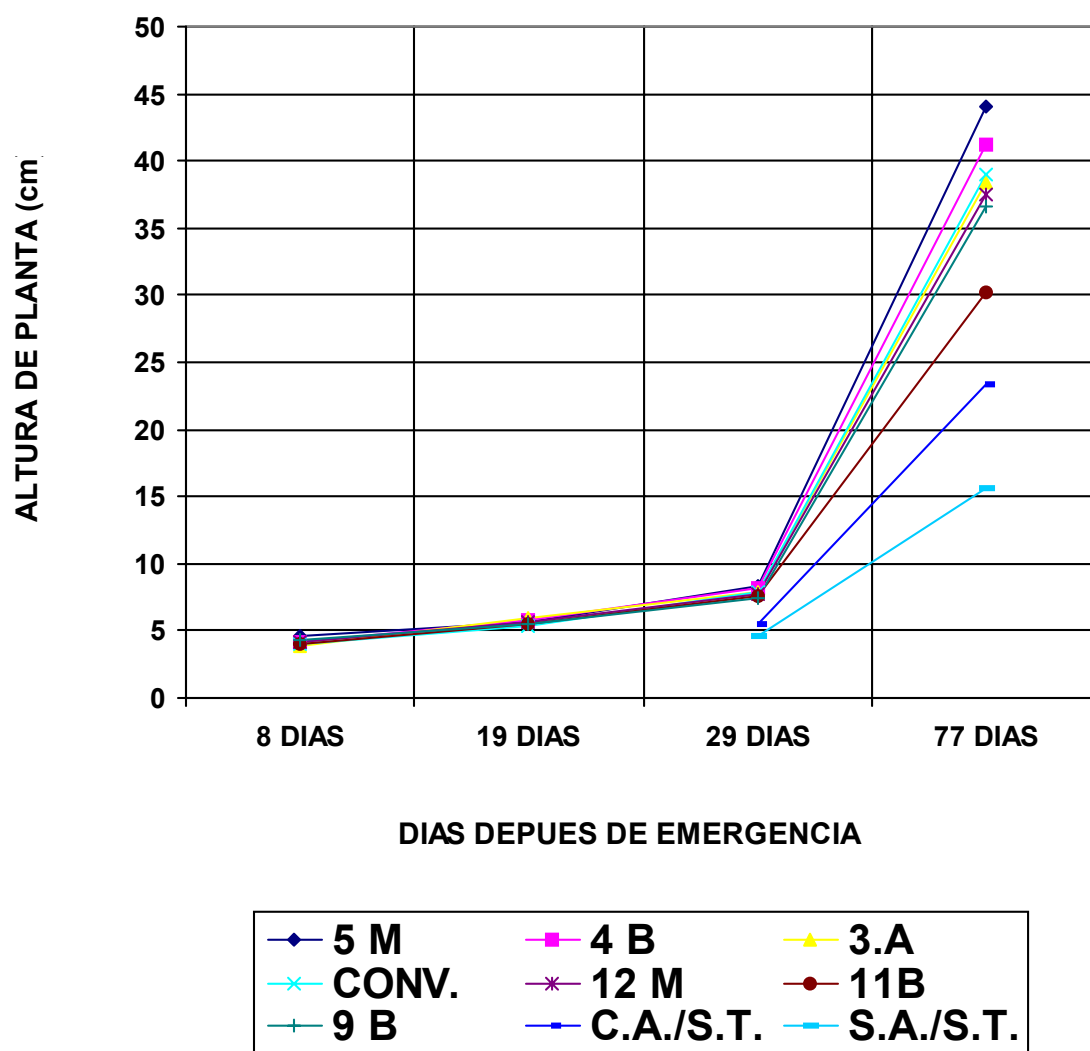
Por lo que respecta al acolchado sin microtúnel, cabe mencionar que Bhella y Kwolek (1984), evaluaron el efecto del acolchado con plástico negro y el riego por goteo sobre la producción de calabacita Zucchini donde observaron una diferencia significativa tanto en el crecimiento de la planta, como en el diámetro del tallo. Por otra parte cabe mencionar que Narro (1985), en un experimento con chícharo (*Pisum sativum*), establecido bajo acolchado de suelo, registró un incremento significativo en altura de planta e índice de área foliar.

Cuadro 2. Comparación de medias de altura de planta con diferentes tratamientos de películas plásticas para forzado de cultivos, acolchado y suelo desnudo.

ALTURA DE PLANTA.				
Tratamientos	Fechas de Evaluación			
	5 de Octubre	16 de Octubre	26 de Octubre	13 de Diciembre
5 M	4.6333	5.6333	8.2900 A	44.0000 A
4 B	4.2000	5.7666	8.1467 A	41.2333 A
3 A	3.8333	5.9666	7.9433 A	38.3333 A
CONVENCIONAL	4.0666	5.3000	7.8333 A	39.0000 A
12 M	4.1000	5.7000	7.7800 A	37.5567 A
11 B	4.0666	5.5333	7.6100 A	30.2233 A
9 B	4.3000	5.5333	7.4867 A	36.6667 BC
C. A./S. T.			5.5033 B	23.3367 CD
S. A./S. T.			4.6533 B	15.5567 D
N. Signif.	NS	NS	**	**
C. Variación	6.48%	8.54%	11.93%	22.45%
DMS.			1.4975	13.2108

En la figura 2, se pueden observar las tendencias para altura de planta para los distintos tratamientos evaluados a determinados días después de emergencia.

FIGURA No, 2- Evaluacion de la Variable Altura de planta en ϵ



Número de Hojas.

El análisis de varianza para número de hojas no muestra diferencia estadística significativa para los tratamientos con microtúnel evaluados a los 8 y 19 días después de emergencias (5 y 16 de octubre). En estas fechas solo se evaluaron los tratamientos con microtúnel, dado el poco desarrollo de los tratamientos sin microtúnel y el nivel de significancia y el coeficiente de variación se muestran en el cuadro 3.

Estadísticamente los tratamientos evaluados a los 29 días después de la emergencia de las plantas (26 de octubre), muestran diferencia altamente significativa, como se observa en el cuadro 3.

Se puede observar que es superior en cuanto a número de hojas el tratamiento con acolchado con microtúnel cubierto con la formulación de película (4 B). Los resultados más bajos los muestra el tratamiento con suelo desnudo sin microtúnel. Lo que reafirma que las cubiertas plásticas y el acolchado de suelo favorecen el aumento en número de hojas.

En la evaluación realizada al final del ciclo del cultivo, a los 77 días después de emergencia (13 de diciembre) se muestra una diferencia altamente significativa, como puede observarse en el cuadro 3. Estadísticamente el tratamiento con acolchado de suelo y sin microtúnel es igual a los tratamientos con acolchado y microtúnel a excepción del tratamiento con acolchado con microtúnel cubierto con la formulación de película (11 B), el cual es estadísticamente igual a los tratamientos con acolchado con microtúnel cubierto con la película convencional (CONV.), y los cubiertos con la formulación de película (12 M), (9 B) y acolchado sin microtúnel. El tratamiento sin acolchado y sin

cubierta plástica como en el caso anterior tiene los resultados más bajos, en comparación con el acolchado de suelo sin cubierta plástica.

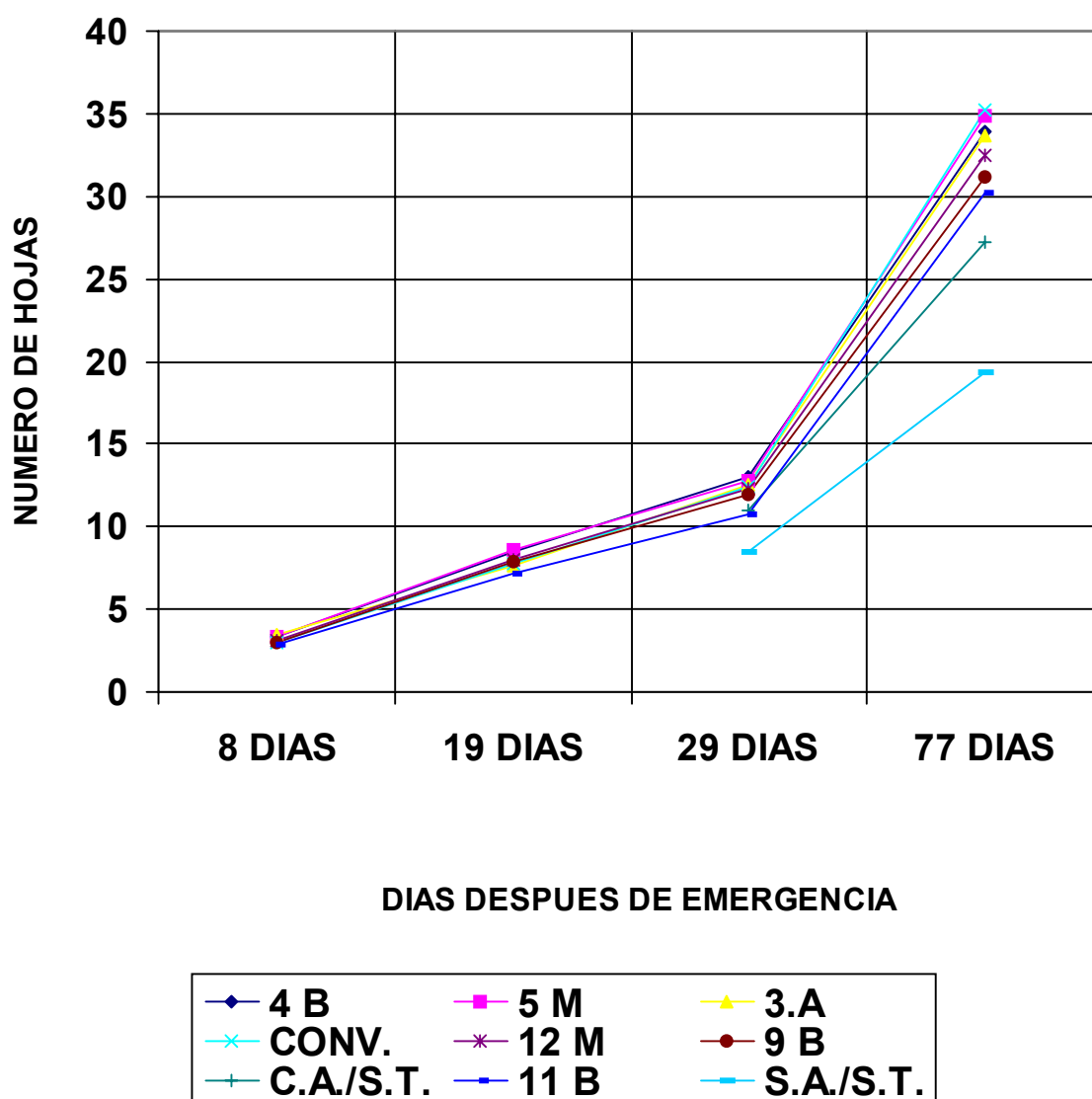
Los tratamientos con acolchado con microtúnel cubierto con la película convencional, y los cubiertos con la formulación de película (12 M), (9 B) y el acolchado si microtúnel son estadísticamente iguales, por lo que se cree que el acolchado de suelo en combinación con microtúneles favorece al cultivo de calabacita en cuanto al número de hojas, con respecto al testigo sin acolchar y sin microtúnel. Por lo que respecta al acolchado contra el suelo desnudo sin microtúnel se puede decir que los beneficios de este son mayores a los de un suelo desnudo ya que se puede observar en los resultados que el número de hojas se incrementa con el acolchado de suelo.

Cuadro 3. Comparación de medias de número de hojas con diferentes tratamientos de películas plásticas para forzado de cultivos, acolchado y suelo desnudo.

NUMERO DE HOJAS.				
tratamientos	Fechas de evaluación			
	5 de Octubre	16 de Octubre	26 de Octubre	13 de Dic.
4 B	3.3333	8.4433	13.0033 A	33.8900 A
5 M	3.3333	8.5566	12.7767 AB	34.8867 A
3 A	3.4433	7.6666	12.5533 ABC	33.6633 A
CONVENCIONAL	3.0000	7.7766	12.4433 ABC	35.2200 AB
12 M	3.1100	8.0033	12.3333 ABC	32.4467 AB
9 B	3.0000	7.8900	11.8900 A BC	31.2233 AB
C. A./ S. T,			11.0033 BC	27.2233 AB
11 B	2.8900	7.2233	10.7800 C	30.2233 B
S. A./ S. T.			8.4433 D	19.3333 C
N. Signif.	NS	NS	**	**
C. Variación	8.88%	11.31%	9.62%	12.21%
DMS.			1.9471	6.5311

Figura No. 3, se pueden observar las tendencias para número de hojas para los distintos tratamientos evaluados a determinados días después de emergencia

FIGURA No. 3.- Evaluacion de la variable Numero de hojas:
en 9 Tratamientos para Forzado de cultivo, Acolchado y Suelo
desnudo



Variables de Rendimiento.

Estos datos se pueden observar en el cuadro 4 donde se hace la comparación de medias en los dos parámetros evaluados que son: numero de frutos y rendimiento en peso (Kg).

Rendimiento.

El análisis de varianza para rendimiento, no muestra diferencia estadística significativa entre los tratamientos evaluados, (cuadro 4). Sin embargo se puede observar que aunque todos los tratamientos son iguales, existe una gran diferencia en rendimiento entre algunos de ellos, ya que entre el mejor tratamiento que es el acolchado con microtúnel cubierto con la formulación de película (5M), y el tratamiento con menor rendimiento el cual fue el sin acolchado sin túnel, hay una diferencia de 6 toneladas lo que representa un incremento de 185 % en favor del tratamiento (5M). Se puede también observar que en general todos los demás tratamientos con microtúnel con las diferentes películas evaluadas se comportan de manera muy similar, con rendimientos de aproximadamente 6 toneladas, sobresaliendo solamente la película antes mencionada (5M) con un rendimiento mayor.

Se puede observar así mismo el efecto positivo del acolchado de suelo, ya que al comparar el tratamiento sin acolchado y sin microtúnel, con el de acolchado sin microtúnel, se observa un incremento a favor de acolchado del 82%. Al igual que Torres (1986), que obtuvo un rendimiento comercial de 18.9 ton/ha por acción del acolchado en comparación con el testigo que produjo 5.115 ton/ha., en porciento el aumento fue de 269.8 %.

Al comparar el tratamiento acolchado sin microtúnel con los tratamientos acolchados pero con microtúneles con las diferentes películas, se puede notar una influencia al tener microtúneles, ya que los rendimientos son superiores en todos estos, debido al efecto que tiene la temperatura sobre la planta la cual acelera los procesos fisiológicos dentro de esta dando como resultado un aumento en masa y volumen, lo que en este caso aumento la producción. Esto concuerda con los resultados de Argall y Stewart (1988), quien trabajo con cultivares con cultivares de melón, bajo acolchado con plástico transparente y negro con y sin microtúnel, donde la presencia de microtúneles incrementó la producción casi el doble.

En estos tratamientos se puede observar tanto el efecto que el acolchado de suelo como los microtúneles tienen sobre el rendimiento del cultivo, y este efecto es causado por el calor extra generado en el suelo por el acolchado con respecto al no-acolchado y por el incremento de la temperatura en el ambiente de desarrollo de la planta causado por la cubierta de los microtúneles, durante el día, la cual no sobrepaso la alcanzada por la cubierta convencional en los tratamientos con las distintas formulaciones de película, figura 6, aquí observa el comportamiento que presentaron los distintos tratamientos cubiertos con las diferentes formulaciones de película lo que permitió un mayor desarrollo de la planta y por consecuencia un mayor rendimiento. En la figura 7 se puede apreciar el comportamiento de la radiación en las diferentes películas con las distintas formulaciones, esto con la finalidad de analizar la influencia de la radiación proveniente del sol y su efecto en el cultivo, los cuales en este caso el cultivo de calabacita var. Zucchini grey mostró resultados favorables bajo cubierta, ya que esta fue menor en comparación con la del exterior. Al analizar los tratamientos con las

formulaciones de película con aditivos plateados y perteneces comparadas con la del exterior se pueden observar como es el efecto en cada una de ellas, Figura 8 y 9.

Los rendimientos en los tratamientos con acolchado con microtúneles cubiertos con las distintas formulaciones de películas pudieron haber sido mayores, si se hubieran establecido insectos polinizadores (abejas), o si se hubieran abierto los microtúneles por mas tiempo durante el día, para permitir un mayor flujo de esto insectos. Los microtúneles se mantenían cerrados durante lagos periodos debido a las bajas temperaturas y a que como se estaba midiendo radiación y temperatura debajo de las cubiertas sé tenia que mantener cerrado para poder obtener estos datos, afectándose el libre flujo de los polinizadores, los que son importantes para obtener mayores rendimientos. En la figura 10, se aprecian las tendencias para rendimiento en las distintas evaluaciones para los distintos tratamientos.

Número de Frutos.

El análisis de varianza para número de frutos no muestra diferencia estadística significativa entre los tratamientos evaluados, (cuadro 4). Sin embargo y aunque todos los tratamientos son estadísticamente iguales se puede observar, que algunos tratamientos fueron mejores en cuanto a número de frutos, como lo es el tratamiento con acolchado con microtunel cubierto con la formulación de película (5M) con los mejores resultados y el tratamiento sin acolchado sin túnel con los resultados mas bajos, con una diferencia considerable a favor del tratamiento (5M), como el tratamiento con el mayor valor para esta variable.

En general todos los tratamientos con acolchado con microtúneles cubiertos con las diferentes formulaciones de película evaluadas tuvieron un comportamiento muy

similar en cuanto al número de fruto, destacando la cubierta con formulación de película (5M) con el mayor número de frutos.

Así mismo se puede observar el efecto positivo del acolchado de suelo, al comparar los tratamientos sin acolchado sin microtúnel con el de acolchado con microtúnel en el cual se puede observar un incremento a favor de acolchado en cuanto al número de frutos lo que puede deberse al incremento de la temperatura del suelo y a la mayor retención de humedad que este presenta a comparación del testigo con suelo desnudo, estos factores favorecen el desarrollo del sistema radicular lo que favorece a la planta ya que absorbe en mayor cantidad los nutrientes disponibles para su desarrollo su producción, al igual que Narro (1989), quien evaluó el número de frutos totales de pepino pickle y mostró que los tratamientos con acolchado y sin acolchar fueron de 533 y 267 frutos respectivamente, observándose una diferencia de 267 frutos.

Al comparar el tratamiento acolchado sin microtúnel con los tratamientos con acolchado y con microtúneles cubiertos con las diferentes formulaciones de películas no se nota una diferencia positiva en los tratamientos al tener microtúnel con respecto al acolchado sin microtúnel, ya que el número de frutos es inferior en algunos tratamientos. Al contraponer esto con el rendimiento en peso podemos decir que los microtúneles favorecen el peso de los frutos ya que los frutos dentro del microtúnel tienen un aumento en volumen y masa, pero no en cantidad de frutos. Esto debido a que la temperatura y luminosidad del ambiente tiene una influencia sobre un conjunto de reguladores de crecimiento (hormonas, auxinas, inhibidores y promotores de crecimiento) los cuales son sintetizados por las plantas, la auxina es la responsable del crecimiento y desarrollo de los tejidos vegetales y se ve afectada por el exceso de luz que la destruye por lo que las películas plásticas tienen la función de regular la calidad y

cantidad de luz que influye en la planta, favoreciendo su desarrollo normal. Para el acolchado aunque el número de frutos fue mayor el tamaño se vio afectado cosechándose frutos de menor tamaño por lo que el rendimiento en peso se reduce para este tratamiento.

En estos tratamientos no se pueden apreciar los efectos que tanto el acolchado de suelo como los microtúneles tienen sobre el rendimiento en número de frutos, pero si se aprecian al comparar ambos con el cultivo con suelo desnudo (sin acolchado).

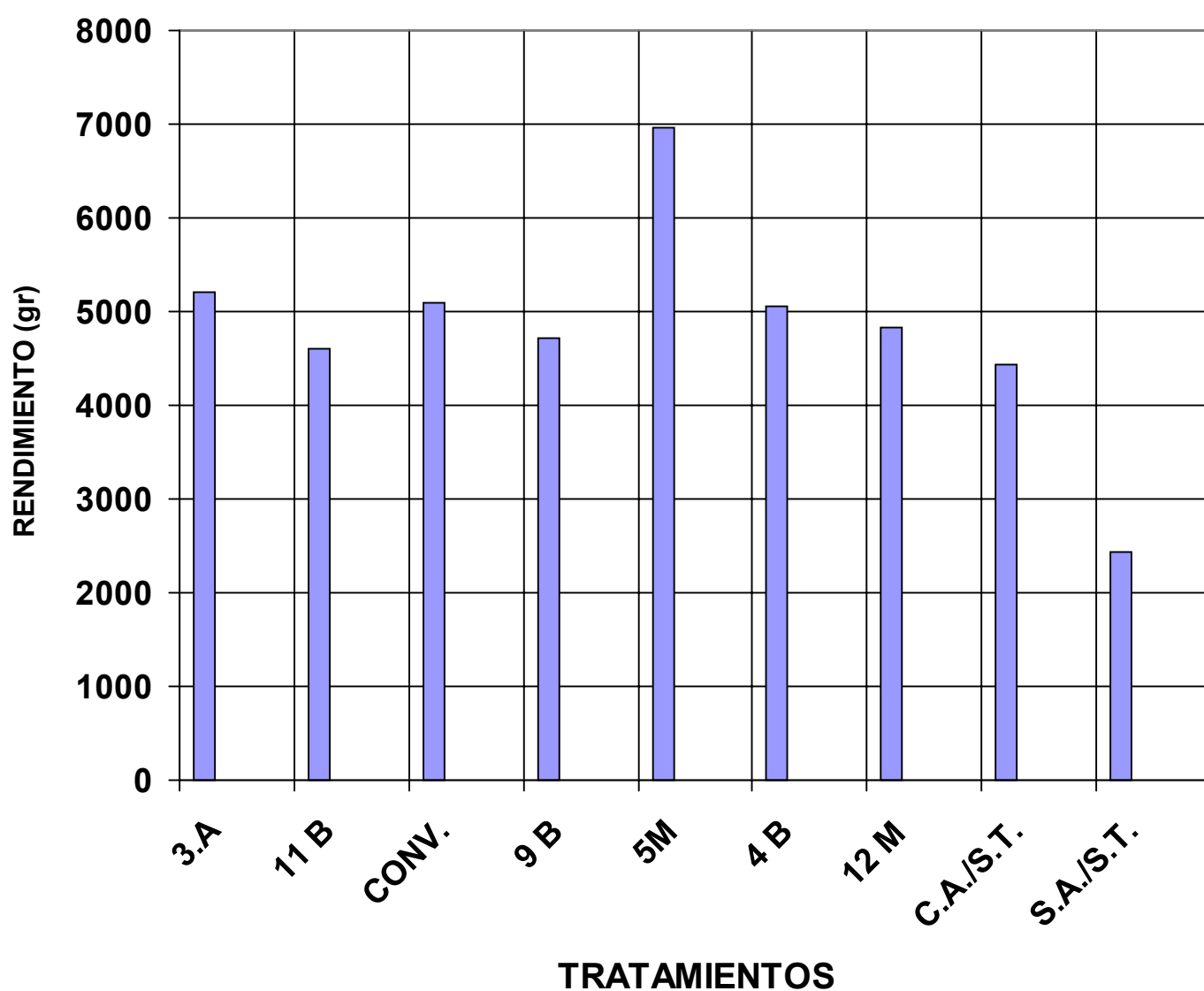
Cuadro 4. Comparación de medias de rendimiento y número de frutos con diferentes tratamientos de películas plásticas para forzado de cultivo, acolchado y suelo desnudo.

TRAT.	RENDIMIENTO			NUMERO DE FRUTOS		
	MEDIA (gr.)	TON./Ha.	% REND. Con respecto al test.	MEDIA.	Ha.	% INCREM. Con respecto al test.
3 A	5198.333	6.92	135.5	45.000	60000	85.1
11 B	4596.666	6.12	88.8	42.666	56000	72.8
CONV.	5088.333	6.77	108.9	41.000	55466.6	71.1
9 B	4711.666	6.28	93.8	43.000	57333.3	76.9
5 M	6956.666	9.26	185	58.666	78133.3	141.1
4 B	5055.000	6.73	107.7	45.666	60800	87.6
12 M	4853.333	6.44	98.7	43.666	58133.3	79.4
A/ S T.	4430.000	5.90	82	44.000	58666.6	81
S A/ S T.	2431.666	3.24	45	24.333	32400	57
SIGNIF.	NS.			NS.		
C.V	16.34 %			13.18 %		
DMS	--			--		

La figura 4 y 5. esquematiza en forma más simple las fluctuaciones de los distintos tratamientos evaluados en calabacita para rendimiento y número de fruto

FIGURA No. 4.- Evaluación de la Variable Rendimiento (gr) en 9

Tratamientos para Forzado de cultivo, Acolchado y Suelo desnudo



presentados en el cuadro anterior.

FIGURA No. 5.- EVALUACION DE LA VARIABLE NUMERO DE FRUTOS EN 9 TRATAMIENTOS PARA FORZADO DE CULTIVO, ACOLCHADO Y SUELO DESNUDO

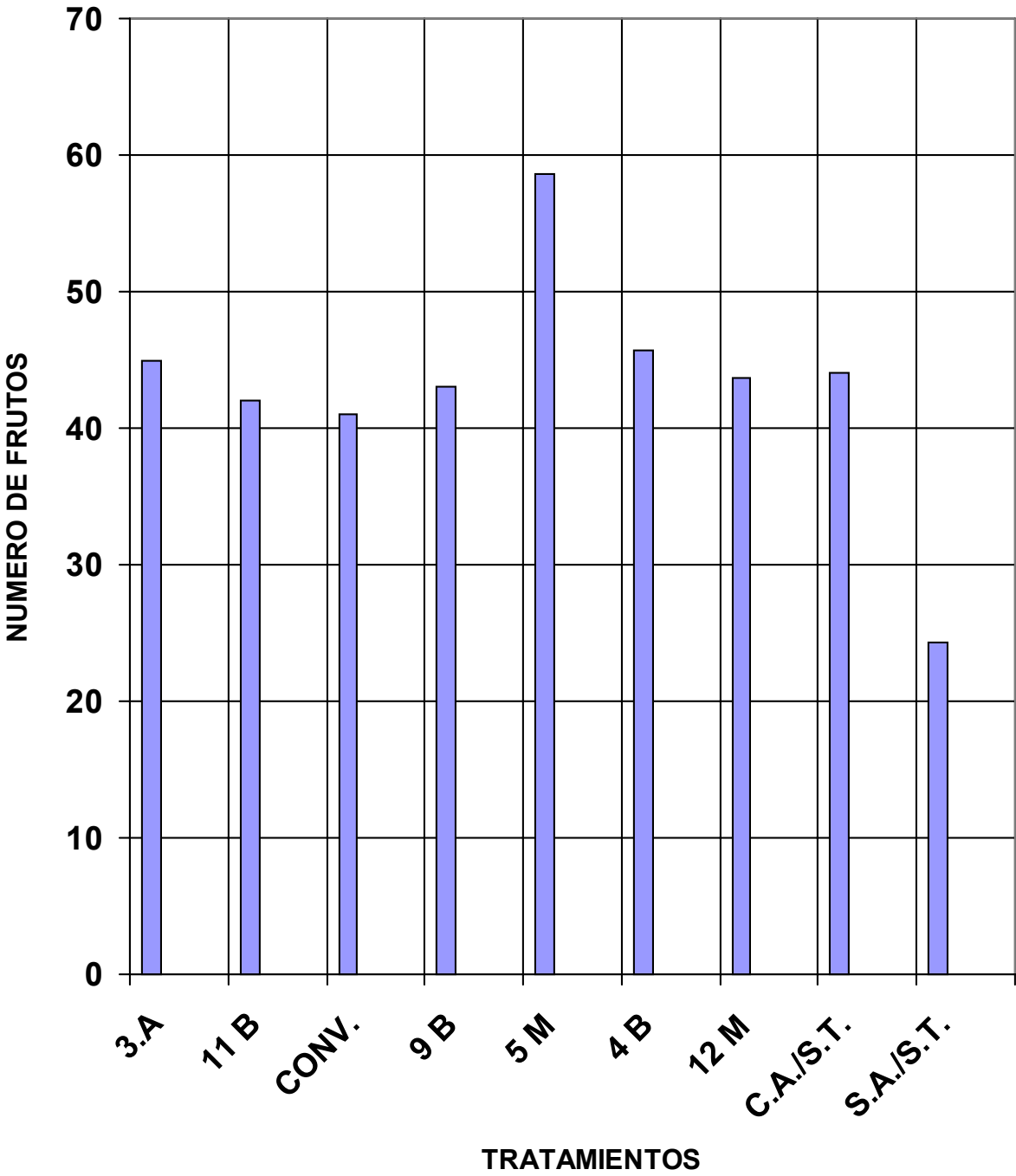
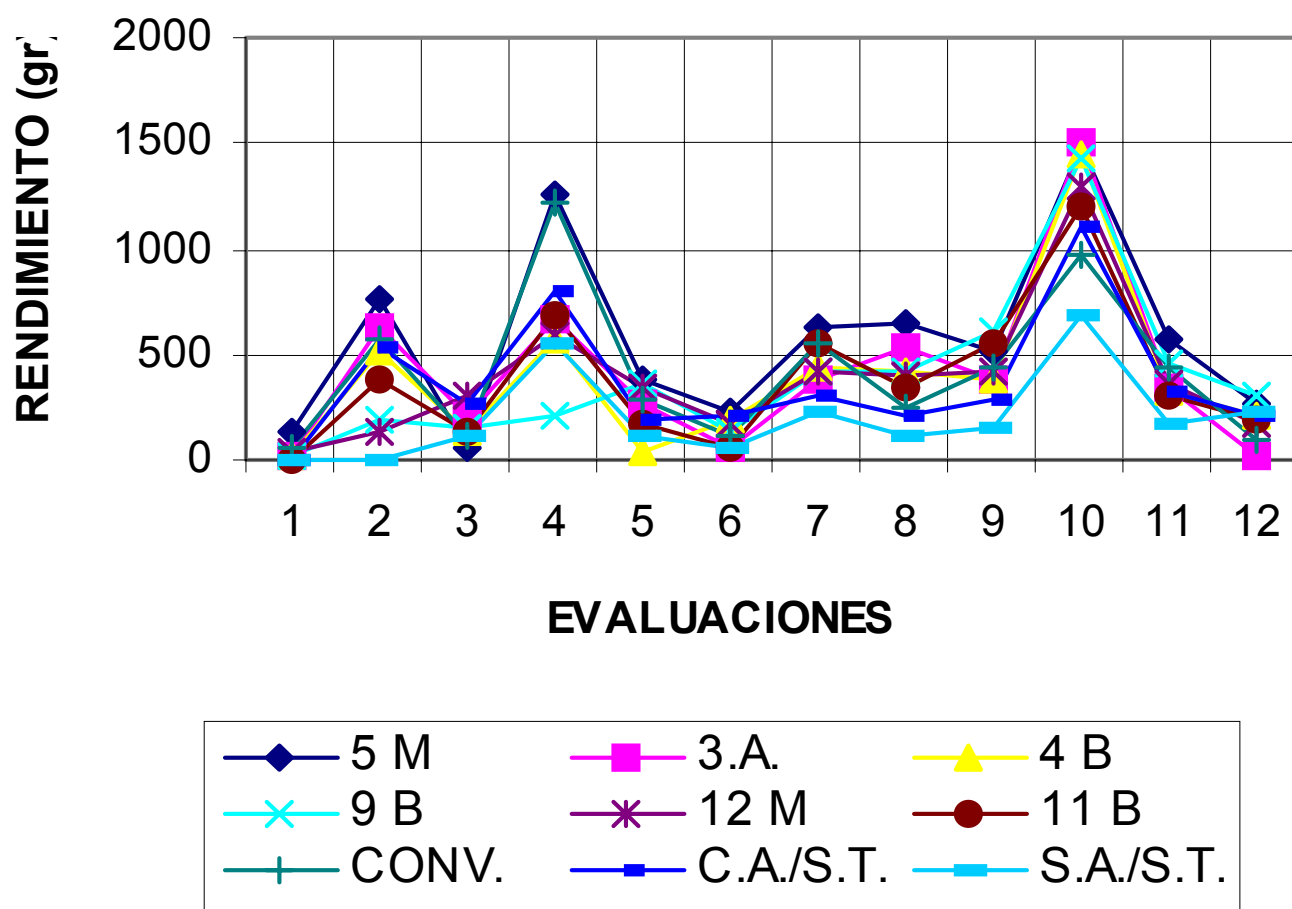


Figura No. 6, tendencias de rendimiento para los diferentes tratamientos evaluados a determinados días después de emergencia.

FIGURA No. 6.-Rendimiento en Diferentes tratamientos para Forzado de cultivo, Acolchado y Suelo desnudo



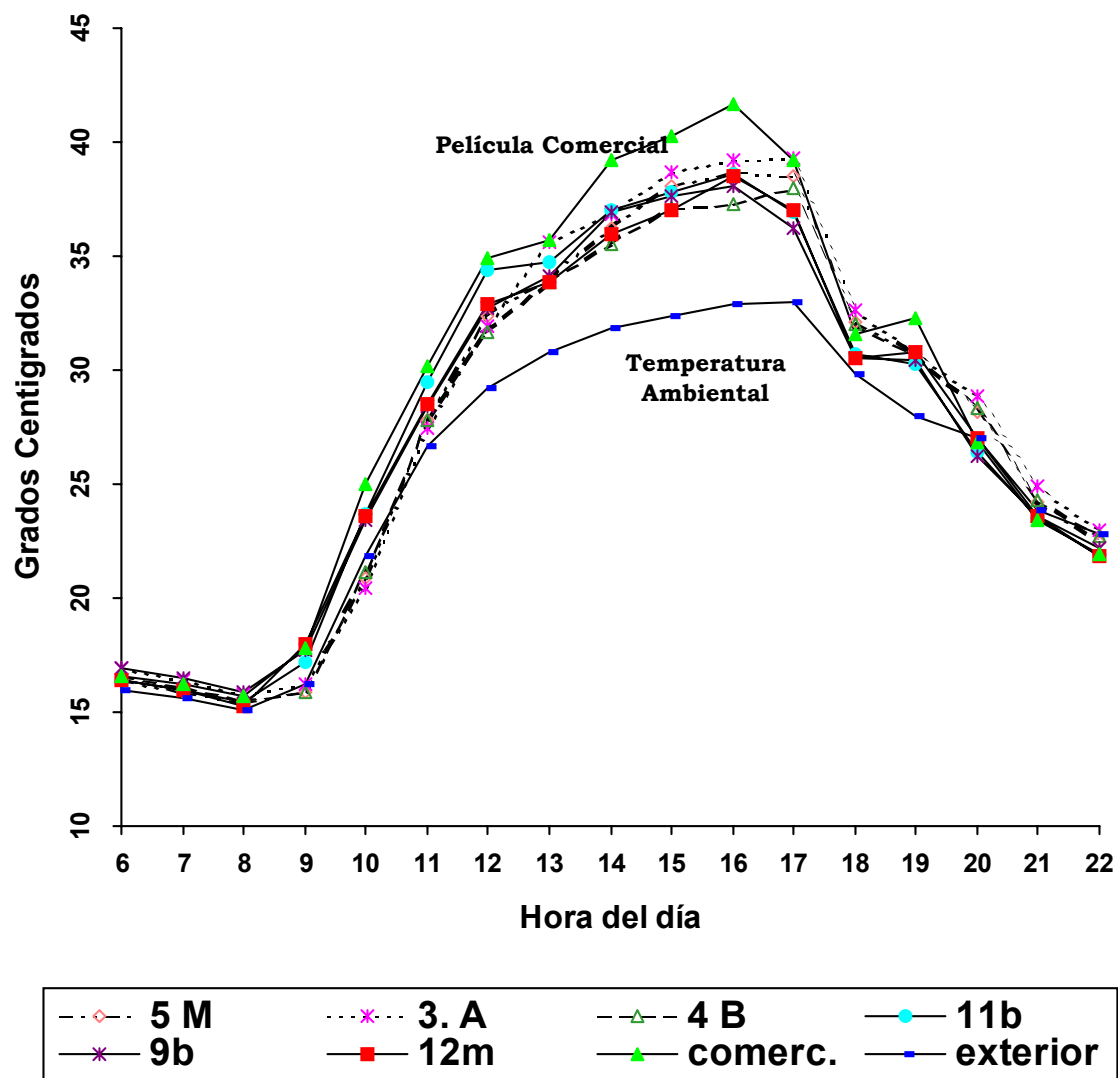


FIGURA No. 8.-Radiación total dentro del Microtunel con Películas para Invernadero Plateadas y Perlecentes en Comparacio con una Película Convencional

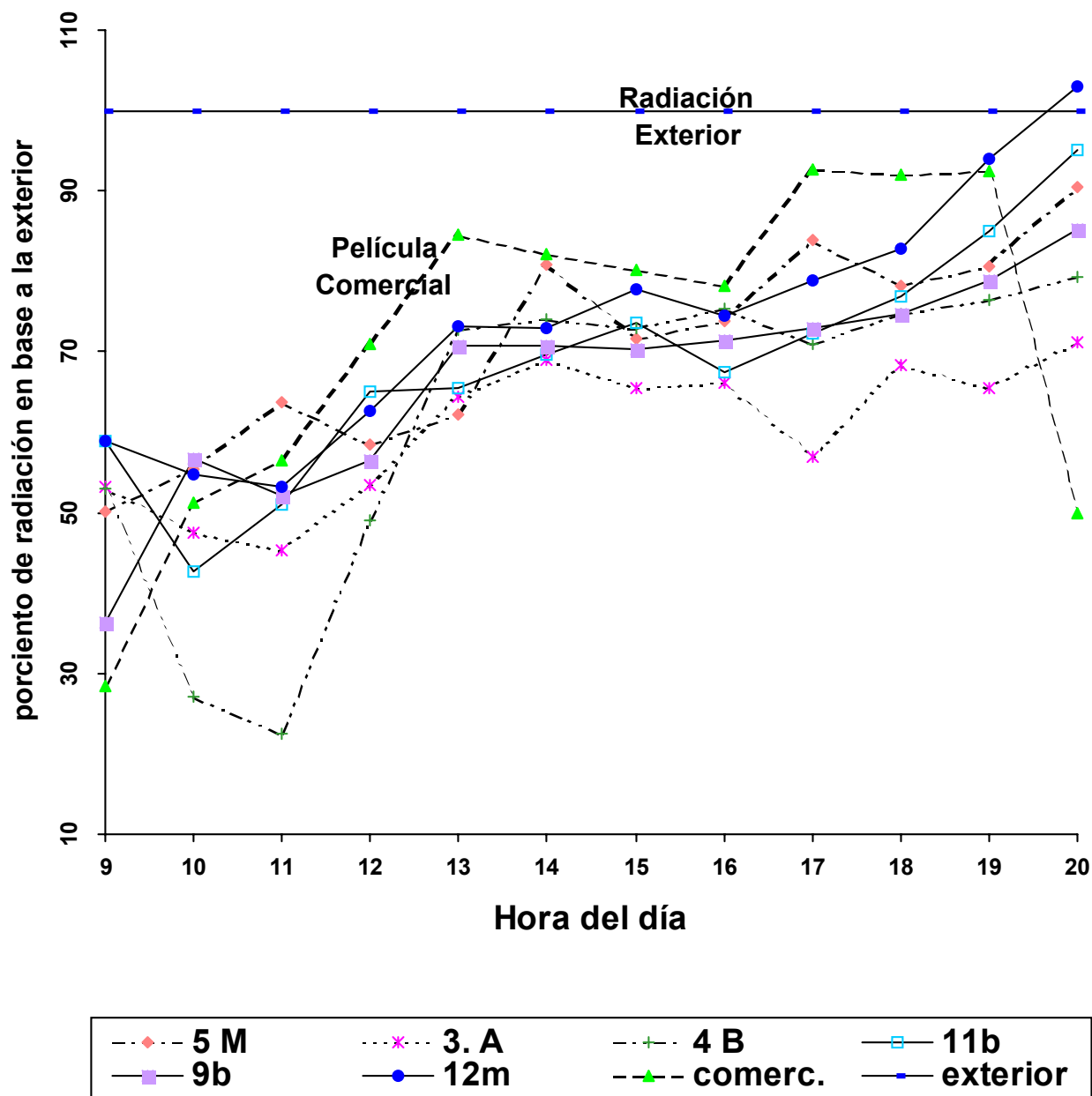


FIGURA No. 9.- Radiación Total dentro de Microtuneles con Películas para Invernadero Perlecentes, en Comparacion con la Radiación de Exterior

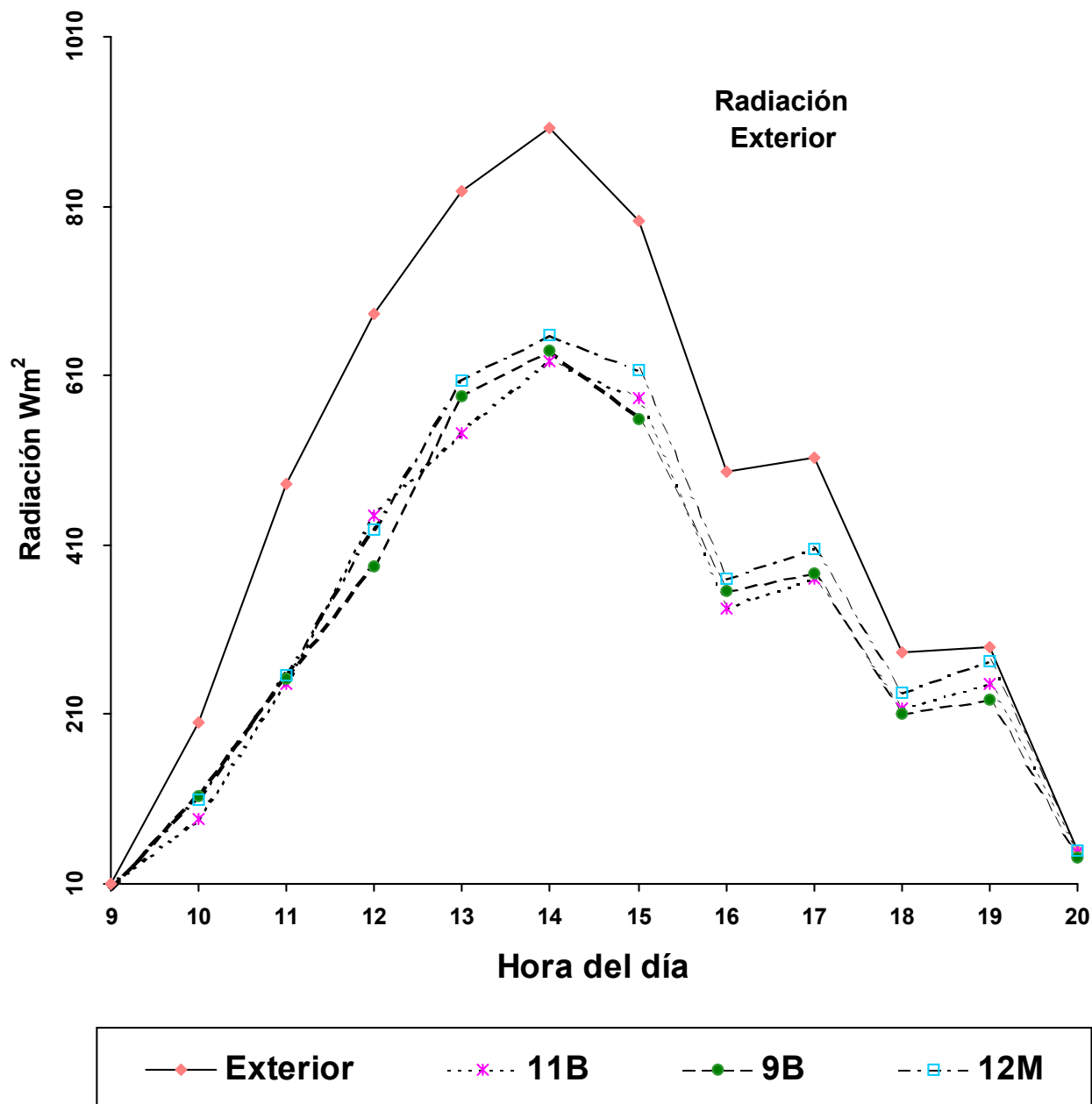
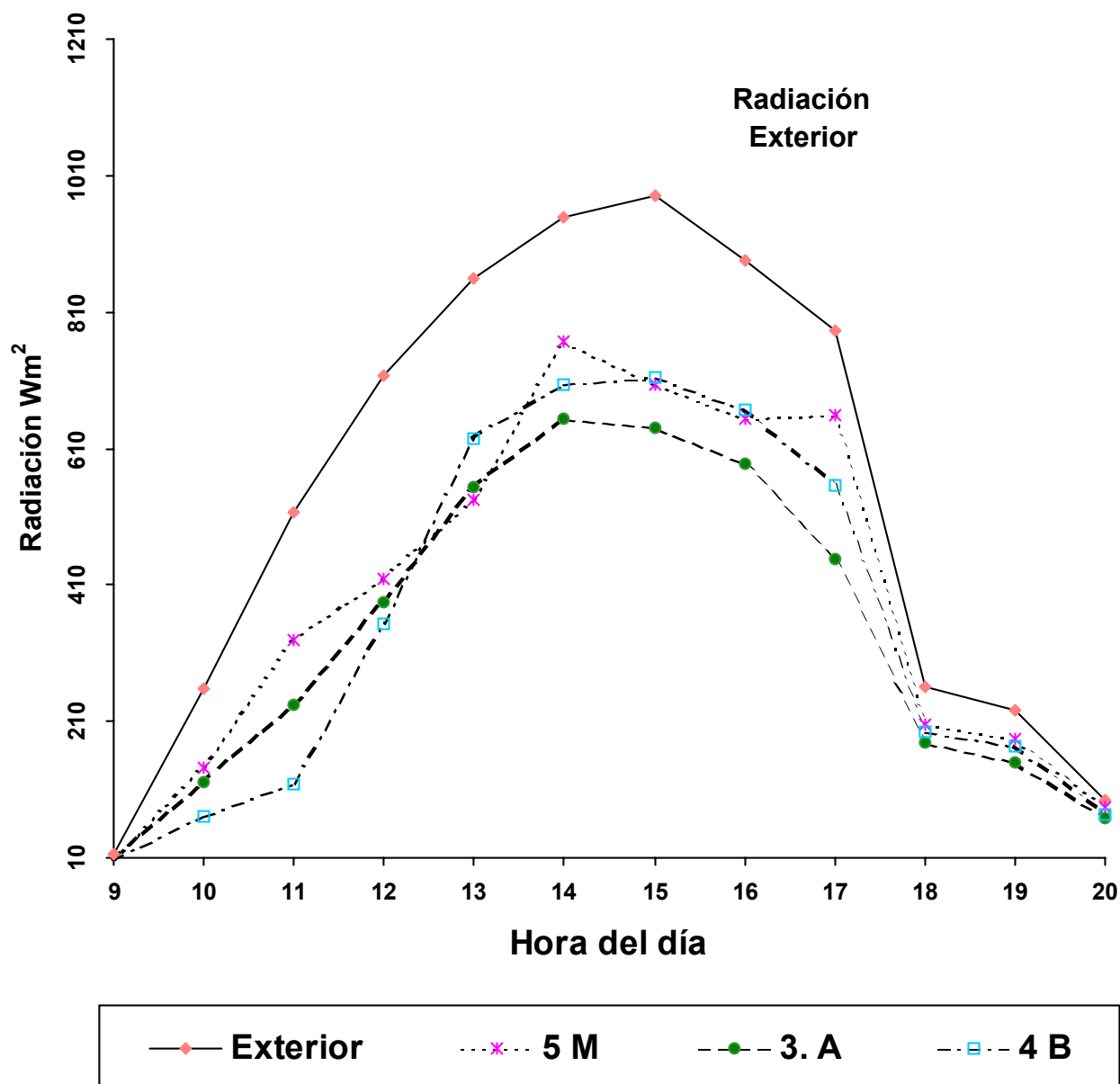


FIGURA No. 10.-Radiación Total dentro de Microtuneles con Películas para Invernadero Plateadas, en Comparacion con la Radiación del Exteri



CONCLUSIONES

Como conclusión para el presente trabajo se tiene que el cultivo de calabacita manejado con diferentes cubiertas plásticas en microtúneles, en combinación con el acolchado de suelos favorece el desarrollo del cultivo e incrementa sus rendimientos en forma considerable, permitiendo además la producción en fechas fuera de temporada en las cuales las condiciones de clima no permiten el desarrollo favorable del cultivo.

Por lo que respecta a las cubiertas evaluadas con los distintos aditivos se puede decir que las cubiertas plásticas con aditivos plateados resultaron ser más favorables al cultivo ya que superaron los rendimientos con respecto a las películas con aditivos aperlados y aun más sobre la película de polietileno convencional por lo que la hipótesis planteada para este trabajo se acepta.

En cuanto al acolchado de suelos se concluye que aun sin microtúnel los rendimientos son satisfactorios para el cultivo de calabacita ya que mantiene una mayor temperatura en el suelo lo que favorece el desarrollo de la raíz y con esto la absorción de nutrientes lo que favorece el desarrollo del cultivo, además de tener un ahorro de agua para aquellas regiones semiáridas.

Por lo que respecta al cultivo con suelo desnudo y sin cubierta plástica podemos decir que bajo otras condiciones climáticas y en la fecha adecuada los resultados serían mayores pero no superiores a los cultivos con mayor tecnificación.

BIBLIOGRAFIA.

- Agrosíntesis. 1984. Una visión empresarial de la agricultura, la ganadería y la agroindustria. Informe especial los plásticos en la agricultura. Vol. 15, núm. 12. Diciembre, edición año 2000 pag. 24-38.
- Aguirre, V. M. S. G. 1985. Efecto de dos diferentes tipos de plástico como acolchado del suelo y tres diferentes cubiertas de invernadero en pepino (*Cucumis sativus L.*) var. Ashley. Tesis de licenciatura, UAAAN. Saltillo, Coahuila México. Pag's. 69.
- Argall, J. And K. Steward, 1988. Melón Anagemen. Techniques for Southern Quebec Programy Abstr. Hort. Science. 23(3): 791.
- Brown, J. E. and T. A. Glover. 1979. Economics of Muskmelon Production in Alabama using black Plastic mulch and run covers. Proc. Nal. Agr. Plastic. Cong. 15: 35 – 39.
- Bhella, H. S. and W. F. Kwolek. 1984. The effects of trickle irrigation and plastic mulch on Zucchini. Hort. Science 19(3): 410 – 411.
- Ciofu, R. 1979. Soil mulchingan effective means of increasing asparagus production. Soil and Fertilizer, núm. 11. pag. 12 -15
- Córdoba, G. H. 1986. Efecto del acolchado con películas de plástico Negro, transparente sobre el rendimiento de frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris L.*) tesis de licenciatura UAAAN. Saltillo, Coahuila México. Pag's. 46
- Fernández, T. S. 1982. Plásticos ¿una opción para la agricultura? Núm. 47, año VIII. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México. Pag. 45 – 51.

Florian M, P y Bimbo, B. 1998. Materiales plásticos para cubierta de invernadero.

http://www.es/horticom/tem_aut/plas_inv/material.html

Guenko, G. 1983. Fundamentos de la horticultura cubana. Editorial pueblo y educación.

La Habana, Cuba.

Hernandez D. J. 1992. Curso de fisiología de hortalizas. UAAAN. Departamento de horticultura. Buenavista, Saltillo, Coahuila México.

Ibarra, L. 1997. Acolchado de suelo y forzado de cultivos. Curso nacional de plásticos en la agricultura. Coordinación de Agronomía, Departamento Horticultura, UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila Mex.

Ibarra, L. y Rodríguez, A. 1983. Manual de agroplásticos. Núm. 1, CIQA, Saltillo, Coahuila México. Edit. Limusa.

Kromer, K. H. 1983 Intensive growing using plastic mulches. A summary of experimental results. Hort. Sci. Abs. 53 (1): 30.

Lammont, W. J., Jr. 1993. Plastic Mulches for the Production of Vegetable Crops. Hort. Technology. United States of America. 3 (1): 35 – 38.

Ledesma V., M. A., 1994. Efecto de las cubiertas plásticas de colores en la producción de plantulas de brocoli (*Brassica oleracea* L.). Var. Itálica. Tesis de licenciatura UAAAN. Saltillo Coah. México. Pag's. 74.

Mass, E. V. 1984. Crop tolerance. I: California agriculture. Vol. 38(10): 20-21.

Mantallana, G. A. y Montero, C. J. I. 1989. Invernaderos, diseño, construcción y ambientación. Ed. Mundi – prensa. Madrid, España.

Munguia, L. J. P. 1985. El acolchado de suelo y la practica del riego en el cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) var. Viroflay. Tesis de maestría, UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila México. Pag's. 94

- Narro, C. A. 1989. Acolchado de suelos, fertilización y programas de riego en el cultivo de pepino pickle (*Cucumis sativus* L.) tesis de licenciatura. Buenavista Saltillo Coahuila México. Pag's. 122
- Narro, F. E. 1985. El acolchado de suelo y metodología de riego en el cultivo de chicharro (*Phisum sativum* L.). Tesis UAAAN. Buenavista Saltillo Coah. México. Pag's. 85
- Orozco, G. C. 1988. Evaluación de un mejorador de suelo en el cultivo de calabacita (*Cucúrbita pepo* L.) bajo condiciones de acolchado e invernadero. Tesis UAAAN. Buenavista Saltillo Coahuila. México Pag's. 64
- Papeseit, P., Vilarnau, A. y Carbonell, XII. 1998 - A. X11 Congreso Internacional de Plásticos en la Agricultura.
http://www.ediho.es/horticom/tem_aut/plas_inv/congreso.html
- Papeseit, P., Vilarnau, A. y Carbonell, X. 1998 – B..X11 Congreso Internacional de Plásticos en la Agricultura.
http://www.es/horticom/tem_aut/plas_inv/congrso3.html
- Piña, R. A. 1991. Semiforzada de cultivos mediante el uso de plásticos. Edit. Limusa, Primera Edición. México. Pp. 121 –122.
- Quezada, M. M. R. 1997. Producción en Invernadero. Curso Nacional de Plásticos en la Agricultura. Coordinación de Agronomía Departamento de Horticultura, UAAAN. Buenavista Saltillo Coah. México.
- Richards, L. A. 1954. Diagnosis and improevmt of saline and alkali soils. Handbook núm. 60. U.S.D.A., U.S.A.
- Robledo, P. F. y Martín V. L. 1981. Aplicación de los plásticos en la agricultura. Ed. Mundi – prensa. Madrid, España. Pag's. 534.

- Rodríguez C. F. 1984. Comportamiento del cultivo del melón (*Cucumis melo* L.) var. Top mart., bajo acolchado de suelo con películas plásticas en diferentes ambientes en Saltillo Coahuila México. Tesis Profesional UNAM. Cuautitlan México. Pag's. 115.
- Rodríguez P. A. 1982. Uso de los Plásticos en acolchamiento de suelos para el cultivo de Tomate (*Lycopersicum esculentum* L.), Chile (*Capsicum annum* L.) y Maíz (*Zea mays* L.). Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Chapingo. México
- Sánchez, S. O. 1980. La flora del valle de México. Sexta edición, Edit. Herrero. México. Pag's. 519.
- S.A.R.H. 1988. Memorias del curso de películas plásticas en la agricultura. Edit. S.A.R.H. Gómez Palacios Durango. México.
- Serrano, C. Z. 1990. Técnicas de Invernadero. Edit. P.A.O. Suministros Gráficos, S.A. Sevilla, España.
- Torres, R. J. M. 1986. Respuesta del cultivo de la calabacita (*Cucúrbita pepo* L.) a la practica de acolchado de suelos. Tesis de licenciatura. Buenavista Saltillo Coahuila México.
- Thompson, H. C. and Kelly, W. C. 1959. Vegetable crops. Fifth Edition. Macgraw- Hill Book Co. New York, U.S.A. Pag's. 611.
- U.P.N.H.1985. Reportes Mensuales de Exportación. Unión Nacional de Productores de Hortalizas. Gerencias Regionales y Oficinas de Representación en Frontera. Temporada 1983 – 1984.
- Valadez, L.A. 1989. Producción de Hortalizas Edit, Limusa. México, D.F. Pag's .298.
- Vavilov, N.I. 1951. Origin, variation, immunity on breeding of cultivated plants. Roland Press. New York, U.S.A. Pag's, 185.

- Vega, Ch. J. 1997. Evaluación del acolchado plástico y microtuneles con riego por goteo en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa sp.*) Tesis de licenciatura, UAAAN. Saltillo Coahuila México. Pag's. 98.
- Whitaker, T. W. and Davis G. N. 1962. Cucurbits botany, cultivation and utilization. Leonard Hill Book Ltd. England.
- Wilson, M. A. *et al*, 1987. Influence of yield of watermelons and muskmelon on the three row covers and black plastic mulch. Departament of agricultuaral science, Tuskegee Universite, Tuskegee. U.S.A. PP. 264 –269.
